



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Ciências de Engenharia

# Proposta de um modelo de referência para a concepção e desenvolvimento de novos produtos

Ana Sofia Martins da Eira Dias

Tese para obtenção do Grau de Doutor em  
**Engenharia e Gestão Industrial**  
(3º ciclo de estudos)

Orientadores:  
Prof. Doutor João Carlos de Oliveira Matias  
Prof. Doutor António João Feliciano Pina da Costa Abreu

Covilhã, 2 de Fevereiro de 2015



## EDITAL

DOUTOR PAULO RODRIGUES LIMA VARGAS MONIZ, Vice-Reitor da Universidade da Beira Interior e Presidente do júri, por delegação do Reitor, das provas de doutoramento (3º ciclo de estudos) requeridas pela Mestre Ana Sofia Martins da Eira Dias, no ramo de Engenharia e Gestão Industrial.

Faz saber que:

1º O júri das referidas provas é constituído pelo Doutor Carlos Manuel Pereira Cabrita, professor catedrático da Universidade da Beira Interior, Doutor Carlos Alberto Miranda Duarte, professor catedrático do IADE-U, Instituto de Arte, Design e Empresa - Universitário, Doutor Joaquim Manuel Silva Ribeiro, professor coordenador da Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Setúbal, Doutor João Carlos de Oliveira Matias, professor auxiliar da Universidade da Beira Interior, Doutora Maria José Aguilhar Madeira, professora auxiliar da Universidade da Beira Interior; Doutor Fernando Manuel Bigares Charrua Santos, professor auxiliar da Universidade da Beira Interior, Doutor Fausto Miguel Cereja Seixas Freire, professor auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra; Doutor José Fernando Gomes Requeijo, professor auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

2º As provas se realizarão de acordo com o seguinte calendário:

- Dia 02 de fevereiro de 2015, pelas 14,30 horas, apreciação e discussão da tese apresentada pela candidata intitulada "Proposta de um modelo de referência para a concepção e desenvolvimento de novos produtos".

3º Serão arguentes da tese o Doutor Carlos Alberto Miranda Duarte e o Doutor Joaquim Manuel Silva Ribeiro.

4º As provas são públicas.

5º Findas as provas, o júri reunir-se-á para proceder à sua apreciação e decisão final, cujo resumo constará da respectiva ata, sendo a classificação da candidata, feita através de votação nos termos legais.

6º Todas as provas, sua apreciação e votação terão lugar na sala dos atos da Reitoria da Universidade da Beira Interior.

Covilhã e Universidade da Beira Interior, 12 de janeiro de 2015.

O Presidente do Júri,





# Dedicatória

Dedico esta tese aos meus pais, João Carlos e Maria dos Anjos e à minha avó materna Maria do Carmo, com todo o meu amor. Quero também dedicar este trabalho à memória dos meus avós paternos Maximino e Amélia, do meu avô materno Alberto e da minha bisavó Nazaré, de quem tive o privilégio de terem feito parte da minha vida até relativamente tarde, e que em muito também contribuíram para a definição da pessoa que hoje sou.

*“As empresas inovadoras não gastam esforços para defender o passado.”*  
Peter Drucker (1909 - 2005)

## Nota

Na redacção do presente documento optou-se pela utilização da ortografia anterior ao acordo ortográfico.



# Agradecimentos

A elaboração de um trabalho com a envergadura e o investimento pessoal numa tese de doutoramento é um processo muito desafiante, pelo que, acarreta fases bastante difíceis paralelamente a outras extremamente compensadoras. Destas devo agradecer e publicamente dar conta, mesmo correndo o risco de esquecer alguém.

Em primeiro lugar um agradecimento à Faculdade de Engenharia da Universidade da Beira Interior (FEUBI), que me permitiu a realização e apresentação pública deste trabalho de investigação. Uma palavra muito especial aos meus orientadores, os Professores Doutores João Carlos Oliveira Matias e António João Feliciano Pina da Costa Abreu, já que partiu deles a responsabilidade da crítica construtiva e do estímulo nos momentos mais difíceis.

Não posso esquecer muitos dos meus colegas da Área Departamental de Engenharia Mecânica (ADEM) do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), nomeadamente os Professores Doutores João Calado - Presidente da ADEM e Joaquim Barbosa - Coordenador da Secção de Tecnologia e Projecto Mecânico (STPM), pela compreensão e estímulo manifestados. Desejo também prestar um agradecimento especial aos Professores Doutores Eduardo Dias Lopes e Pedro Silva e às Professoras Doutoradas Alexandra Rodrigues, Helena Navas, Isabel João e Branca Sher, por toda a amizade e ajuda prestadas. Bem como um agradecimento especial aos meus alunos que ajudo a formar, mas com os quais também muito tenho aprendido.

Neste trabalho, em que a investigação directa foi preponderante, uma nota de agradecimento aos diversos administradores, directores e outros técnicos das organizações estudadas, tais como as empresas ou instituições afins a que tive de recorrer e, finalmente, a todos os académicos e técnicos que se prestaram a funcionar, tanto como informantes-chave, como painelistas na ferramenta *Delphi*.

Desejo expressar especialmente uma palavra de ternura e admiração aos meus pais, João Carlos e Maria dos Anjos e à minha avó materna Maria do Carmo, que sem o enorme apoio e compreensão que me deram, não teria sido possível realizar esta tese.

Um Bem-Haja a todos.



## Resumo

Os processos de concepção e desenvolvimento de novos produtos são cruciais para a existência de negócios e empresas competitivas, o que significa a inovação se tornou num dos factores determinantes não só da sobrevivência, mas também do êxito empresarial. O desenvolvimento de novos produtos, nomeadamente os de âmbito industrial, não tem sido alvo preferencial de trabalhos científicos ao nível de doutoramento em Portugal, ou de artigos em revistas indexadas com autoria de investigadores portugueses, tendo sido este um dos mais importantes motivos da opção por esta temática.

O primeiro objectivo deste trabalho é a geração de um modelo conceptual holístico que após validação se transforme num modelo efectivamente funcional não existente no actual estado da arte e do conhecimento ou prática existente. Como segundo objectivo garantir utilidades específicas ao modelo, principalmente de índole empresarial.

A revisão da literatura foi conduzida de forma explanatória através de uma estratégia dedutiva na senda de um conjunto de constructos previamente estabelecidos o que levará à construção, de forma indutiva, do modelo conceptual referido. Na parte empírica da investigação, que validará o modelo conceptual transformando-o em funcional final, utilizar-se-á um painel de especialistas ou painel *Delphi* (validação interna). Em complementaridade ao painel serão apresentados quatro casos de estudo que não só testarão o modelo e a sua utilidade como ainda lhe acrescentarão adequações que lhe vão garantir a forma funcional final (validação externa). Tratou-se portanto de uma investigação teórico-empírica, indutiva-dedutiva de carácter qualitativo.

Como resultado final da investigação obteve-se um modelo que se designou de MAIDNP, ou seja, modelo abrangente e integrado de desenvolvimento de novos produtos. Esse modelo permitirá duas utilidades distintas: a primeira, de índole puramente científica, que deve permitir utilizar o modelo enquanto cardápio organizado de soluções para problemas ocorridos no DNP com recurso às ferramentas metodológicas e instrumentais conhecidas; a segunda, de índole operacional e aplicada, um subproduto da anterior em que o modelo funcionará como ferramenta de diagnóstico, *roadmap* ou roteiro de aferição, de processos, projectos e produtos, dedicado às empresas que inovam, concebem e desenvolvem novos produtos.

## Palavras-chave

Inovação; Desenvolvimento de novos produtos; Estratégia; Voz do cliente; Ferramentas e metodologias; Modelo Conceptual.



# Abstract

The processes of conception and development of new products are crucial for the existence of competitive businesses and products, which means that innovation has become, not only, one of the key factors of business survival but also of its success. The development of new products, namely in the industrial context, has not been the prime target of scientific work at doctoral level in Portugal, or by a substantial number of candidates or the subject of papers in refereed journals by Portuguese researchers, having been one of the most important reasons for the choice of this theme.

The first goal of this work is the generation of a holistic conceptual model, which after its validation becomes a true functional model, lacking in prior state of the art, knowledge or existing practices. The second goal is intended to ensure that the specific utilities of the model are viable, especially the ones concerning the business field.

The theoretical investigation and review of the literature carried out were conducted in an exploratory manner, through a deductive strategy in the wake of a previously established set of constructs, which allowed the construction of the referred conceptual model in an inductive way. The empirical part of the research validated the conceptual model, making it a functional final model. For this purpose, a panel of experts or *Delphi* panel (internal validation) was used and four cases of study were performed that, not only tested the model and its usefulness, but also conducted to model adjustments, which guaranteed final functional form (external validation). This was, therefore, a theoretical and empirical inductive-deductive research of a qualitative nature.

As a final result of the investigation a model was obtained, designated as MAIDNP, that is, integrated and embracing model of development of new products, which has two different uses: the first, of a purely scientific nature allows the model to be used as an organized solution menu to solve problems concerning DNP, using the known methodological and instrumental tools; the second, of an operational and applied nature (a byproduct of the above), where the model works as a diagnostic tool (or script roadmap benchmark) of processes, projects and products, dedicated to companies that innovate, design and develop new products.

# Keywords

Innovation; New Products Development; Strategy; Voice of the client; Methodologies and tools; Conceptual model.



# Índice

Dedicatória.....	v
Agradecimentos .....	vii
Resumo .....	ix
Palavras-chave .....	ix
Abstract.....	xi
Keywords .....	xi
Índice .....	xiii
Lista de Ilustrações .....	xvii
Lista de Tabelas.....	xix
Lista de Gráficos .....	xxi
Lista de Equações.....	xxiii
Lista de Acrónimos.....	xxv
Capítulo 1 .....	1
Introdução.....	1
1.1    A Relevância do Tema .....	2
1.2    O DNP e a Competitividade das Empresas .....	3
1.3    Produto e novo produto; o papel da inovação.....	4
1.4    Importância Actual do DNP para as Empresas .....	11
1.5    Questão da investigação e objectivos a atingir .....	12
1.6    Metodologia da Investigação.....	13
1.7    Conceitos e Terminologias de Investigação Científica .....	14
1.7.1    Discussão Epistemológica .....	15
1.7.2    Metodologia e Métodos Científicos da Investigação .....	17
1.8    Estrutura do Documento.....	18
Capítulo 2 .....	21
2    Áreas Sistémicas e Estratégicas do DNP .....	21
2.1    Domínio Estratégico do DNP .....	21
2.1.1    O Conceito de Estratégia. Breve Resenha Histórica .....	21
2.1.2    Estratégia <i>Blue Ocean</i> versus estratégia <i>Red Ocean</i> .....	24
2.1.3    Empresas, Desenvolvimento de Novos Produtos e <i>Blue Ocean</i> .....	25
2.2    Inovação e Estratégia .....	29

2.3	Incerteza, Risco e Gestão de <i>Trade-offs</i> .....	31
2.4	Concorrência, <i>Benchmarking</i> e Avaliação de Desempenho .....	37
2.5	Globalização e Internacionalização no DNP .....	41
2.6	O Mercado e a Função <i>Marketing</i> . A “Voz do Cliente” .....	43
2.7	Nota Conclusiva .....	44
Capítulo 3 .....		47
3	Áreas e Domínios Organizacionais e Processuais do DNP .....	47
3.1	Fronteiras dos processos constituintes do DNP .....	48
3.1.1	Especificações do Produto .....	49
3.1.2	Fases da concepção e projecto .....	50
3.1.3	Gestão sequencial .....	51
3.1.3.1	Gestão sequencial iterativa .....	54
3.1.3.2	Gestão sequencial em espiral .....	56
3.1.4	Engenharia simultânea ou concorrente .....	57
3.1.5	Processo <i>Stage-Gate</i> ® .....	58
3.1.6	Partilha de informação e redes globais .....	61
3.2	Funcionamento colaborativo e multidisciplinar .....	63
3.3	Engenharia e capacidade tecnológica .....	65
3.4	A produtividade e a competitividade na organização .....	65
3.5	Pensamento <i>lean</i> .....	66
3.6	O mercado e a função qualidade .....	68
3.7	Nota conclusiva e proposta de modelo preliminar .....	69
Capítulo 4 .....		75
4	Ferramentas de Suporte ao Desenvolvimento de Novos Produtos .....	75
4.1	Conceitos e Terminologias .....	75
4.1.1	Questões Genéricas .....	75
4.1.2	Metodologias e Ferramentas utilizadas em Processos de DNP .....	77
4.2	Classificação e Selecção de Ferramentas .....	81
4.3	Análise das Ferramentas de Apoio ao DNP .....	87
4.3.1	Soluções Inovativas e Criativas .....	88
4.3.1.1	TRIZ .....	88
4.3.1.2	Projecto Criativo .....	98
4.3.1.3	Projecto Axiomático .....	101

4.3.1.4	Análise de <i>Pugh</i> .....	106
4.3.1.5	Design of Experiment (DOE) .....	107
4.3.1.6	<i>Design for Excellence</i> (DFX) .....	109
4.3.2	Envolvimento dos Fornecedores (SDI).....	110
4.3.3	Função Qualidade no Projecto de DNP .....	114
4.3.3.1	Desdobramento da Função Qualidade (DFQ) .....	115
4.3.3.2	Ferramentas instrumentais do QFD .....	116
4.3.4	Projecto de Produtos “Zero Defeitos” ou Seis Sigma (DFSS).....	127
4.3.4.1	Introdução à Filosofia de Produção Seis Sigma.....	127
4.3.4.2	<i>Design for Six Sigma</i> - DFSS.....	135
4.3.5	Outras Ferramentas de Suporte ao Projecto de DNP.....	143
4.3.5.1	Projecto Robusto .....	143
4.3.5.2	Projecto de Tolerâncias ( <i>Tolerance Design</i> ).....	144
4.3.5.3	Projecto Modular .....	146
4.3.6	Ferramentas de Apoio à Decisão.....	148
4.3.6.1	<i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) .....	148
4.3.6.2	<i>Case-Based Reasoning</i> (CBR).....	150
4.4	Nota conclusiva e adequação do modelo preliminar .....	151
Capítulo 5	.....	155
5	Modelo Abrangente e Integrado de DNP .....	155
5.1	Introdução teórica.....	155
5.1.1	O Conceito de “Sistema” .....	155
5.1.2	O que se entende por “Modelo” .....	158
5.1.3	Os Modelos Conceptuais .....	158
5.1.4	Uma abordagem Holística?.....	160
5.2	Análise de modelos de DNP .....	161
5.2.1	Artigos listados com origem na <i>web of science</i> .....	161
5.2.2	Análise de modelos propostos disponíveis .....	162
5.2.3	Avaliação das propostas dos modelos mais relevantes .....	167
5.2.4	Análise Conjunta.....	176
5.3	Indução de modelo de referência.....	177
5.3.1	Tipologia dos problemas do modelo a propor .....	178
5.3.2	Proposta de Modelo Conceptual Abrangente e Integrado .....	180
5.4	Utilidade do MAIDNP .....	185
5.5	Nota Conclusiva .....	187

Capítulo 6 .....	189
6 Validação do Modelo Conceptual Proposto.....	189
6.1 Selecção da Metodologia Empírica .....	189
6.2 Descrição dos Métodos.....	192
6.2.1 O Método <i>Delphi</i> .....	192
6.2.2 O Estudo de Casos .....	194
6.3 Aplicação dos Métodos.....	197
6.3.1 O Painel de Especialistas.....	197
6.3.1.1 A Primeira Ronda .....	200
6.3.1.2 A Segunda Ronda .....	201
6.3.2 Os Casos.....	203
6.3.2.1 O Guião e a condução dos Casos.....	203
6.3.2.2 Narrativa dos Casos .....	205
a) Aplicação a produto; Caso “Metalomecânica” .....	205
b) Aplicação a serviço; Caso “ <i>NaturalHy</i> ”.....	212
c) Aplicação a produto/serviço; Caso “JA-LASER”.....	219
d) Aplicação a serviço; brasagem de polímeros com ligas sem chumbo .....	226
6.4 Nota Conclusiva.....	233
Capítulo 7 .....	237
7 Conclusões Finais .....	237
7.1 Discussão dos Resultados.....	238
7.2 Trabalhos Futuros .....	241
Referências .....	243
ANEXOS .....	I
ANEXO I - Artigos Listados da <i>Web of Science</i> - Ferramentas/Metodologias de DNP. ....	III
ANEXO II - Inquérito da 1ª Ronda do painel de especialistas <i>Delphi</i> .....	V
ANEXO III - Resumo estatístico das respostas dos especialistas <i>Delphi</i> na 1ª Ronda.....	XV
ANEXO IV - Inquérito da 2ª Ronda ao painel de especialistas <i>Delphi</i> .....	XXXIX
ANEXO V - Resumo das respostas dos especialistas <i>Delphi</i> na 2ª Ronda .....	XLI
ANEXO VI - Guião dos Casos de Estudo.....	XLIII
ANEXO VII - Notícia sobre caso <i>NaturalHy</i> .....	LVII

## Lista de Ilustrações

Ilustração 1-1 - Conceito de Produto. ....	5
Ilustração 1-2 - Inovação sistemática e abordagem tentativa e erro. ....	8
Ilustração 1-3 - Inovação e DNP. ....	10
Ilustração 1-4 - Utilização conjunta de métodos qualitativos e quantitativos. ....	16
Ilustração 2-1- O modelo das quatro acções. ....	27
Ilustração 2-2- Motores e Ferramentas da estratégia. ....	29
Ilustração 2-3 - Relação do par inovação e estratégia. ....	30
Ilustração 2-4 - Estratégia, Inovação e DNP. ....	31
Ilustração 2-5 - Áreas sistémicas do DNP. ....	32
Ilustração 2-6 - Curva tradicional do <i>trade-off</i> tempo/custo de um projecto. ....	32
Ilustração 2-7 - Avaliação do <i>trade-off</i> no custo total de um projecto. ....	33
Ilustração 2-8 - Curvas do <i>trade-off</i> das actividades e das fronteiras de operação. ....	35
Ilustração 2-9 - Riscos envolvidos no desempenho do DNP. ....	36
Ilustração 2-10 - Estratificação por níveis após aplicação do KSOM. ....	40
Ilustração 2-11 - Proposta de modelo para DNP à escala global. ....	41
Ilustração 2-12 - Requisitos e conteúdo da externalização. ....	42
Ilustração 2-13 - A abrangência do papel do cliente nas áreas e domínios do DNP. ....	43
Ilustração 2-14 - Factores mais relevantes do ambiente sistémico e estratégico do DNP. ....	44
Ilustração 3-1 - Áreas e Domínios organizacionais e Processuais do DNP. ....	47
Ilustração 3-2 - Âmbito ou abrangência do DNP. ....	48
Ilustração 3-3 - Proposta sequencial clássica de Organização do projecto de DNP. ....	52
Ilustração 3-4 - Modelo de gestão do um projecto integrado (DSM). ....	55
Ilustração 3-5 - Modelo de gestão iterativa de um projecto DNP. ....	56
Ilustração 3-61 - Desenvolvimento global do DNP. ....	62
Ilustração 3-72 - Contributo para o modelo objectivo do presente trabalho. ....	72
Ilustração 4-1 - Grupos de ferramentas de apoio ao DNP. ....	81
Ilustração 4-2 - Processo TRIZ de resolução de problemas. ....	89
Ilustração 4-3 - Secção de uma matriz de contradições (39x39). ....	93
Ilustração 4-4 - Modelo <i>S-Field</i> . ....	94
Ilustração 4-5 - DNP/Estratégia/Inovação/Resolução de problemas/TRIZ. ....	98
Ilustração 4-6- Exemplo de transformação. ....	99
Ilustração 4-7 - Representação dos grupos de músculos da minhoca. ....	100
Ilustração 4-8 - Sequência da transformação da minhoca. ....	100
Ilustração 4-9 - Teste do resultado com modelo físico real. ....	101
Ilustração 4-10 - Metodologia do projecto axiomático. ....	102
Ilustração 4-11 - Relação dos domínios, mapeamento e espaços do projecto. ....	103
Ilustração 4-12 - Exemplo da torneira de água com controlo do caudal e da temperatura. ...	105
Ilustração 4-13 - O Modelo de um processo DOE. ....	108

Ilustração 4-14 - O envolvimento dos fornecedores no processo DNP. ....	113
Ilustração 4-15 - Representação gráfica do modelo de <i>Kano</i> . ....	117
Ilustração 4-16 - Cruzamento das Tabelas dos requisitos dos clientes e características de qualidade dos produtos. ....	117
Ilustração 4-17 - Casa da qualidade (HOQ) tipificada. ....	118
Ilustração 4-18 - Casa da Qualidade (HOQ). ....	119
Ilustração 4-19 - HOQ - As quatro fases típicas de um sistema QFD completo. ....	120
Ilustração 4-20 - O Modelo BSC. ....	121
Ilustração 4-21 - O Processo DFMEA. ....	123
Ilustração 4-22 - Modelo simplificado do diagrama causa-efeito. ....	124
Ilustração 4-23 - A distribuição normal de <i>Gauss</i> . ....	128
Ilustração 4-24 - Particularização do processo SS partindo da distribuição normal, para a situação de 3,4 DPM. ....	131
Ilustração 4-25 - Ciclo PDCA. ....	132
Ilustração 4-26 - O ciclo DMAIC para a produção em curso. ....	134
Ilustração 4-27 - Evolução dos custos com o nível da qualidade. ....	135
Ilustração 4-28 - Ciclo DMADV. ....	136
Ilustração 4-29 - Ferramentas instrumentais ou ciclos utilizados em projectos de DNP. ....	136
Ilustração 4-30 - Enfoque do DFSS e do SS no ciclo de vida do produto. ....	138
Ilustração 4-31 - Ciclo CBR. ....	151
Ilustração 4-32 - Evolução do contributo para o modelo final de concepção e desenvolvimento de novos produtos. ....	154
Ilustração 5-1 - Avaliação da proposta de Nunes (2004) à luz do modelo preliminar. ....	170
Ilustração 5-2 - Avaliação da proposta de Mendes (2008) à luz do modelo preliminar. ....	173
Ilustração 5-3 - Avaliação da proposta de Waal e Knott (2010) à luz do modelo preliminar. .	175
Ilustração 5-4 - Avaliação conjunta das três propostas mais relevantes. ....	176
Ilustração 5-5 - Proposta de modelo de referência abrangente de DNP. ....	179
Ilustração 5-6 - Hipótese “sem soluções CBR” do MAIDNP. ....	181
Ilustração 5-7 - Modelo abrangente e integrado de DNP - MAIDNP. ....	182
Ilustração 6-1 - Procedimento aplicado para a validação pelo Painel <i>Delphi</i> . ....	193
Ilustração 6-2 - Exemplos de um componente melhorado e de outro completamente novo. .	210
Ilustração 6-3 - Funcionamento colaborativo e multidisciplinar. ....	211
Ilustração 6-4 - Ferramenta de apoio à decisão baseada na lógica <i>fuzzy</i> /redes neuronais. .	218
Ilustração 6-5 - Produtos obtidos com tecnologias de corte LASER. ....	224
Ilustração 6-6 - MAIDNP funcional. ....	235

## Lista de Tabelas

Tabela 1-1 - Estrutura da tese.....	20
Tabela 2-1 - Matriz de Ansoff.....	22
Tabela 2-2 - ROS versus BOS.....	25
Tabela 2-3 - Matriz de dados <i>inputs</i> e <i>outputs</i> das respectivas DMUs.....	38
Tabela 4-1 - Ferramentas utilizadas em DNP (amostra de 30 empresas de <i>Taiwan</i> ). ....	78
Tabela 4-2 - Outras ferramentas usadas na amostra. ....	78
Tabela 4-3 - Classificação das Ferramentas de apoio ao DNP.....	82
Tabela 4-4 - Os 40 princípios inovativos. ....	91
Tabela 4-5 - Os 39 parâmetros de engenharia da matriz das contradições. ....	92
Tabela 4-6 - As 76 Soluções <i>Standard</i> . ....	95
Tabela 4-7 - Matriz de <i>Pugh</i> (geração-selecção). ....	107
Tabela 4-8 - Prioridades ABC (método de <i>Pareto</i> ). ....	125
Tabela 4-9 - Três, quatro, cinco e seis sigma (assumindo estabilidade). ....	129
Tabela 4-10 - Probabilidades de obtenção de produtos conformes e defeituosos em operações de curto prazo.....	130
Tabela 4-11 - DFSS vs. SS.....	137
Tabela 4-12 - As etapas dos ciclos mais utilizados em DFSS e seu significado.....	139
Continuação da Tabela 4-13 - As etapas dos ciclos mais utilizados em DFSS e seu significado. ....	139
Tabela 4-14 - Partilha de etapas nos ciclos mais utilizados em DFSS. ....	141
Tabela 4-15 - Ferramentas metodológicas e instrumentais utilizadas no ciclo ICOV.....	143
Tabela 5-1 - Conceitos de Complexidade.....	157
Tabela 5-2- Modelos conceptuais específicos e não abrangentes.....	162
Tabela 6-1- As diferentes estratégias de investigação.....	190
Tabela 6-2 - Resumo do processo Empírico de Validação do MAIDNP.....	197
Tabela 7-1 - Discussão dos Resultados.....	239



## Lista de Gráficos

Gráfico 1-1 - Artigos DNP listados na <i>web of science</i> .....	2
Gráfico 1-2 - Artigos DNP/ inovação listados na <i>web of science</i> . ....	10
Gráfico 3-1- Artigos na <i>web of science</i> sobre engenharia simultânea e <i>Stage-Gate</i> ®. ....	60
Gráfico 4-1 - Importância das ferramentas e sua inter-relação no DNP. ....	86
Gráfico 4-2 - Grafo simplificado com as ferramentas mais conhecidas em DNP. ....	87
Gráfico 4-3 - Diagrama de <i>Pareto</i> .....	126
Gráfico 4-4 - Percentagens de ocorrência dos termos integrantes dos ciclos DFSS. ....	141
Gráfico 5-1 - Artigos listados na <i>web of science</i> : DNP e modelos conceptuais e de referência. .....	161
Gráfico 6-1 - Composição do Painel <i>Delphi</i> .....	199



## Lista de Equações

Equação 3-1 .....	50
Equação 4-1 .....	103
Equação 4-2 .....	103
Equação 4-3 .....	104
Equação 4-4 .....	104
Equação 4-5 .....	105
Equação 4-6 .....	105
Equação 4-7 .....	106
Equação 4-8 .....	106
Equação 4-9 .....	108
Equação 4-10 .....	122



# Lista de Acrónimos

3pl	<i>third party logistics</i>
4pl	<i>fourth party logistics</i>
5pl	<i>fifth party logistics</i>
a.C.	<i>Antes de Cristo</i>
ACS/SAC	<i>Adaptative Complex Systems/Sistemas Adaptativos Complexos</i>
AHP	<i>Analytical Hierarchy Process</i>
ANOVA	<i>Analisis of Variance</i>
ARIZ	<i>Algoritmo para a Resolução de Problemas Inventivos</i>
BCC	<i>Banker, Chanés e Cooper</i>
BFA	<i>Banxia Frontier Analyst</i>
BOS	<i>Blue Ocean Strategy</i>
BPN	<i>Back-Propagation Network</i>
BSC/CRB	<i>Balanced Scorecard/Cartas de Registo Balanceadas</i>
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CADvent	<i>Cálculo e desenho de redes aerólicas</i>
CAE	<i>Computer-Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer-Aided Manufacturing</i>
CBR/RBC	<i>Case Based Reasoning/Raciocínio Baseado em Casos</i>
CCR	<i>Charnes, Cooper e Rhodes</i>
CDOV	<i>Concept-Design-Optimize-Verify</i>
CEO	<i>Chief Executive Officers</i>
CE/EC ou ES	<i>Concurrent Engineering/Engenharia Concorrente ou Engenharia Simultânea</i>
CEP	<i>Controlo Estatístico do Processo</i>
CEsS/SCEs	<i>Complex Engineered Systems/Sistemas Complexos de Engenharia</i>
CFT	<i>Cross - Functional Team</i>
CFR	<i>Critical Function Responses</i>
Cp	<i>Capabilidade do processo</i>
Cpm	<i>Coeficiente de prejuízo</i>
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
DCCDI	<i>Define-Customer-Concept-Design-Implement</i>
DCOV	<i>Define-Characterize-Optimize-Verify</i>
DDOV	<i>Define-Design-Optimize-Validate</i>
DDPM	<i>Dynamic Development Process Model</i>
DEA/AED	<i>Data Envelopment Analysis/Análise Envoltória de Dados</i>
DFM	<i>Design for Manufacturing</i>
DFMEA	<i>Design Failure Model and Effect Analysis</i>

DFSS/PPSS	<i>Design for Six Sigma/Projecto para Seis Sigma</i>
DFX	<i>Design for Excellence</i>
DMAIC	<i>Define-Measure-Analyse-Improve-Control</i>
DMADIC	<i>Define-Measure-Analyse-Design-Implement-Control</i>
DMADV	<i>Define-Measure-Analyse-Design-Verify</i>
DMADOV	<i>Define-Measure-Analyse-Design-Optimize-Verify</i>
DMEDI	<i>Define-Measure-Explore-Develop-Implement</i>
DMU	<i>Decision Making Unit</i>
DNP/NPD	<i>Desenvolvimento de Novos Produtos/New Product Development</i>
DOE	<i>Design of Experiment</i>
DPM	<i>Defeitos Por Milhão</i>
DPMO	<i>Defeitos por Milhão de Oportunidades</i>
DPs	<i>Design Parameters</i>
DSM	<i>Design Structure Matrix</i>
e.g.	<i>exempli gratia (e.g.)</i>
EGI	<i>Engenharia e Gestão Industrial</i>
et al.	<i>et alii (e outros)</i>
etc.	<i>et cetera (entre outros; e assim por diante; e restantes; ...)</i>
EUROSTAT	<i>Departamento Estatístico da União Europeia</i>
e.g.	<i>exemplo</i>
FCQ <sub>s</sub>	<i>Factores Críticos da Qualidade</i>
FMEA	<i>Failure Model and Effect Analysis</i>
FMECA	<i>Failure Modes and Effects Criticaly Analysis</i>
FRs	<i>Functional Requirements</i>
GPD/DGP	<i>Global Product Development/Desenvolvimento Global de Produtos</i>
GPS	<i>Global Position Satellite</i>
GQT/GTQ	<i>Gestão pela Qualidade Total (GQT) ou Gestão Total da Qualidade (GTQ)</i>
HOQ	<i>House of Quality/Casa da Qualidade</i>
i.e.	<i>id est (isto é)</i>
ICOV	<i>Identify-Characterize-Optimize-Validate</i>
IDOV	<i>Identify-Design-Optimize-Validate</i>
IDDOV	<i>Identify-Define-Develop-Optimize-Verify&amp;Validate</i>
I <sup>2</sup> DOV	<i>Invention and Innovation-Develop-Optimize-Verify</i>
I&D	<i>Investigação e Desenvolvimento</i>
IFR/RFI	<i>Ideal Final Result/Resultado Final Ideal</i>
INSEAD	<i>Institute Européen d`Administration dès Affaires</i>
ISI	<i>International Statistical Institute</i>
GRUPO	<i>Instituto de Soldadura e Qualidade</i>
JA	<i>Jacto de Água</i>

JIT	<i>Just-in-time</i>
KPIs	<i>Key-Performance Indicators</i>
KSOM	<i>Kohonen's Self-Organizing Map</i>
LASER	<i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i>
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>
LIE	<i>Limite Inferior da Especificação</i>
LSE	<i>Limite Superior da Especificação</i>
LPD	<i>Lean Product Development</i>
MAIC	<i>Measure-Analyse-Improve-Control</i>
MAIDNP	<i>Modelo Abrangente e Integrado de Desenvolvimento de Novos Produtos</i>
MANOVA	<i>Multivariate Analysis of Variance</i>
M&A	<i>Merge and Acquisition</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
OCDE	<i>Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PDM	<i>Product Data Management</i>
PERT/CTM	<i>PERT/CTM - Program Evaluation and Review Technique/Critical Path Method</i>
PIDOV	<i>Plan-Identify-Design-Optimize-Validate</i>
PMEs	<i>Pequenas e Médias Empresas</i>
Ppm	<i>Coeficiente de perda</i>
ppm	<i>partes por milhão</i>
QFD/DFQ	<i>Quality Function Development/Desdobramento da Função Qualidade</i>
QFDE	<i>Quality Function Deployment for Environment</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
ROS	<i>Red Ocean Strategy</i>
RPD	<i>Rapid Product Development</i>
RPN/NPR	<i>Risk Priority Number/Número de Prioridade do Risco</i>
SCM	<i>SCM - Supply Chain Management</i>
SDE	<i>Statistically Designed Experiments</i>
SDI/RCF	<i>Supplier Design Involvement/Relação Colaborativa dos Fornecedores</i>
SS	<i>Six Sigma/Seis Sigma</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
TIC	<i>Tecnologias da Informação e Comunicação</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
TRIZ	<i>Theory of Inventive Problem Solving (anglicismo de acrónimo russo: "Peoria Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch")</i>
UBI	<i>Universidade da Beira interior</i>
UTA	<i>Unidade de Tratamento de Ar</i>
UV	<i>Unidade de ventilação</i>
VA/VE/AV/EV	<i>Value Analysis/Value Engineering/Análise de Valor/Engenharia do Valor</i>



# Capítulo 1

## Introdução

A escolha deste projecto de investigação cujo título é “Proposta de um modelo de referência para a concepção e desenvolvimento de novos produtos” deve-se ao facto de corresponder a um tema emergente e relativamente ao qual a investigação científica existente, no âmbito nacional, ensaia ainda os primeiros passos. Após a conclusão deste trabalho, ambiciona-se que seja possível estabelecer um *roadmap* ou roteiro de aferição do estado evolutivo das empresas que desenvolvem novos produtos e dos caminhos a percorrer no sentido da respectiva evolução. Além disso, e sendo um tema promissor, pretende-se que através do modelo desenvolvido se detecte uma aplicação empresarial, num tempo difícil de reestruturação económica nacional, em que é importante que sobrevivam empresas criativas e surjam novas empresas dotadas de espírito empreendedor e inovador. Tal situação deve também considerar-se como uma janela de oportunidade para o desenvolvimento de mais e melhor produção científica nacional sobre a temática do Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP).

Nos países europeus e extra-europeus mais industrializados, a capacidade de gerar teoria a partir de casos empíricos está muito facilitada, dado que se cultiva uma normal e corrente colaboração entre a indústria e as Universidades. Vejam-se apenas quatro exemplos ilustrativos: o de Jang *et al.* (2009) com a apresentação do caso de estudo sobre o *LG Electronics Chocolate Phone*: que propõem um modelo para o desenvolvimento de um telefone deslizante de pequenas dimensões, de forma a caber dentro de uma mão; o de Augustine *et al.* (2010), que demonstram a aplicabilidade do seu modelo a um componente de luxo para a indústria automóvel: um volante especial para condutores com determinadas exigências; ou ainda o de Kušar *et al.* (2004), que criaram um modelo de redução do tempo de desenvolvimento de um novo produto no caso de uma mini pá carregadora de características diferentes do habitual e, num último exemplo, o de Pei *et al.* (2010), que desenvolveram um novo modelo de representação visual destinado a projectos industriais e de engenharia.

Ao longo da revisão da literatura, não foram detectados trabalhos cujo objectivo essencial fosse similar ou sequer próximo ao da presente investigação. Enquanto nesta tese se pretende criar um modelo de referência funcional, abrangente e/ou holístico<sup>1</sup>, sistémico de desenvolvimento de novos produtos, os diversos modelos detectados na literatura são de âmbito mais restrito e parcelares, ou seja, não holísticos. Finalmente, deve referir-se que

---

<sup>1</sup> O conceito “holismo” (do grego *holos* significa inteiro ou todo) foi resumido por Aristóteles, na sua obra “Metafísica”, quando afirma que nestas condições que “o todo é maior do que a simples soma das suas partes” (Ackoff, 2001).

neste trabalho se dá preferência, por princípio e sempre que possível, a trabalhos publicados em revistas ou conferências indexadas (“*International Statistical Institute*” - ISI - da *web of knowledge*), o que não significa que não se possam referenciar outros trabalhos considerados de interesse, nomeadamente teses de doutoramento.

## 1.1 A Relevância do Tema

O DNP, nomeadamente no âmbito industrial, não tem sido alvo preferencial de trabalhos científicos ao nível de doutoramento, por parte substancial de candidatos ou de artigos em revistas indexadas com autoria de investigadores portugueses. Ainda assim, foi possível obter através da *B-on*, entre 2003 e 2013, um acervo de 22 trabalhos em português dos quais se extraíram 17 trabalhos de autores nacionais (sendo os restantes brasileiros). Tal constatação reforça a necessidade de aprofundamento do tema que é objecto da presente investigação. Também, de acordo com Montagna (2011), o DNP é necessariamente relevante já que, da capacidade de desenvolver novos produtos, depende a sobrevivência de uma miríade de empresas que actuam num mercado global complexo e carregado de incertezas que irão futuramente enfrentar, num ciclo de provável crise prolongada.

Antes de 2003 detectaram-se diversos trabalhos científicos abarcando, no entanto, uma gama limitada de métodos e ferramentas. Essa gama sofreu uma transfiguração em quantidade e qualidade, que não seria imaginável quando reportada, e.g. à última década do século XX no que se refere à introdução e aceleração do DNP (Howell *et al.*, 2005). O autor refere ainda que esta tendência constitui uma importante fonte de vantagem competitiva, de sobrevivência e de renovação em muitas organizações.

Outros autores fazem afirmações semelhantes, tais como, Swink *et al.* (2006), Akgün *et al.* (2007), Kim e Kim (2009), Mu *et al.* (2009), Karniel e Reich (2009), Lee *et al.* (2010), Chen e Lin (2011) e Montagna (2011). Eis portanto os motivos que conduziram a presente busca de investigação sobre o DNP, os respectivos projectos e processos, as metodologias e ferramentas de análise e resolução de problemas em estreita ligação com as estratégias de inovação.

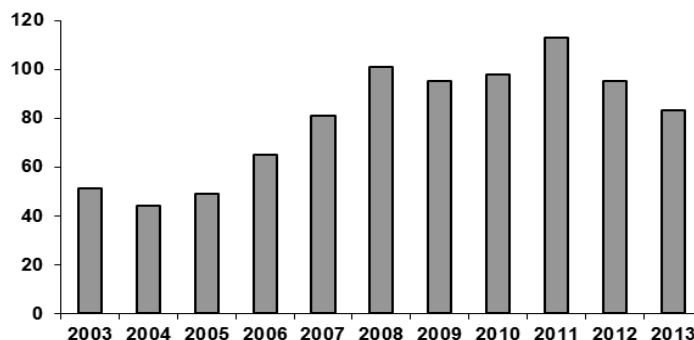


Gráfico 1-1- Artigos DNP listados na *web of science*.

Consultada a *web of science*, referente aos últimos onze anos (2003 a 2013) com “NPD” como primeiro tópico e “*new products*”<sup>2</sup> como segundo, obteve-se o gráfico 1.1. Assim, entre 2003 e 2008, ocorre um certo crescendo gradual e aproximadamente constante. Após este período, verifica-se uma estabilização com um pico em 2011, e uma consolidação do estrito fenómeno do DNP em termos da investigação científica. A estabilização, a um nível de cerca de uma centena de artigos ISI/ano, na geração de teoria bem como a importância económica para as organizações da sua implementação são em primeira análise motivos bastantes para justificar a importância científica do DNP. Não se pode negligenciar a associação do DNP e da inovação a novas formas de empreendedorismo, bem como às respectivas metodologias e ferramentas.

## 1.2 O DNP e a Competitividade das Empresas

De acordo com Karniel e Reich (2009) os processos do DNP são cruciais para a existência de negócios e empresas competitivas. Nunes (2004; p.3) refere expressamente que “*o DNP se tornou num dos factores determinantes do êxito empresarial*”. Caracterizam-se em seguida alguns conceitos-base nomeadamente o conceito de “produto”, bem como o que se refere aos novos produtos. Pretende determinar-se que a importância actual do DNP para as empresas, as áreas/domínios que intervêm no DNP (gestão de projectos, qualidade, engenharia simultânea - ES, etc.) e estratégias desde a inovação à inovação aberta (*open-innovation*) e à co-inovação (*co-innovation*). De acordo com Lisboa e Gomes (2006; p.34), a competitividade pode definir-se como sendo a maneira pela qual a empresa consegue satisfazer as necessidades dos consumidores, em concorrência com as congéneres, garantindo assim a sua própria sobrevivência. Ou seja, a competitividade resulta da transformação de ideias em produtos de uma forma mais rápida, barata e qualitativamente melhores e mais apetecíveis que os concorrentes, aos olhos do mercado e dos consumidores finais.

Autores como Chase e Aquilano (1997; p.28) referiam que, individualmente, as empresas serão consideradas competitivas se os produtos que oferecem ao mercado possuírem as características que os tornam pretendidos. É conhecimento corrente que competitividade e produtividade não são a mesma coisa. Com efeito pode ser-se produtivo mas não competitivo. Será conveniente que à produtividade corresponda uma adequada competitividade (Carvalho, 2005). Relativamente às estratégias que podem promover vantagem competitiva, são clássicos os estudos de Porter (1990; p.39 e seguintes) que consagram basicamente duas estratégias: vantagem conseguida através dos custos, proporcionando assim os mais baixos preços no mercado; e outra, obtida através da diferenciação dos produtos, tornando-os diferentes de todos os outros existentes no mercado.

---

<sup>2</sup> Quando se usa apenas o tópico “*New Product Development*” (NPD) aparecem temas insólitos que incluem e.g. “*development*” e “*New-Zheland*”, longe portanto dos objectivos pretendidos. Também quando se entra apenas com o tópico NPD, detectaram-se acrónimos iguais na Física, Química, Electrónica, etc., o que desfigurava gravemente a pesquisa. Com os dois tópicos referidos e pela apreciação efectuada, o enviesamento da análise terá sido mínimo.

### 1.3 Produto e novo produto; o papel da inovação

Numa primeira abordagem generalista, pode dizer que um produto se constitui como sendo o resultado de um processo (NP EN ISO 9000: 2005; p.15). Ainda assim, a mesma norma define processo como sendo um conjunto de actividades interrelacionadas e interactuantes que transformam entradas (*inputs*) em saídas (*outputs*). Ou seja, da definição de processo decorre que a produtividade de um processo, em termos físicos, corresponde ao quociente entre as saídas e entradas, sendo natural que as primeiras (numerador) sejam superiores às segundas (denominador). Atendendo ao exposto, a definição de produto pode completar-se e resumir-se ao resultado de um processo pelo qual actividades interrelacionadas e interactuantes transformam entradas em saídas. Do Manual de Oslo<sup>3</sup>, documento elaborado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e pelo Departamento Estatístico da União Europeia (EUROSTAT), o conceito de produto compreende bens e serviços (ponto 21).

Relativamente aos serviços, estes são por natureza intangíveis e não *stockáveis* (i.e. transportes). Quanto aos bens, eles são tangíveis (NP EN ISO 9000: 2005; p.20) e podem ser de três naturezas<sup>4</sup>: *software* (i.e. programas para computador ou um dicionário); *hardware* (i.e. motor de automóvel) e materiais processados (i.e. lubrificantes). Esta norma refere ainda que muitos produtos compreendem diferentes elementos pertencentes a estas categorias, pelo que, a respectiva denominação há-de corresponder àquela que for dominante. Para tanto, apresenta como exemplo o “produto automóvel” que conjuga serviço (informações do fornecedor), o motor e os restantes componentes como *hardware*, os combustíveis e lubrificantes como materiais processados e como *software*, o manual de instruções ou o que concerne ao do próprio controlo do motor. A NP EN ISO 9000 (2005; p.16) apresenta ainda, entre outros requisitos, constituintes do conceito de qualidade - o conceito de “requisito de um produto”. A referida norma considera um “requisito” como sendo a “expressão no conteúdo de um documento resumindo critérios a serem satisfeitos se for pretendido reclamar a conformidade com o documento e em relação aos quais não são permitidos desvios”.

Esta norma imputa ainda ao produto os seguintes aspectos: responsabilidades de aumento da satisfação dos clientes (página 7); confiança nos fornecedores na resposta aos requisitos que lhes competem (página 9); e processos de qualidade e desempenho do produto, de acordo com as melhores práticas de qualidade, proporcionando uma boa plataforma de melhoria contínua (página 10). Da literatura, seleccionaram-se duas definições: uma antiga, a de Cotta

---

<sup>3</sup> O Manual de Oslo é subordinado ao tema: “Proposta de Directrizes para Colheita e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica” e tem o objectivo de orientar e padronizar conceitos, metodologias e construção de estatísticas e indicadores de pesquisa de Investigação e Desenvolvimento de países industrializados. Na versão em inglês denomina-se “*The Measurement of Scientific and Technological Activities*” com sub-título: “*Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*”.

<sup>4</sup> Os exemplos apresentados são os da própria norma.

(1973; p.345-346) que refere o produto como sendo um “bem material obtido após transformação de matérias-primas. Os produtos acabados podem ser utilizados para satisfazer directa ou imediatamente necessidades económicas. Os produtos intermediários são destinados a uma utilização exclusiva de qualquer transformação ou produção”. E uma definição mais recente de Nunes (2004; p.vii) segundo o qual, “o produto é o principal meio que uma empresa pode utilizar na orientação dos seus recursos para as exigências do mercado, no sentido de proporcionar valor aos clientes e alcançar, deste modo, os objetivos da organização. No entanto, a estratégia de produto contém decisões complexas que afetam e condicionam a organização, quer interna quer externamente. O DNP, ou a alteração da carteira de produtos atual, exige o compromisso de todas as áreas funcionais para configurar, de forma integrada e sólida, a oferta proporcionada ao mercado”. Do ponto de vista do marketing, um produto pode considerar-se um bem ou serviço que atende aos requisitos de um mercado particular e rende lucro suficiente para justificar sua existência<sup>5</sup>.

Atendendo ao facto não de se encontrarem na literatura indexada existente, definições substancialmente diversas ou conceitos de produto que se considerem mais relevantes e que se possam subscrever, as asserções atrás aduzidas permitem adiantar um conceito de produto mais abrangente e consentâneo com as exigências do mercado, que as referidas definições sugeridas pelos normativos em vigor. Nestas condições, pode entender-se por produto, todo o bem ou serviço competitivo, obtido através de um processo de transformação com produtividade de entradas (matérias-primas, módulos, componentes, equipamentos, mão-de-obra, fornecedores, energia, voz do cliente, etc.) na saída, o próprio produto, que obedecerá aos mais exigentes requisitos de qualidade, preço e outros aspectos capazes de satisfazer os desejos reais ou simbólicas dos clientes exigentes, em suma: as necessidades do mercado.

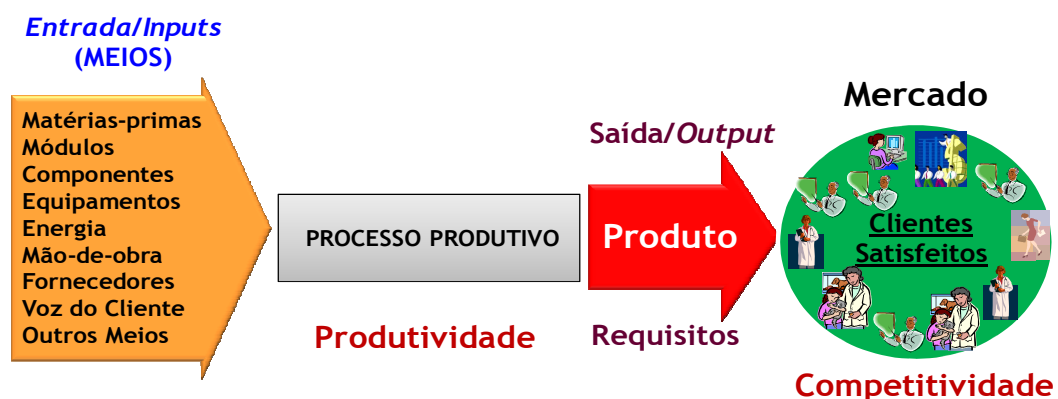


Ilustração 1-1 - Conceito de Produto.

Assim, se o produto (a saída/output) se mantém e perdura no mercado é porque além de assegurada a produtividade do seu processo ele também é competitivo porque compete e

<sup>5</sup>([http://www.businessdictionary.com/article/419/effective-methods-for-fostering-employee-growth/.](http://www.businessdictionary.com/article/419/effective-methods-for-fostering-employee-growth/)). Visitado em 18/7/2013.

sobrevive à concorrência. Este conceito de produto, bem como a respectiva envolvente associada ao mercado é à competitividade é apresentado na ilustração 1-1, em que as setas correspondem ao sentido dinâmico entre os meios de entrada e o respectivo produto, enquanto resultado da saída.

Na literatura detectam-se diversos autores que utilizam a terminologia “definição de produto” para um determinado produto específico do seu estudo. E.g.: Chen e Chang (2012) referem definição e produto em 3D; Dangelico *et al.* (2013) definem produtos “verdes” relativamente aos cuidados ambientais. Anteriormente, Bacon *et al.* (1994) ao definirem produto, referiam-se aos respectivos atributos e especificações. No desenvolvimento do presente trabalho utilizou-se o termo “definição de produto” de uma forma genérica. Esta definição também serve para conceptualizar “novo produto”, excepto no que concerne ao facto deste não existir no mercado antes do seu lançamento em primeira mão. Aliás as normas não os distinguem um do outro, excepto quando se associa o novo produto à inovação. A NP EN ISO 9000 (2005; p.8), diferentemente do manual de Oslo, refere que “*à inovação corresponde para a empresa, a implementação de uma nova ou significativamente solução, novo produto, processo, método organizacional, ou de marketing, com o objectivo de reforçar a sua posição competitiva, aumentar o desempenho ou o conhecimento sobre a matéria*”.

De acordo com Nunes (2004; p.10) um novo produto pode definir-se desde a perspectiva do cliente ou da empresa, o que origina conceitos diferentes. Do ponto de vista da empresa, um novo produto constitui qualquer acréscimo na carteira de produtos existente. Isto é, qualquer artigo que anteriormente não comercializava. Do ponto de vista do cliente, novos produtos, além dos que não conhece por serem originais, são os que adquire pela primeira vez, independentemente de já existirem no mercado ou, ainda, aqueles que identifica de forma diferente, em consequência de estratégias de reposicionamento desses produtos no mercado Nunes (2004; p.11). Ainda segundo o mesmo autor, existem vários exemplos que ilustram a dificuldade de alcançar o êxito no lançamento de um novo produto no mercado. O autor apresenta exemplos que mostram que uma elevada percentagem dos recursos, que as empresas investem no DNP, são incorrectamente utilizados em projectos que fracassam após a sua introdução no mercado ou, inclusive, abandonados antes da introdução do mercado. Em suma: a inovação emerge como instrumento de soluções melhoradas ou novas, incluindo produtos.

Em reforço desta ideia, de acordo com Akgün *et al.* (2007), qualquer novo produto emanará necessariamente, de processos de inovação que as organizações empresariais buscarão de forma sistemática e persistente ou, ainda, através ainda da improvisação estimulada pela turbulência da envolvente na organização. Assim sendo, antes da abordagem do DNP, tratar-se-á o fenómeno da inovação que conduza à sua concepção. A definição de inovação, de acordo com o Manual de Oslo OCDE (2005; ponto 141), é a “*Introdução no mercado de novos*

*ou significativamente melhorados, produtos ou serviços. Inclui alterações significativas nas suas especificações técnicas, componentes, materiais, software incorporado, interface com o utilizador ou outras características funcionais*". A inovação do produto/serviço pode utilizar novo conhecimento ou tecnologia ou apenas a combinação de conhecimento ou tecnologia já existente. O "projecto" também faz parte da inovação do produto. No entanto, quaisquer alterações que não promovam alterações significativas nas funcionalidades do produto, devem ser consideradas tão-só inovações de *marketing*. Quanto ao desenvolvimento de novas utilizações, com apenas pequenas alterações do produto nas suas especificações técnicas, isso ainda é considerado inovação. A inovação nos serviços pode incluir a significativa melhoria na maneira como o serviço é prestado (e.g.: rapidez, eficiência), novas funcionalidades ao serviço bem como a introdução de novos serviços (NP 4456: 2007; p.9). A inovação pode ser ainda entendida na sua acepção mais abrangente, de acordo com o Manual de Oslo OCDE (2005), quando inclui a implementação de um novo produto (bem ou serviço), processo, *marketing* ou organizacionais (NP 4458: 2007; p.4).

Uma inovação tecnológica de produto é a implantação/comercialização de um produto com características de desempenho aperfeiçoadas, de modo a fornecer objectivamente ao consumidor serviços novos ou alterados com significativas melhorias. Uma inovação de processo tecnológico é a implantação/adopção de métodos de produção ou comercialização novos ou significativamente aprimorados. Ela pode envolver mudanças de equipamento, recursos humanos, métodos de trabalho ou uma combinação destes (Manual de Oslo OCDE, 2005; ponto 24). O DNP está portanto associado à inovação. Esta evidência foi considerada ao início, como sendo um dos constructos de partida do presente trabalho.

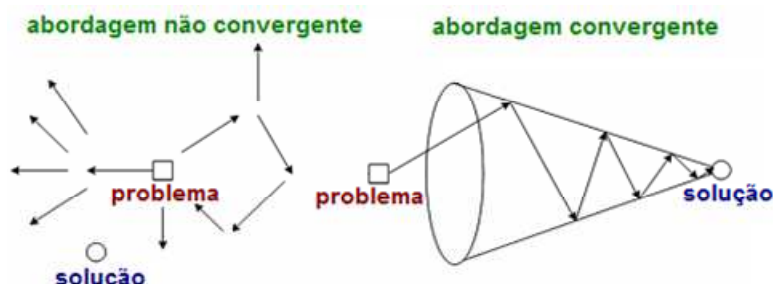
As actividades de inovação de produtos e processos tecnológicos de uma empresa podem ser de três tipos: "bem-sucedidas" por conduzirem à implantação de um produto ou processo tecnologicamente novo ou aprimorado; "abortadas" antes da implantação de um produto ou processo tecnologicamente novo ou melhorado, seja porque a ideia e o *know-how* são vendidos ou trocados com outra empresa, seja porque o mercado mudou; e "correntes", que correspondem a trabalhos em andamento que ainda não foram implementados. Tais actividades podem ser iniciadas para levar a um produto ou processo novo ou aprimorado específico, podendo também ter alvos mais difusos como no caso de pesquisa tecnológica básica ou geral (Manual de Oslo OCDE, 2005; p.39 e 40).

Conforme se verificou existem diferentes perspectivas de inovação, produto, processo, etc., pelo que se pode dizer que, sob cada ponto de vista, cada processo de inovação é único (Molenaar *et al.*, 2010). Além disso, e de uma forma decisiva, inovação significa mudança (Tidd *et al.*, 2003). Da óptica do produto, a inovação é pois, um processo de criação e introdução no mercado de algo novo (diferentes características ou funcionalidades) no mercado, estando relacionada com diversos factores (pesquisa, tecnologia, criatividade, invenção, etc.) ainda não conhecida pelo mercado ou posta em prática. Assim, não se trata

de um acto pontual, mas sim de um processo global que se estende ao longo do tempo. A inovação também não se resume à geração de novas ideias, pois requer a invenção de algo novo e a sua posterior aplicação na própria organização ou no mercado. Esta é aliás a principal diferença entre invenção e inovação, que convém destrinçar nesta fase do trabalho: enquanto a invenção é independente do uso, a inovação pressupõe a utilização da invenção no contexto interno ou externo à organização. Portanto, se a invenção não tiver qualquer utilidade, não contribuirá para a inovação (Lukas *et al.*, 2002). Os autores distinguem algumas características típicas na inovação que se podem classificar, em primeiro lugar, quanto ao grau. Neste caso, a literatura evidencia dois: a inovação incremental ou gradual e a radical ou disruptiva. Booms *et al.* (2013) apresentam inovação radical como sendo aquela que cria um novo e inesperado mercado, gerando um efeito de disrupção nos produtores e consumidores, por via dos produtos resultantes deste tipo de inovação. A penicilina, e.g., configurando o nascimento de uma nova família de medicamentos que curavam doenças até aí incuráveis e mortais, revelou-se um produto disruptivo relativamente ao passado, e radical quanto aos processos dos fabricantes e à qualidade de vida dos consumidores.

Por outro lado, podem classificar-se todos os produtos antibióticos subsequentes, fruto de melhorias e aperfeiçoamentos posteriores da penicilina, como sendo produtos decorrentes de inovação incremental, ou seja, objecto de passos inovativos graduais sem ocorrência de disrupção tanto na produção como no consumo. Iamratanakul *et al.* (2008), já tinham ido mais longe ao afirmar que a inovação radical veio render a competência técnica estabelecida, e tornar obsoleta a produção existente e aplicada aos mercados e clientes que permaneciam. Estes autores aplicam mesmo o termo “obsoletos” aos produtos existentes antes da ocorrência da disrupção.

Em segundo lugar, aborda-se uma outra forma inovativa detectada na literatura, com características típicas e que se podem classificar quanto ao processo inventivo utilizado. Neste caso, e de acordo com Shéu e Lee (2011), pode-se designá-la de convergente ou não convergente.



**Ilustração 1-2 - Inovação sistemática e abordagem tentativa e erro.**

Fonte: Adaptação de Shéu e Lee (2011)

Na ilustração 1-2 sugere-se que na abordagem não convergente, cada um dos intervenientes procura uma solução que eventualmente nunca será encontrada ou, sendo-o, apenas ocorrerá afortunadamente através de um possível “golpe de génio” dalgum elemento muito inspirado

(Shéu e Lee, 2011). No caso de uma abordagem convergente, a solução poderá ser encontrada, com perseverança, através de metodologias e estratégias inventivas sistemáticas bem determinadas. Uma ferramenta metodológica que poderá ser uma dessas metodologias de sistematização convergente de processos, é a *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ), anglicismo de acrónimo russo: “*Peoria Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch*”, a abordar numa fase sequente da presente tese. A inovação, além da inspiração engenhosa, pode ser sistemática. Eis uma conclusão que se constituirá como constructo ou asserção teórica da presente investigação (Subcapítulo 1.5) e que fica aqui desde já demonstrada.

Por fim, em terceiro lugar, outra forma de caracterizar os processos inovativos são os que concernem à inovação aberta e outros que decorrem do isolamento empresarial, cada vez menos recorrente. No primeiro caso trata-se da troca de conhecimento inovador que se refere ao fenómeno de transferência de conhecimento (Fain<sup>b</sup>, 2010), no qual os recursos se movem facilmente na fronteira ou interface empresa/mercado, sendo comumente designada por “inovação aberta”. De acordo com Robertson *et al.* (2012) a inovação aberta (*open innovation*) depende do conhecimento distribuído ou compartimentado da organização, e deverá ser integrado com eficácia para se obter um melhor desempenho global. Concluem, no entanto que, tal só será possível com produtos e processos produtivos de alta qualidade. Os mesmos autores concluem ainda que, obter e reter conhecimento útil de pouco vale na ausência de informação. Por isso é necessária uma atenção especial, tanto conceptual ou teórica como empírico-prática, para as competências necessárias à inovação. Ainda de acordo com Robertson *et al.* (2012), em termos de inovação aberta, a coordenação da mistura dessas competências, bem como a capacidade da sua absorção e utilização, conduzirão a um enriquecimento valioso e incremento do seu valor efectivo.

Nesta fase é coerente apresentar-se o fenómeno da *co-innovation*, associado à inovação aberta e a relevância que evidencia no DNP. De acordo com Traitler *et al.* (2011), a inovação aberta é necessariamente partilhada em forma de parceria ou aliança estratégica e quando assim é, assume a designação de *co-innovation* (co-inovação). Estes autores detectaram que, através desta forma partilhada de inovação, se conseguem benefícios na cadeia de valor para o cliente, modelo esse que classificam de *win-win*, valorizando assim o novo produto junto do mercado. Sobre este tema Lee *et al.* (2012), sustentam que a co-inovação corresponde a um novo paradigma de inovação, onde novas ideias e abordagens de diferentes fontes internas e externas são integrados numa plataforma, a fim de gerar novos organizacionais e valores partilhados. O núcleo de co-inovação, segundo os mesmos autores, inclui envolvimento, co-criação e excelente experiência de criação de valor. Sobre estes processos colaborativos e cooperativos operando em rede, Camarinha-Matos *et al.* (2004) ou Romero e Molina (2011) chegam a conclusões similares, relativamente aos benefícios da partilha da inovação. Estabelecida que foi a estrita relação que existe entre o DNP e a inovação, recorreram-se aos artigos científicos publicados da *web of science* e

verifica-se um interesse que foi crescente, e que actualmente se mantém de certa forma estabilizado em cerca de meia centena por ano, tal como evidenciado pelo gráfico 1-2.

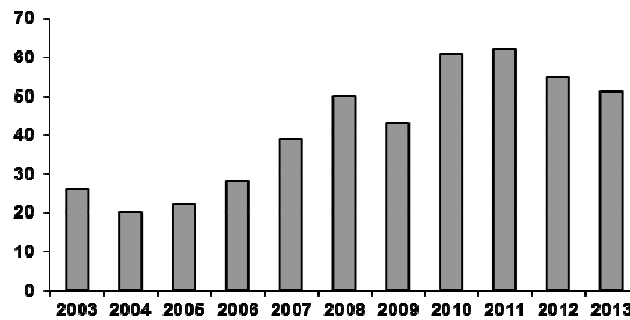


Gráfico 1-2 - Artigos DNP/Inovação listados na *web of science*.

lamratanakul *et al.* (2008) estabelecem uma relação entre inovação e DNP, através da identificação dos factores que influenciam a inovação, e através de dois paradigmas distintos: o da evolução tecnológica e o da revolução tecnológica. Do lado do DNP, são identificados os factores que influenciam o DNP como ilustra a ilustração 1-3.

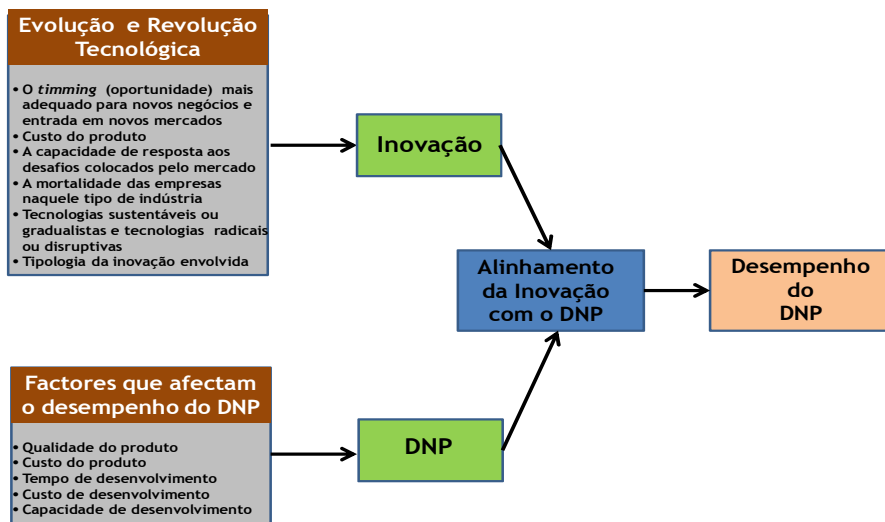


Ilustração 1-3 - Inovação e DNP.

Fonte: Adaptação de lamratanakul *et al.* (2008)

Nela se evidencia a abordagem da evolução tecnológica de três perspectivas diferentes: a primeira concerne ao melhor *timing* para que novos negócios penetrem no mercado; a segunda concerne com a resposta dada pela concorrência existente ao novo produto que acaba de chegar ao mercado e a terceira concerne à mortalidade das empresas no respectivo tipo de indústria. Também é evidenciado que a revolução tecnológica se considera através da comparação entre a tecnologia de base gradualista e sustentável e a outra radical, já conhecida e de natureza disruptiva e drástica (Zhou e Li, 2009). Do lado do DNP, os factores-chave susceptíveis de o influenciar são: a qualidade; o custo/preço; o custo/preço do processo de desenvolvimento; as capacidades instaladas e a compressão do tempo do processo.

## 1.4 Importância Actual do DNP para as Empresas

De acordo com Karniel e Reich (2009), os processos do DNP são cruciais para a existência de negócios e empresas competitivas. Mais ainda, são vitais não só para as empresas, mas também para o desenvolvimento económico em geral. Para tanto, estes autores referem que os processos de DNP exigem um esforço continuado de redução dos *lead-times* (Christopher, 1998; p.168), compressão ou redução do tempo e redução do *time-to-market* (Nunes, 2004) e dos custos (Kuřar *et al.*, 2004 e Karniel e Reich, 2009). Relativamente a épocas passadas em que todas as coisas pareciam asseguradas e adquiridas, a grande diferença que actualmente se detecta no DNP, reside no aumento de turbulência a nível global que acrescentou maiores níveis de incerteza (Akgün *et al.*, 2007) e maior risco na tomada de decisão empresarial. Tal incerteza e concomitante risco (Lin *et al.*, 2008) devem-se, inclusive, ao facto do ciclo de vida dos produtos ser cada vez mais curto (Akgün *et al.*, 2007).

Quanto a projectos de DNP que conduzam a produtos radicalmente diferentes dos existentes, de acordo com (Akgün *et al.*, 2007), envolvem tecnologias de produção também elas inovadoras, remetendo tudo para novos mercados não familiares, onde correm mais riscos face à incerteza inerente, apesar do seu mais amplo campo de sucesso. Ainda de acordo com Akgün *et al.* (2007), os grupos de trabalho (*teams*) que desenvolvem esses novos produtos, em tais envolventes turbulentas e incertas, esbarram na rápida depreciação das tecnologias e do conhecimento dos mercados, devido não só a necessidades e desejos dos clientes, mas também, às mudanças que decorrem no próprio conhecimento (*know-how*) tecnológico (Patanakul *et al.*, 2012).

Mas, o que aqui interessa saber é se, independentemente das variáveis associadas às mudanças turbulentas que conduzem à incerteza do comportamento dos mercados no futuro e ao risco associado a esse desconhecimento o DNP, as suas ferramentas de suporte e os seus modelos de referência, produzem ou não efeitos positivos e competitividade no desempenho - eficiência e eficácia<sup>6</sup> - nas entidades empresariais que utilizam estes projectos inovadores, face às outras que trabalham ou inovam sobre os produtos já existentes (Chen e Lin, 2011).

Num estudo de 2010, realizado a partir da análise de um conjunto de casos empíricos com origem na China (nomeadamente *Hong Kong*) e *Taiwan*, Chen e Lin (2011), numa amostra de 251 empresas inquiridas, concluíram pela melhoria do desempenho (*performance*) do DNP, por via da integração de um novo processo que designam de “*Merge and Aquisition*” (M&A). Este processo produz um efeito de formação de sinergias, ou seja um efeito sistémico, que consiste num resultado pelo qual o somatório das partes é superior ao todo, ou seja, “1+1>2”. Embora os referidos autores não o refiram, este poderá ser um caso típico da já referida

---

<sup>6</sup> De acordo com Carvalho (2004; p.17) e (Ackoff, 2001) é função da eficiência e da eficácia do processo, onde a “eficiência” consiste em se produzir o que é necessário com o mínimo possível de meios (*inputs*) ou seja fazer bem as coisas e a “eficácia” corresponde a obter resultados (*outputs*) de acordo com os objectivos e prazos estipulados, o mesmo que “fazer as coisas certas”.

co-inovação. Os autores deste estudo concluem ainda que a integração dos impactos provocados pelo desempenho do DNP é realizada através de variáveis mediadoras, e não através da intervenção directa do próprio DNP. A variável mediadora que estes autores consideram determinante, é o que designam por “*New Product Competitive Advantage*”, ou seja, a vantagem competitiva do novo produto. Portanto, neste artigo, a vantagem competitiva é associada ao DNP.

Raehse (2012) afirma que, para conseguir competitividade no mercado global, as novas ideias sobre produtos inovativos devem ser postas em prática e lançadas rapidamente. Ou ainda mais afirmativamente (Kim *et al.*, 2008): “*o êxito alcançado com o DNP constitui, em quaisquer circunstâncias, uma importante vantagem competitiva para as empresas*”. De acordo com Mu *et al.* (2009), o êxito referente à comercialização de novos produtos ao longo do tempo é essencial para a vantagem competitiva sustentável das empresas. Mas, ainda segundo estes autores, a inovação que permite gerar o DNP não é um caminho isento de dificuldades, e a falha pode ser um dos destinos possíveis para uma ideia ou projecto que inicialmente pareceriam destinadas ao êxito. Porquê?

É que Mu *et al.* (2009) associam o desempenho do DNP à assunção do risco em três dimensões da gestão: tecnológica; de *marketing* e organizacional, bem como o efeito interactivo entre todas. Neste estudo, os referidos autores concluem que o DNP envolve riscos não negligenciáveis associados, entre outros, à incerteza nos mercados, e daí o êxito não ser muitas vezes o espectável. A gestão do risco no DNP é multidisciplinar, e a vantagem competitiva das firmas inovativas advém do êxito da implementação de uma gestão estratégica multidimensional, assente nas três dimensões referidas por Mu *et al.* (2009). Assim, o risco constitui a barreira a transpor num mercado minado de incerteza, turbulência e complexidade, tal como reconhecem Karniel e Reich (2009).

## 1.5 Questão da investigação e objectivos a atingir

Durante uma fase prévia à própria investigação foram-se construindo (induzindo) pontos de amarração entre a realidade e o fenómeno, os constructos<sup>7</sup>, também designados de asserções teóricas como dados de partida. Neste caso os constructos são:

- A inovação está associada ao DNP;
- A inovação (além da inspiração engenhosa) pode ser sistemática;
- O DNP deve constituir-se como um processo eficiente e eficaz;
- O DNP serve-se de metodologias, técnicas e ferramentas;
- Existem modelos segmentados de DNP típicos e específicos;
- A construção de modelos de DNP pode ser tratada e aperfeiçoada cientificamente;
- É importante a existência de um modelo sistémico e abrangente para o DNP.

---

<sup>7</sup> Termo recorrente na literatura de investigação, e bastaria consultar toda a obra metodológica de Yin (2011), para que este termo surgisse a cada passo. “Constructos” são pois asserções ou construções teóricas desenvolvidas com vista à resolução de um problema científico Michell (2013).

Tais constructos tiveram origem num conjunto de questões relevantes que ajudaram a chegar à questão final (*research question*) da presente investigação: *como deve ser, em que deve consistir e qual a utilidade de um modelo abrangente e integrado de DNP*. Estas asserções obtidas por fases e de forma indutiva (Dubois e Gibbert, 2010), e que serão confirmadas ao longo da investigação, foram sendo modificadas de acordo com entrevistas presenciais a académicos, engenheiros e gestores bem como uma persistente consulta bibliográfica sobre o DNP. Os dois primeiros constructos (Michell, 2013) foram já confirmados em 1.3.

Nestas condições, e de uma forma mais suportada, pode resumir-se o objectivo exacto do presente trabalho de investigação: *a construção de um quadro metodológico ou modelo de referência funcional, abrangente e integrado, que tenha a capacidade de orientar a indústria e as empresas na concepção e desenvolvimento de novos produtos que os mercados consagrem*.

Dado que da literatura conhecida não se detectaram propostas de modelos de enquadramento sistémicos do fenómeno DNP, mas apenas modelos parcelares ou adequados a casos de empresas ou indústrias específicas, enveredou-se por uma investigação conducente à geração de um modelo funcional, abrangente e holístico, que deve permitir duas utilidades distintas:

- A primeira, de índole puramente científica enquanto cardápio organizado de soluções para problemas ocorridos no DNP com recurso às ferramentas metodológicas e instrumentais conhecidas;
- A segunda, de índole operacional e aplicada, um subproduto da anterior em que funcionará como ferramenta de diagnóstico, *roadmap* ou roteiro de aferição, de processos, projectos e produtos, dedicado às empresas que inovam, concebem e desenvolvem novos produtos.

## 1.6 Metodologia da Investigação

Na fase inicial deste trabalho é conveniente abordar-se a estratégia metodológica da investigação que permita gerar o modelo final que se pretende atingir. Para o tema desta investigação, referente ao DNP, existe terminologia que, nalguns casos, é coincidente com a que é comumente tratada nas estratégias de investigação científica: metodologias, métodos, ferramentas, técnicas, etc.

Assim, para que durante o decorrer deste trabalho não se possa estabelecer qualquer confusão terminológica, é importante que após o tratamento da estratégia metodológica da investigação estas sejam, tanto quanto possível, coincidentes ou similares relativamente aos conceitos ou, se assim não for, estabelecidos pelo menos os domínios para que os mesmos termos e diferentes conceitos de maneira a que não possam ser confundidos. São, portanto, dois os objectivos a atingir com o desenvolvimento deste Subcapítulo: em primeiro lugar,

definir a estratégia da investigação para o presente trabalho e, em segundo lugar, alinhar a terminologia conceptual com a que vai decorrer do tema DNP, evitando equívocos indesejáveis. Daí ter sido necessário cuidar das questões terminológicas, da epistemologia<sup>8</sup>, ontologia<sup>9</sup> e consequente hermenêutica<sup>10</sup>.

## 1.7 Conceitos e Terminologias de Investigação Científica

É antiga e ainda não encerrada a discussão filosófica acerca do que é teoria, ciência, conhecimento e a diferença entre conhecimento e compreensão dos fenómenos (Schmenner *et al.*, 2009), além de outros importantes conceitos. Acerca do conceito teoria existem fortes desacordos entre autores. E.g., Strauss e Corbin (1998; p.25) referem que “*teorizar constitui um acto de construção*”. Inversamente, Hempel (1966) citado por Schmenner *et al.* (2009), afirmam que: “*as teorias não são construídas, são inventadas*”, o que significa que não podem ser construídas ou deduzidas sistematicamente dos factos. Perante opiniões tão extremadas, não se pretende contribuir para alimentar tais desacordos conceptuais. Poderá, no entanto, referir-se que muitos autores recorrem à terminologia “gerar teoria”, que parece bastante mais consensual.

Quanto à ciência e resumindo o que muitos autores e filósofos assumem, aliás com divergências, ela corresponderá a um conhecimento ou conjunto e conhecimentos rigorosos e sistemáticos, mesmo que não perfeitos, de uma realidade. Tais conhecimentos adquirem-se pelo estudo, pela prática ou pela conjugação de ambas. De acordo com Nevado (2001), já no que respeita ao desenvolvimento de ciência, este deve passar pelo valor acrescentado ao conhecimento existente, ainda que para tanto, ocorram rupturas com esse mesmo conhecimento. Nesta fase, deve tratar-se de uma importante questão que se coloca em qualquer trabalho de investigação científica: *a questão da escolha da metodologia mais adequada a utilizar.*

Assim, quando em presença de uma nova questão ou problema a esclarecer, desenvolver e resolver, o investigador tanto pode trilhar uma metodologia científica que tenha por base uma estratégia de investigação puramente teórica, como optar por uma estratégia fundamentalmente empírica. Pode ainda, desenvolver uma estratégia em que estejam envolvidas, conjuntamente, ambas as opções: a teórica e a empírica. Na teórica, o investigador tenta construir um sistema lógico com base exclusivamente na revisão de livros, artigos e comunicações conhecidas sobre o tema sob o qual se debruça e recorrendo à sua capacidade intelectual, elabora uma nova perspectiva do problema com vista à criação de

---

<sup>8</sup> Um processo contínuo de aprendizagem que vai às raízes do conhecimento. A ciência do conhecimento (entendimento) da realidade.

<sup>9</sup> Da natureza da realidade percebida. A ciência do ser.

<sup>10</sup> Da teoria da interpretação das coisas.

uma teoria também nova (Nevado, 2001). Na empírica, ainda de acordo com o mesmo autor, o investigador apodera-se do objecto da sua investigação e estuda, observa, recolhe, trata e analisa informação, experimenta e realiza medições, tentando dessa maneira obter conclusões que acrescentem algo de novo ao conhecimento existente ou que porventura o ponha em causa. Trata-se de uma filosofia de investigação conhecida e denominada como positivismo. Não enfeitando a apreciação teórica prévia com base na literatura existente, uma teoria que não possa ser verificada experimentalmente não pertencerá ao domínio da ciência, mas sim da metafísica (Thuan e Xuan, 1998). Sabe-se actualmente que muita ciência teórica de elevada qualidade do âmbito da matemática ou da física, entre outras, não foi demonstrada empiricamente no momento próprio, mas validada experimentalmente e aplicada muito tempo depois, apenas com recurso a tecnologias só então disponíveis.

Anteriormente, Cattell (1966) citado por Nevado (2001), e referindo-se à metodologia científica, defendia já uma investigação em espiral, ou seja, a aplicação de uma metodologia indutivo-hipotético-dedutiva em que a primeira fase seria de exploração e observação de onde emergiriam depois as respectivas hipóteses. Para Mintzberg (1979; p.30, 31, 152 e 154), o que deve atrair os investigadores é a descoberta baseada num trabalho indutivo em duas fases: a do detective e depois a do salto criativo.

Outros investigadores propõem metodologias muito mais flexíveis de investigação directa, qualitativa ou quantitativa com ou sem hipóteses a testar. Nomeadamente, Glaser e Strauss (1967), Eisenhardt (1989), Yin (1994) e Sutton (1997). Destes, Kathleen Eisenhardt, apresentava-se ao tempo como “ultraliberal”, já que para esta investigadora, a consideração de anterior conhecimento nos casos de estudo não poria em causa os conhecimentos adquiridos inquinando a investigação. Finalmente, e de acordo com Nevado (2001), investiga-se filosoficamente com o fim de conhecer. Nestas condições, a questão já não será então a verdade, mas sim o conhecimento e a sua compreensão.

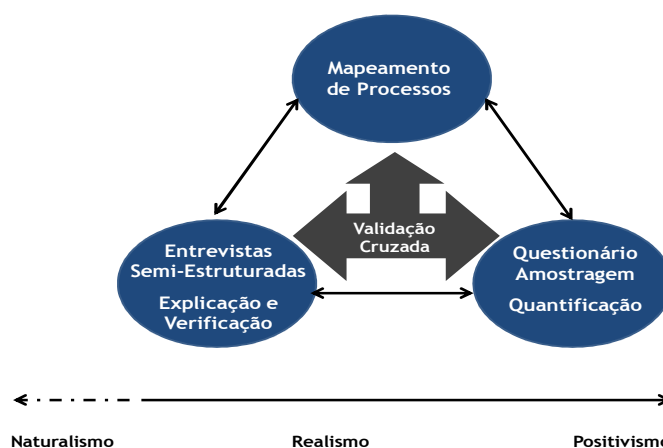
### **1.7.1 Discussão Epistemológica**

O positivismo, que terá nascido com Auguste Comte (1798-1857), o qual sustentava que deveriam ser a técnica e a experimentação a reger a ciência (Nevado, 2001). Os antecedentes da mentalidade positivista pura criam raízes no empirismo clássico para quem o conhecimento derivava fundamentalmente da referida experimentação. Nesta concepção apenas existia um método eficaz: o método empírico-dedutivo utilizado nas ciências naturais onde, qualquer que fosse o fenómeno, ele haveria de se reger por leis imutáveis que viriam a ser conhecidas através dum modelo matemático explicativo. Assim sendo, para estudar o fenómeno, o investigador deveria ser independente, não ser afectado ou afectar o objecto da investigação, enfatizando ainda a informação quantificável que conduza a análises matemáticas ou estatísticas que permitam saltos dedutivos. Ainda de acordo com o mesmo autor, para os positivistas lógicos, as preposições científicas universais apenas são verdade se

forem verificadas empiricamente, embora nenhum número finito de testes pudesse garantir a veracidade das declarações universais. Por via desta dificuldade, o conceito de verificação foi sendo substituído pela ideia do aumento gradual da confirmação, que ficou conhecida como empirismo lógico, e que tem como ideia subjacente o reconhecimento de que as verdades universais não podem ser verificadas, mas apenas confirmadas pela acumulação de testes empíricos (Kitcher, 2013).

De acordo com os referidos autores, ainda persiste a seguinte questão: quem garante que os sucessivos testes empíricos não estão eivados de erros que vão enviesar o modelo face à realidade? Eis porque nos últimos tempos as críticas ao positivismo têm aumentado significativamente especialmente no campo das ciências sociais e outras de interface (i.e. a própria Engenharia e Gestão Industrial - EGI) onde o positivismo não é visto como uma abordagem suficientemente interessante para explicar a profundidade dos complexos problemas, nomeadamente no campo da gestão e dos negócios, da organização do trabalho e mesmo das operações. Os actuais desenvolvimentos da investigação qualitativa tendem a adoptar uma estratégia epistemológica não positivista, com recurso a metodologias que envolvam análises mais flexíveis e realistas, a meio caminho do que se designa por naturalismo ou construção teórica naturalista, hipotético ou não, dedutivo e indutivo, qualitativo e/ou quantitativo.

Exemplificando, num artigo no âmbito da EGI, Holweg (2003) que ao tempo, supostamente, deveria utilizar métodos quantitativos, teve de justificar com alguma minúcia o porquê da necessidade do recurso ao referido *mix* (qualitativo mais quantitativo). Para tanto, ele apresentou o esquema da ilustração 1-4, que de uma forma muito sintética, explica a sua estratégia de investigação assente na conjugação destes dois métodos referidos engenharia pudesse utilizar metodologias científicas mais adequadas a ciências sociais ou da gestão.



**Ilustração 1-4 - Utilização conjunta de métodos qualitativos e quantitativos.**

Fonte: Adaptação de Holweg (2003).

Como se observa, Holweg (2003) adopta uma metodologia a meio caminho entre a filosofia positivista e a naturalista: realista como ele próprio refere. Ao tempo, não pareceria muito

curial que um artigo científico em áreas afins das ciências em áreas afins das ciências da engenharia pudesse utilizar metodologias científicas que pareceriam mais adequadas a ciências ditas sociais. Os teóricos da investigação fundamentada em dados, designada por “*grounded theory*” (Glaser e Strauss, 1967), à falta de um problema concreto de partida, propuseram a inexistência de hipóteses ou seja uma investigação passo a passo, dedutiva e indutiva, afastando-se assim definitivamente do empirismo. Mas este não é o caso do presente trabalho.

### 1.7.2 Metodologia e Métodos Científicos da Investigação

Como já se referiu, o objectivo desta investigação é o de construir um modelo de referência, abrangente e integrado para o DNP, preferencialmente do âmbito industrial e tecnológico. Da revisão da literatura resultou um levantamento, tão exaustivo quanto possível, de uma forma dedutiva do actual estado da arte e do conjunto dos modelos existentes ou propostos para questões relevantes mas parcelares do DNP, dos seus métodos e das suas ferramentas. A investigação teórica foi conduzida, de forma exploratória através de uma estratégia dedutiva-indutiva. Dado que esta pesquisa se debruçou sobre um problema de solução indefinida, ela decorre sobre um tema reconhecível - o DNP - não só pela indústria em geral (Eco, 1997; p.52), mas também pela comunidade científica em especial. Pretende-se assim que a principal mais-valia desta investigação seja evidente pela diferença do nível da ciência em apreço entre a situação dum eventual pulverização de modelos parcelares e da construção do modelo holístico, abrangente e integrado, que se pretende alcançar com o trabalho desenvolvido nesta tese.

Tal modelo a obter será conceptual, visto ser obtido graças ao salto indutivo realizado após a dedução numa investigação do tipo qualitativo, sendo testado empiricamente numa fase posterior. É pois, um trabalho teórico com validação interna e externa (painel de especialistas mais avaliação de casos de estudo realizados na indústria) que adoptará uma estratégia epistemológica assente em metodologias flexíveis e realistas, a meio caminho do que se designou por naturalismo ou construção teórica naturalista, porventura não hipotética. Trata-se de um trabalho qualitativo, dedutivo e indutivo, como já foi referido. A validação empírica externa do modelo teórico foi realizada através de um conjunto de casos reais de DNP em ambiente industrial nacional e internacional (nos casos de estudo que envolveram projectos com parceiros a nível mundial). O objectivo desta validação não foi o de gerar teoria, mas apenas testá-la, validá-la e aperfeiçoá-la. E assim, o modelo conceptual obtido transformou-se em funcional, porque se demonstrou que efectivamente funciona.

Apesar desta limitação não se deixará de abordar, mais adiante neste trabalho, a teoria *Delphi* e a forma de utilização dos estudos de caso (*case study*). Refira-se finalmente, que a abordagem às questões de índole epistemológica, realidade, verdade, ciência e não ciência, metodologias científicas, métodos, etc., dado estarem previamente consolidadas, obrigam à

citação de autores cuja investigação tem cerca de uma década, o que neste caso particular se pode considerar clássico.

## 1.8 Estrutura do Documento

A organização da tese foi desenvolvida tal da forma apresentada na tabela 1-1, na qual se destacam as Secções em o que trabalho se divide, bem como os principais tópicos que são abordados e desenvolvidos nos Capítulos e Subcapítulos que compõem o presente trabalho.

No primeiro Capítulo - a Introdução - aborda-se o que concerne à relevância do tema, actualidade do tema para empresas e respectiva competitividade e os conceitos e definição de produto, inovação, etc. E seguem-se a questão objecto da investigação, a metodologia científica empregue e a própria estrutura da tese.

No segundo Capítulo são abordadas as áreas sistémicas e estratégicas do DNP. Tal obriga a uma incursão, ainda que sumária pelo conceito de estratégia e pela sua adequação multifacetada às questões da inovação, concepção e desenvolvimento de novos produtos. Abordam-se teorias disruptivas sobre o enfrentamento clássico da competição no mercado e a fuga a essa competição designadas respectivamente por *red ocean* e *blue ocean* e as consequências empresariais que decorrem. Foi também abordado o ambiente sistémico referente à incerteza e risco envolvidos na inovação de produtos, o *benchmarking*, a avaliação do mercado, o *marketing*, e os fenómenos da internacionalização e da globalização.

No terceiro Capítulo, abordam-se os domínios organizacionais e processuais do DNP. Os organizacionais que correspondem tanto à cultura empresarial como, paralelamente, aos princípios a que a organização se tem de subordinar. No primeiro caso, o funcionamento multidisciplinar a partilha do conhecimento e informação, participação em redes colaborativas, disponibilidade para alianças e parcerias estratégicas, inovação aberta e co-inovação e uma predisposição intrínseca para a abordagem à competitividade. No segundo caso, o respeito pela legislação em vigor referente aos produtos, a normalização, a certificação dos processos empresariais e produtivos, dos próprios produtos, um pensamento *lean* na abordagem à minimização de meios e maximização da produção e da produtividade. Nas áreas e domínios processuais do DNP, basicamente o domínio da concepção e da organização do projecto do DNP, e alguns factores-chave de sucesso tais como a engenharia e a capacidade tecnológica disponível capazes de solucionar toda a vasta gama de problemas resultantes da própria inovação. Finalmente propõe-se um modelo preliminar de DNP.

No quarto Capítulo, aborda-se a utilização de ferramentas na resolução dos referidos problemas. Assenta-se nas noções de “metodologia”, “ferramenta”, “método” e “técnica”, a utilizar neste trabalho. Proceda-se à identificação das ferramentas mais relevantes de apoio ao DNP, e define-se o critério e a metodologia de selecção das mesmas. Para cada uma das ferramentas seleccionadas, descreve-se de forma sucinta: como funciona, para que serve e

qual o contributo para o modelo final. Analisam-se, portanto, as ferramentas disponíveis de suporte ao DNP. Propõe-se novo avanço ao modelo em curso de investigação.

No quinto Capítulo abordam-se os modelos de suporte ao DNP. Define-se o conceito de modelo, a sua classificação e qual sua função/objectivo. Explicita-se o conceito de modelo conceptual ou quadro de referência metodológico. São descritas as funções/objectivo dos modelos de referência, as suas principais características. Identificam-se alguns dos modelos existentes, de apoio ao DNP, considerados mais relevantes. Para cada modelo são descritas de forma sucinta as respectivas abordagens e quais os principais benefícios e limitações por contraponto ao pré-modelo assumido. Atinge-se neste capítulo o objectivo proposto no presente trabalho: a obtenção de um “*Modelo Abrangente e Integrado de Desenvolvimento de Novos Produtos*” (MAIDNP). Ou seja, é apresentada a proposta, por via de um salto indutivo de um modelo conceptual através do qual, deve ser possível integrar qualquer projecto genérico do DNP e validar os respectivos processos de trabalho e o enquadramento sistémico.

No sexto Capítulo, é desenvolvida a parte empírica do trabalho que tem como finalidade aplicar e validar o modelo proposto e aperfeiçoá-lo. Nestas condições, o modelo conceptual passará a designar-se por “*funcional*”. São discutidos os processos de validação na produção de conhecimento científico, os processos de validação utilizados, o porquê desses e não doutros e a validação do trabalho desenvolvido. Como primeiro método de validação utiliza-se um painel de especialistas (*Delphi*) e depois, como método complementar de validação do modelo, a utilização de um guião baseado nesse mesmo painel para aplicação em quatro casos de estudo ilustrativos.

Finalmente, no sétimo Capítulo, são apresentadas as conclusões obtidas com este trabalho, uma breve discussão de resultados e indicados tópicos ou pistas para trabalhos futuros, ou seja, as considerações finais e principais contributos, bem como as perspectivas que podem ser posteriormente abordadas noutros trabalhos.

Tabela 1-1 - Estrutura da presente tese.

Secções	Principais questões a abordar
Capítulo 1 - Introdução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevância do tema - actualidade do tema para empresas e respectiva competitividade e os conceitos e definição de produto, inovação, etc.</li> <li>• Questão de investigação</li> <li>• Metodologia de Investigação</li> <li>• Estrutura do documento</li> </ul>
Capítulo 2 - Áreas estratégicas e sistémicas do DNP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estratégias de DNP - Gradualismo e disrupção: BOS e ROS</li> <li>• Variáveis estratégicas (incerteza, risco) e parâmetros estratégicos (Globalização, <i>Marketing</i>, <i>Benchmarking</i>)</li> <li>• Consideração da “Voz do Cliente”</li> </ul>
Capítulo 3 - Áreas e domínios organizacionais e processuais do DNP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Áreas organizacionais do DNP</u> tanto as culturais como as reguladoras de princípios inerentes ao produto</li> <li>• (<u>Áreas processuais do DNP</u>: Gestão do projecto DNP do tipo sequencial e alternativas (engenharia simultânea, etc.)</li> <li>• Engenharia, tecnologia, qualidade. Partilha de conhecimento e informação em movimentos colaborativos</li> <li>• Proposta de modelo preliminar</li> </ul>
Capítulo 4 - Ferramentas de suporte ao desenvolvimento de novos produtos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferramentas de resolução de problemas no DNP</li> <li>• Definição (para este trabalho) de Metodologia, Ferramenta, Método e Técnica.</li> <li>• Identificação das ferramentas mais relevantes de apoio ao DNP - Definir o critério e a metodologia de selecção das mais relevantes e respectivas classificações</li> <li>• Descrição sucinta das ferramentas seleccionadas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como funcionam</li> <li>• Qual o contributo respectivo?</li> <li>• Campo de aplicação?</li> </ul> </li> <li>• Evolução do modelo preliminar</li> </ul>
Capítulo 5 - Modelo conceptual de referência, Abrangente e Integrado, de suporte ao DNP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O que é um modelo e como podem ser classificados os modelos</li> <li>• Qual a função/objectivo dos modelos</li> <li>• O que é um modelo Conceptual ou Quadro de referência e qual a respectiva função/objectivo</li> <li>• Que tipo de abrangência: holística ou sistémica?</li> <li>• Identificação dos modelos existentes mais relevantes de apoio ao DNP</li> <li>• Para cada modelo descrever de forma sucinta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qual é a sua abordagem, quais são os principais benefícios e as suas principais limitações.</li> <li>• Evolução do modelo prévio</li> </ul> </li> <li>• Indução do modelo conceptual de referência, abrangente e integrado</li> <li>• Caracterização do modelo proposto</li> <li>• Utilidade do modelo e novas aplicações</li> </ul>
Capítulo 6 - Aplicação e Validação do modelo proposto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão dos processos de validação na produção de conhecimento científico</li> <li>• Processos de validação utilizados e justificação do uso desses e não doutros</li> <li>• Validação interna do trabalho desenvolvido através da utilização de painel de especialistas - <i>Delphi</i></li> <li>• Casos de estudo que validarão (validação externa) o modelo conceptual consagrando-o como modelo funcional</li> </ul>
Capítulo 7 - Conclusões, discussão dos resultados e trabalhos futuros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão dos resultados</li> <li>• Considerações Finais e Principais contributos</li> <li>• Perspectivas relativamente a trabalhos futuros</li> </ul>

## Capítulo 2

### Áreas Sistémicas e Estratégicas do DNP

Neste capítulo abordam-se as áreas da gestão estratégica do conjunto sistémico que deve servir de cúpula às entidades empresariais que organizam, concebem e desenvolvem novos produtos, ou seja aquelas cuja missão é inovar, estar à frente e antecipar o futuro. São apresentados os modelos estratégicos associados tanto à competitividade como à tentativa de fuga à competição por inovação disruptiva. São consideradas as actividades de *benchmarking*, de atenção à concorrência, bem como as que levam em conta as atitudes e expectativas do mercado e dos clientes. São ainda abordadas as estratégias associadas à internacionalização e globalização.

Todas estas questões têm em conta o ambiente de incerteza e risco que emanam da turbulência económica e social que agitam o mundo actualmente. Nestas condições, se a inovação permanente constitui uma resposta inevitável à mudança em curso, as actividades de concepção e desenvolvimento de novos produtos têm de ser realizadas numa envolvente arriscada, difícil e de êxito incerto.

#### 2.1 Domínio Estratégico do DNP

##### 2.1.1 O Conceito de Estratégia. Breve Resenha Histórica

A palavra “estratégia” tem raízes militares e significa a “função do general do exército”. A estratégia seguida pelo general traduzia-se depois num plano de campanha a realizar, que determinava as acções ofensivas e defensivas. Uma referência incontornável na abordagem temática e militar é a do General Carl Von Clausewitz. De acordo com Clausewitz (1832)<sup>11</sup>, a estratégia visa conhecer a posição que se ocupa e quais as forças com as quais se podem contar. O general separa ainda estratégia daquilo que é a sua execução operacional ou as tácticas, ou seja, a estratégia é onde se está e com que força.

Nesta breve resenha histórica não poderia deixar de se referir o maior mestre da antiguidade, Sun de Wu<sup>12</sup> através de algumas citações acerca de estratégia de acordo com tradução da Língua inglesa de Pires (2002; Capítulo 6 e outros), assim disse mestre Sun: *“Em geral, aquele que primeiro ocupar o campo de batalha para aguardar o inimigo estará descansado; aquele que chegar mais tarde e se apressar a entrar na batalha, estará cansado. É por isso que o*

---

<sup>11</sup> O General Carl Phillip Gottlieb Von Clausewitz (1780 - 1831) foi militar do Reino da Prússia é considerado um grande estrategista militar e teórico da guerra através da sua obra “Da Guerra” (*Vom Kriege*).

<sup>12</sup> Grande mestre da arte da guerra, também designado ou conhecido por Sun Tsu, que se supõe ter sido contemporâneo de Confúcio, portanto, algures entre 722 e 421 a. C.

*perito em batalhas move o inimigo e não é movido por ele*". Mas mais disse mestre Sun: "O melhor plano de batalha é vencê-la de antemão através da estratégia", e também disse que: "Todos os homens podem ver as táticas pelas quais conquisto, mas ninguém consegue antever a estratégia em que se baseia a minha vitória", (Sá 1996; p.27). Após a segunda guerra mundial, a estratégia organizacional evoluiu em conjunto com o pensamento em geral, das tecnologias e da mediatização do próprio conhecimento. Para um mestre da estratégia organizacional, Ansoff (1991): "A estratégia constitui-se como sendo um conjunto de regras para a tomada de decisão em condições de conhecimento limitado". De acordo com este autor, as questões estratégicas são acontecimentos futuros de elevado grau de imprevisibilidade, que se desenrolam a grande velocidade e que podem provocar impactes significativos no futuro da organização. Determina a necessidade da existência de subsistemas de gestão e controlo, que permitam uma constante vigilância sobre o meio envolvente, de modo a avaliar a magnitude do impacte dessas questões estratégicas e o tempo disponível para a resposta.

Apesar de se ter passado cerca de meio século, não é difícil descortinar da actualidade deste conceito de estratégia organizacional e da sua gestão. Mas o mais notável é que da súmula deste trabalho de Ansoff, disponível através de uma outra citação (Botten e McManus, 1999; p.79), pode destacar-se uma matriz que antecipa no tempo a necessidade de desenvolver novos produtos para novos mercados estabelecendo alguma diferença comos produtos existentes (tabela 2.1).

**Tabela 2-1 - Matriz de Ansoff.**  
Adaptação de Botten e McManus, (1999; p.79)

	Produtos Actuais	Novos produtos
Mercados Actuais	Penetração no mercado	Desenvolvimento de produtos
Novos Produtos	Desenvolvimento do mercado	Diversificação

Mais recentemente, embora ainda no final do século XX, momento de grande crescimento da economia mundial, a estratégia empresarial foi muito debatida tendo-se formado, acerca destas matérias, diferentes escolas de pensamento consoante as universidades, os continentes, etc. Outro importante autor da estratégia organizacional e empresarial, Mintzberg (1994; p.75 e seguintes) enunciou o conceito de uma forma abrangente. Para ele, a estratégia compreende o planeamento estratégico (*plan*), a consistência do seu padrão de comportamento ao longo do tempo (*pattern*), o posicionamento da empresa e dos seus produtos nos mercados (*position*), a forma de actuação de acordo com a visão estratégica (*perspective*), manobra específica para bater a concorrência (*ploy*). No pensamento deste autor detecta-se uma óptica de processo que o faz aproximar da teoria comportamental da decisão, na medida em que admite a aprendizagem organizacional e a necessidade de mudanças de direcção estratégica, face à emergência de novas situações de incerteza e turbulência. O mesmo é reconhecido por Mintzberg (1994; p.203). Freire (1997; p.22),

também compartilha desta visão lógica do processo, quando define estratégia como sendo: “O conjunto de decisões e acções da empresa, que de uma forma consistente, visam proporcionar aos clientes mais valor que o oferecido pela concorrência”. Ou seja, o autor associa claramente o conceito de estratégia ao processo de criação de valor com vista a satisfazer os clientes - estratégia e competitividade.

Para Strategor (1993; p.24): “Estratégia é escolher o tipo de procura que a empresa deve satisfazer e as implicações na definição dos mercados e na afectação de recursos, o que origina a que a empresa fique no centro das escolhas”, tal como decorre da análise de Porter (1985; p.1) quando refere que tanto a atractividade da indústria como a vantagem competitiva podem ser modeladas por empresas, e é isto que tornará a estratégia competitiva desafiante e estimulante. Embora noutro trabalho Porter (1999; p.73) insiste nesta visão de estratégia centrada na firma e afirma que “Estratégia é a criação de compatibilidade da empresa”. Foca pois a estratégia para dentro da organização, para as suas ameaças internas, para ser competitiva na sua envolvente exterior. O autor, deixa explicitado sem margem para dúvidas: “Em geral as ameaças à estratégia são encaradas como algo proveniente de fora da empresa, em razão das mudanças de tecnologia ou no comportamento dos concorrentes. Embora as mudanças externas por vezes se constituam problemas, as maiores ameaças, na maioria das vezes emanam de fontes internas” (Porter, 1990; p.74). Pelo contrário, para Hamel e Prahalad (1995; p.26), o que é necessário é focar as estratégias não na conquista de quotas de mercado mas sim de conquista de quota de oportunidades futuras. Ou seja, para estes autores o enfoque estratégico das empresas é questão de oportunidade e de futuro. Isto tem que ver não só com os factores internos da empresa, mas muito mais com o que lhe foge ao controlo, e que é o futuro, que importará portanto antecipar. Nestas condições, a estratégia deve ser orientada para competir no futuro tentando maximizar a quota de oportunidades, fazendo apelo à criatividade e imaginação dos líderes da organização e fidelizando clientes. Por essa altura, tentado abordar as estratégias a adoptar com vista a enfrentar o futuro, Stacey (1995; p.83 e 254) admite que ele será recheado de mudanças que designou “de final aberto”, ou seja, “Mudanças cujas consequências são desconhecidas e onde o conhecimento do passado é pouco importante ou até mesmo irrelevante”.

Estes conceitos menos recentes de estratégia deram entretanto lugar a outros mais adequados aos novos tempos. Assim, com base na literatura existente, vai partir-se dum princípio de Sun Tsu, abordado por Freire (1997; p.26), que refere o seguinte: “Princípio da escolha do local da batalha: a empresa deve escolher os mercados onde deseja actuar em função das suas próprias vantagens distintivas.” Existindo uma guerra vão travar-se batalhas, pelo que se irá designar esta opção de enfrentamento por “Red Ocean Strategy” (ROS). Tomando novamente alguns outros conselhos do mestre Sun Tsu, propõe-se um novo princípio que se vai designar: “Princípio de ocupação do mercado onde ainda não chegaram quaisquer concorrentes, ou seja, onde aquele que primeiro ocupar o mercado para aguardar pela concorrência estará descansado”, e adicionando, “O melhor plano de batalha é vencê-la de

antemão” ou finalmente de Pires (1999; p.91): “A primeira prioridade é evitar a guerra a todo o custo em benefício próprio”. Designar-se-á esta opção, de evitar a concorrência por “Blue Ocean Strategy” (BOS).

### 2.1.2 Estratégia *Blue Ocean* versus estratégia *Red Ocean*

Estas estratégias foram desenvolvidas por Chan Kim e Renée Mauborgne, professores de estratégia no INSEAD (*Institute Européen d'Administration des Affaires*). Após terem analisado centenas de empresas e dados com antiguidade superior a cem anos, concluíram que 86% dos novos empreendimentos não eram mais que extensões das anteriores e apenas 14% tinham como objectivo criar novos mercados, indústrias (Lindic *et al.*, 2012) e concomitantemente novos produtos, poder-se-á acrescentar. Acerca destas duas estratégias opostas Kim e Mauborgne (2005) escreveram basicamente o seguinte: imagine-se um mercado composto por dois tipos de oceanos, vermelhos e azuis; os oceanos vermelhos representam todas as indústrias que actualmente existem, ou seja, trata-se do espaço de mercado conhecido; os oceanos azuis demarcam todas as indústrias que ainda não existem, ou seja, trata-se de um espaço desconhecido. Acerca destas duas estratégias opostas, Kim e Mauborgne (2004), referem que na *red ocean*, as fronteiras das indústrias estão definidas e aceites e as regras do jogo conhecidas de todos os competidores concorrentes. Aqui, as firmas tentam sistematicamente superar as suas rivais no sentido de ganhar cada vez mais quota do mercado em que competem. Nas últimas décadas o enfoque estratégico das empresas segundo os autores tem-se baseado na sobrevivência dolorosa e difícil nestes oceanos “*tintos do sangue derramado nas lutas e mortes*” (falências).

Os produtos, denominados *commodities*<sup>13</sup> travam das mais competitivas e ferozes lutas pela manutenção da marca, do ciclo de vida, fidelização de clientes, etc., e daí a adequada designação *red ocean*. Pelo contrário e em contraste, no *blue ocean*, não há “derramamento de sangue”, visto que os espaços de mercado ainda nem foram descobertos ou sequer preenchidos. Aqui a competição é irrelevante dado que nem existe concorrência. Os novos produtos desenvolvidos pelas empresas inovadoras para esses novos mercados, são necessariamente patenteados, o que permitirá controlar a actividade de possíveis futuros intrusos.

A BOS fornece as directrizes pelas quais uma empresa pode sobreviver pela criação de novos e incontestados produtos, em vez da competição necessária quando se opera em mercados já existentes Kim *et al.* (2008). Estes autores utilizaram a BOS no desenvolvimento de um negócio numa empresa sul-coreana que por esta via inovadora, pretendia criar um novo mercado sem concorrência e competição. A abordagem de negócios BOS corta cerce com a tradição estratégica de Michael Porter e detecta condições de elevado potencial de

---

<sup>13</sup> *Commodities* correspondem a produtos variados de qualidade similar produzidos em grandes quantidades e de venda corrente.

crescimento (Lindic *et al.*, 2012), o que será conveniente para as empresas que apostam na inovação e no DNP. As diferenças fundamentais entre ambas as estratégias *red ocean* e *blue ocean*, estão sintetizadas na tabela 2-2:

**Tabela 2-2 - ROS versus BOS.**  
 Fonte: Adaptação de Kim e Mauborgne (2004)

<i>Red Ocean versus Blue Ocean</i> Principais diferenças entre estratégias	
ROS	BOS
Compete no mercado existente	Cria um espaço de mercado novo, desconhecido e incontestado
Esforça-se por bater a concorrência	Torna a competição irrelevante
Explora a procura existente	Cria e captura uma nova procura que ainda não existe
Procede à gestão do <i>trade-off</i> valor/custo	Rompe com o <i>trade-off</i> valor/custo
Alinha o conjunto das actividades da companhia pela escolha estratégica de diferenciação ou baixo custo	Alinha o conjunto das actividades da companhia pela escolha estratégica de diferenciação e baixo custo

### 2.1.3 Empresas, Desenvolvimento de Novos Produtos e *Blue Ocean*

De acordo com Porter (1990), as estratégias de negócio desenvolvidas através da liderança nos mais baixos preços e/ou na diferenciação atingem vantagens competitivas a longo prazo nas áreas, indústrias e produtos seleccionados. As empresas que seguem esta estratégia tradicional esperam ultrapassar a concorrência explorando a procura existente e criando valor através do *trade-off* valor/custos. Tentam insistentemente reduzir custos, aumentando incessantemente a produtividade e, simultaneamente, investir nos esforços de *marketing* procurando vantagem competitiva face à concorrência. Na medida em que os concorrentes fazem o mesmo, esta abordagem conduz no conjunto, a uma soma nula (Lindic *et al.*, 2012). Esta estratégia tradicional usada maioritariamente em grande parte das indústrias sofre com violência o embate das crises: a violência inerente à difícil sobrevivência com a aceitação tácita da ROS. No oposto, a criação de *blue oceans* conduz à redução de custos enquanto, simultaneamente, permite aumentar o valor para os consumidores. Neste sentido a BOS é mais que inovação, envolve o conjunto das actividades empresariais como um todo integrado e coerente (Kim e Mauborgne, 2005). Provavelmente a mais importante característica da BOS é a rejeição do princípio das estratégias convencionais de que existe um *trade-off* entre custo e valor. De acordo com a tese de Kim e Mauborgne (2004), as empresas tanto podem criar valor para os clientes a custos elevados ou criar um valor tão-só razoável com baixos custos. Nestas condições, para os criadores da teoria BOS a escolha é clara: diferenciação e baixos custos.

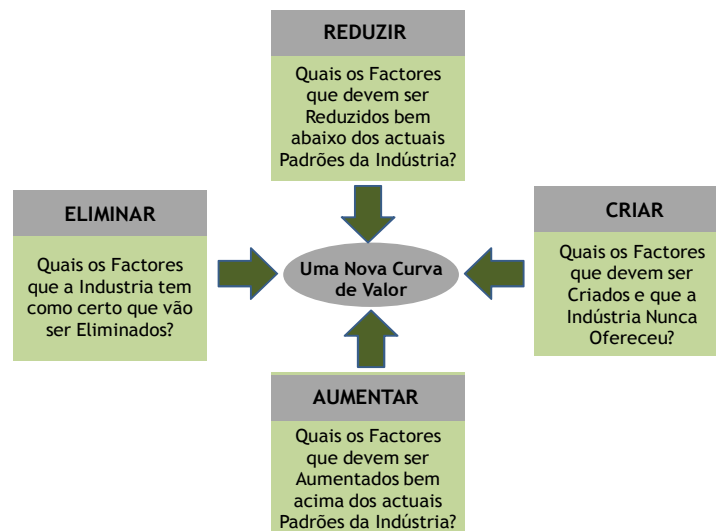
Estes mesmos autores, Kim e Mauborgne (2005), não deixam, no entanto, de questionar, no que concerne à BOS: Como podem as empresas, com esta estratégia disruptiva maximizar sistematicamente as oportunidades enquanto, estão a aumentar simultaneamente os riscos inerentes à criação? E respondem o seguinte: “É evidente que estratégia sem risco é coisa

*que não existe. Qualquer opção estratégica envolverá sempre ambas as possibilidades: risco e oportunidade. Isto vale tanto para iniciativas estratégicas BOS ou ROS. As indústrias que seguem estratégias blue ocean, criam novos mercados para/ou através de novos produtos especialmente desenvolvidos ou a desenvolver. Não poderia mesmo ser de outra maneira”. Mas será isso mesmo possível não se está perante uma elucubração fantasiosa? Quanto a isto, os mesmos autores Kim e Mauborgne (2004) esclarecem com o que seguidamente, se tentou sintetizar adaptando (sem traduzir), o que os referidos autores escreveram sobre o assunto:*

*“Olhemos para o panorama há cem anos atrás e perguntemo-nos que indústrias são hoje bem conhecidas mas que ao tempo eram completamente desconhecidas. Indústrias tão básicas como a do automóvel a da música gravada e todas as sucedâneas ligadas ao espectáculo, o cinema, aviação, indústria farmacêutica, petroquímica e isto para não se referirem muitas mais. Mas recuemos apenas trinta anos e coloquemos a nós mesmos a mesma questão. Nesta situação encontraremos uma imensa lista de novas indústrias não sonhadas antes num mundo em início de globalização económica. E que poderíamos ver? Fundos mutualistas, início dos telefones celulares, indústria aeroespacial computadores capacidades logísticas, com entregas expresso no cliente final. Biotecnologias, indústrias de diversão, indústrias militares que passaram a dotar os exércitos de equipamentos e armamento que nem mesmo a imaginação mais fértil de há cem anos imaginaria; isto para referir apenas uma ínfima parte das novidades. Mas atrasemos o relógio em apenas vinte anos. Quantas indústrias eram então desconhecidas e que hoje são correntes? Muitas poderemos dizer hoje sendo e que seriam então imprevisíveis. Nanotecnologias, robótica, indústrias de saúde, e tantas que seriam incontáveis. Poderíamos afirmar que ao olharmos desta forma o passado, teremos então de concluir que todos estes saltos qualitativos só foram possíveis porque, mesmo sem o saberem, estas indústrias apostaram em estratégias que hoje classificamos de blue ocean”.*

Quanto ao futuro, e ainda nas palavras destes autores, parece claro que os *blue oceans* serão indubitavelmente os motores do seu crescimento e desenvolvimento. Se for realizada uma prospecção nos espaços de mercado mais estabilizados - os *red oceans* - verifica-se que estes estão a encolher constantemente. Isto porque os avanços tecnológicos têm melhorado substancialmente a produtividade industrial, permitindo aos produtores e fornecedores oferecer um conjunto inigualável de produtos e serviços em concorrência desenfreada, nuns casos pela diferenciação, noutros pelo preço mais baixo. Ou seja, ao fazer-se um exercício retrospectivo verifica-se que as indústrias e produtos ROS e BOS sempre existiram e continuarão a existir. Haverá empresas que, conforme os casos, estarão num ou noutro destes oceanos estratégicos e virtuais. Yang e Yang (2011) exploram a utilização da BOS no DNP, com a finalidade de criar valor sob três formas: valor económico; valor funcional para os clientes e o valor psicológico (intangível). Para tanto, utilizaram como ferramenta o Modelo de *Kano*, a desenvolver noutra fase mais avançada deste trabalho. Finalmente refere-se que os autores da teoria BOS legaram um modelo designado “*das quatro acções*”, que coloca quatro

questões-chave em termos de uma mudança estratégica com uma nova lógica de negócios, e que tem como objectivo catapultar a organização e seus produtos do mercado da competição para outro: o incontestado e antecipado mercado *blue ocean*. De acordo com os autores Yang e Yang (2011), e Kim e Mauborgne (2005), o modelo designado “*das quatro acções*” apresentado na ilustração 2-1, pode ser explicado da seguinte forma:



**Ilustração 2-1- O modelo das quatro acções.**

Fonte: Adaptação de Kim e Mauborgne (2005)

- A **primeira acção** obriga a empresa a considerar a eliminação daqueles factores pelos quais há longo tempo competiu e se tinha já considerado como um dado adquirido mesmo quando já não geram valor. Por vezes há mesmo uma mudança naquilo que os compradores valorizam, mas as empresas de tão focadas que estão na análise comparativa entre si, nem se apercebem de tão relevantes mudanças de atitude;
- A **segunda acção** obriga a empresa a determinar quais os produtos ou serviços que estão sobrevalorizados apenas para bater a concorrência. Nestas condições as empresas servem em excesso os seus clientes mesmo que não ganhem com isso;
- A **terceira acção** empurra a empresa para a descoberta e eliminação de todos os compromissos irrelevantes que obrigou os clientes a fazer;
- A **quarta acção** ajuda a empresa a descobrir novas fontes de valor para os compradores e a criar também novas procuras definindo e transferindo os novos preços dos novos produtos para a indústria. Assim, Kim e Mauborgne (2005) propuseram a existência de uma ferramenta-chave para a criação de BOS, e corresponde a uma grelha de análise denominada: *Eliminar - Reduzir - Crescer - Criar (Eliminate - Reduce - Raise - Create)*.

Neste trabalho, Kim e Mauborgne (2005) apresentaram uma grelha típica num determinado caso de estudo referente a uma indústria de vinhos norte americana que pretendia apostar, para o seu mercado, num produto disruptivo de sentido claramente oposto ao que se passa actualmente, e.g., em Portugal. Do lado eliminar, para o novo produto seriam abandonadas, fundamentalmente, as apostas no envelhecimento qualificado e nas terminologias enológicas

tradicionais. Do lado da diminuição: as características da complexidade do vinho, a respectiva gama e o próprio prestígio (adquirido com o passado e tradição). Pelo contrário, do lado do aumentar, um maior envolvimento dos retalhistas e da logística da distribuição directa ao cliente, com preços de venda ao público directamente associados ao *budget* disponível. Finalmente, do lado da criação, uma associação cara do novo produto à facilidade de se gostar da bebida, e da própria escolha bem como intuir a ideia de aventura, alegria e felicidade, aos clientes, no acto do consumo do produto. Conforme se pode constatar era ao mercado norte-americano que Kim e Mauborgne (2005), aplicavam a referida grelha de DNP tentando uma aproximação vínica assente numa estratégia BOS fora do mercado tradicional do produto que o consumidor exigente considera “vinho”.

Do que já foi analisado em termos da literatura existente e apesar de existirem mais perspectivas em relação ao ponto de partida e considerando as duas mais proeminentes, incremental e radical, pode-se antecipar-se que para novos produtos desenvolvidos de forma incremental podem ser realizados em indústrias existentes tanto no âmbito das que seguem ROS ou BOS. Para as indústrias que desenvolvem novos produtos, radicais, tal como sugerem os exemplos que foram atrás apresentados por Kim e Mauborgne (2004), quando compararam a actualidade com o panorama de há cem anos, surge uma interessante questão: será legítimo concluir que só poderão existir e desenvolver-se indústrias e/ou produtos inovadores e disruptivos quando se assumem estratégias BOS?

Respondendo a esta questão, os autores destas estratégias anotam o que designam de paradoxo estratégico quando reconhecem que grande parte das empresas parece confortável, quando se encontram instaladas nos seus “oceanos vermelhos”. Ao estudarem 108 companhias, 86% dos seus desenvolvimentos não eram mais do que extensões dos já existentes, e apenas 14% tinham conseguido atingir novas indústrias e mercados. Enquanto nas primeiras num total de 62% das receitas foram gerados 39% de lucros, nas segundas, aos restantes 38% do total das receitas entregues corresponderam, surpreendentemente, 61% do total dos lucros dessas companhias. Em razão desta conclusão, Kim e Mauborgne (2004), perguntam-se por que existe um tão “dramático” desequilíbrio no que concerne à ROS. Verificaram que as companhias que apostam nesta estratégia estão fortemente imbuídas pelos modelos e referências das estratégias militares. Citam como exemplo, as próprias terminologias empregues “*Chief Executive Officers (CEO)*” nas sedes e tropas nas frentes de combate. Ou seja, o seu próprio território é o campo de batalha.

Curiosamente, num trabalho já com cerca de trinta anos e todo ele dedicado ao paralelismo entre as estratégias militares e empresariais, os autores, Ries e Trout (1986), colocavam as companhias no centro das batalhas. Entre muitíssimas, é sintomática e.g., a frase: “*Para ter sucesso hoje-em-dia, uma empresa precisa ser orientada para o concorrente. Deve procurar os seus pontos fracos e deve lançar contra eles os seus ataques de marketing*” (Ries e Trout, 1986; p.4). Na verdade, a BOS parece muito mais consentânea com empresas menos

horizontais na sua estrutura de comando e muito mais matriciais, formadas por equipas multidisciplinares, funcionamento em rede, colaboração com concorrentes ou adversários (*co-opetition*),<sup>14</sup> movimentos colaborativos, etc., (Gnyawali e Park, 2011). Tal significa que estratégias de inovação centradas na empresa às estratégias de “*open-innovation*”, “*co-innovation*” e/ou “*co-creation*”, preferencialmente operando em rede (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 2006), serão compatíveis com a BOS, e que o seriam também com a ROS como parece lógico.

## 2.2 Inovação e Estratégia

A estratégia organizacional e empresarial tal como foi definida, relaciona-se com vários factores tais como a qualidade, o projecto, a logística, a segurança, o *marketing*, a inovação, etc. Mas é possível que se possa relacionar a estratégia com qualquer dos seus inúmeros factores de uma forma em que uma se subalterniza relativamente à outra ou vice-versa. Poder-se-ia assim ter a estratégia como motor dos seus vários factores, ou seja, qualidade estratégica, projecto estratégico, logística estratégica, segurança estratégica, *marketing* estratégico, inovação estratégica, entre outros pares possíveis. Ao invés, assumindo os factores como fonte ou motor e a estratégia como suporte ou ferramenta ter-se-iam então: estratégias de qualidade, de projecto, de logística, de segurança, de *marketing*, de inovação, etc. (ilustração 2-2).



Ilustração 2-2- Motores e Ferramentas da estratégia.

Neste caso, pode referir-se “*inovação estratégica*” ou “*estratégias de inovação*”, e não se trata de uma questão de semântica. Efectivamente há uma importante diferença entre uma coisa e outra. A *inovação estratégica* constitui-se como sendo o motor do par e, no caso das *estratégias de inovação*, as diversas estratégias são servidas pela *inovação* enquanto suporte ou ferramenta.

Esta ideia da ligação entre pares formados por um factor relevante e a estratégia foi uma ideia avançada por Fabbe-Costes e Colin (1994; p.67), quando relacionaram a estratégia com a logística. Parece uma ideia muito interessante e útil para ser revertida neste trabalho, embora através do factor *inovação* (ilustração 2-3).

<sup>14</sup> *Co-opetition* é um caminho estratégico de colaboração para continuar a competir já que competição sem colaboração poderia enfraquecer e destruir os concorrentes sem que estes o pudessem evitar. Tal reconhecimento de iminente destruição mútua leva-os ao estabelecimento de uma aliança estratégica que os manterá em competição no mercado (Dias, 2013; p.88).

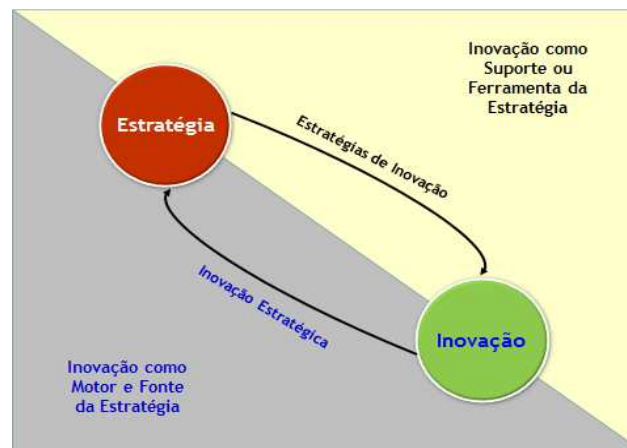


Ilustração 2-3 - Relação do par inovação e estratégia.

Mas, para relacionar estratégia com inovação no âmbito do DNP, que exemplo ou exemplos se poderão imaginar em que estas inter-relações aconteçam? Esta questão pode ser respondida do seguinte modo: A inovação estratégica terá como objectivo essencial apresentar aos consumidores novos produtos, que deverão apresentar-se antecipadamente, face à actividade inovadora da concorrência, ou seja, pretende-se o desenvolvimento de novos produtos baseados em inovação do tipo radical (Lindgren e O'Connor, 2011).

Assim sendo, a estratégia *blue ocean*, baseada em simultâneo na diferenciação e nos baixos preços, caberá neste contexto da inovação estratégica. Se o patamar industrial do DNP se basear fundamentalmente na gradualidade do processo inovativo, então terá de se munir de estratégias de inovação conjugadas ou sucessivas, para que os novos produtos desenvolvidos sejam competitivos no mercado. Nestas condições, as estratégias de inovação assentarão bem melhor numa estratégia *red ocean*. No entanto, conforme demonstraram Kim e Mauborgne (2004), novos produtos desenvolvidos de forma incremental ou gradual podem aparecer em indústrias existentes tanto no âmbito das que seguem a ROS ou a BOS, mas seguramente mais na BOS que na ROS.

Finalmente refere-se que, por necessidade estratégica, muitas empresas são forçadas a desenvolver novos produtos integrando-se em cadeias ou redes de valor, em que é a empresa focal que domina a indústria específica e que define os novos produtos. Será efectivamente mais seguro que as empresas que participam nessas redes colaborativas, restrinjam a estratégia do desenvolvimento dos seus novos produtos a uma forma inovativa, gradual ou incremental, dado que, uma inovação disruptiva ou radical dificilmente se poderia inserir nos desígnios estratégicos da empresa focal (Durmusoglu *et al.*, 2013).

O que se abordou neste Subcapítulo está resumido na ilustração 2-4. O DNP emana directamente da inovação enquanto fonte ou suporte da estratégia e, apesar de existirem mais perspectivas em relação ao ponto de partida do desenvolvimento de produtos, consideraram-se as duas mais proeminentes, incremental e radical, com ligação aos mercados conforme a BOS e/ou a ROS.

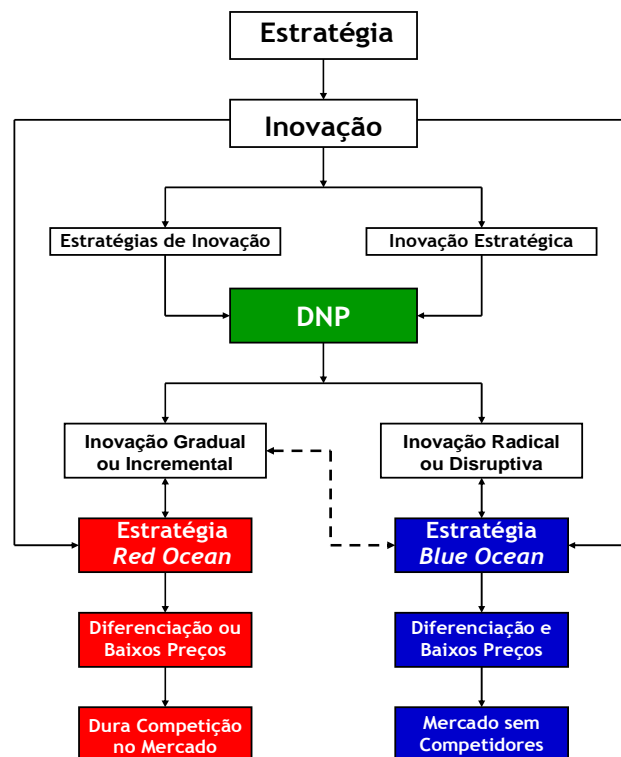


Ilustração 2-4 - Estratégia, Inovação e DNP.

### 2.3 Incerteza, Risco e Gestão de *Trade-offs*

Para além das áreas ou domínios clássicos, importa caracterizar mais um conjunto complementar de áreas sistémicas do DNP que lhe são intrínsecas. Da literatura e das várias perspectivas que apresenta, relevam cinco destas áreas:

- a avaliação do risco, que pode implicar uma avaliação de *trade-offs* (Pollack e Liberatore, 2006);
- o *benchmarking* (Barczak e Kahn, 2012) e uma das suas ferramentas mais destacáveis, o “*Data Envelopment Analysis*” (DEA) tratado por Trappey e Chiang (2008);
- a gestão da qualidade e a relação colaborativa com os clientes, também conhecido por *marketing* relacional (*Customer Relationship Management* - CRM), tal como se lhe referem Carvalho, (2004; p.100 e seguintes), Kušar *et al.* (2004) e Karniel e Reich (2009);
- finalmente o ambiente cultural colaborativo e multidisciplinar (*cross-functional*) que emana do seio da organização e que se reflecte no seu relacionamento exterior em rede (Kim e Kim, 2009 e Feng *et al.*, 2011).

A interligação destas áreas é descrita pela ilustração 2-5:

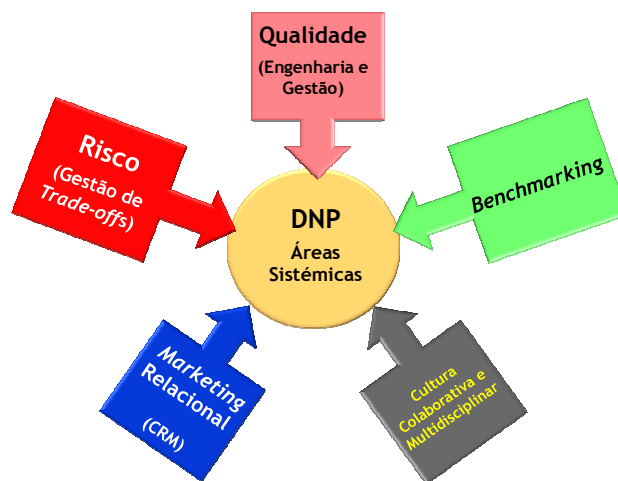


Ilustração 2-5 - Áreas sistêmicas do DNP.

Recorde-se que no âmbito do DNP, entende-se por sistema o conjunto de todas as suas partes ou processos componentes, cujo somatório é diferente desse “todo”. Ou seja, cria ou dissipa valor, conforme os casos em presença sendo que, do ponto de vista empresarial, só fará sentido criando valor e gerando mais-valias através da comercialização. A avaliação dos riscos empresariais associados ao DNP (Akgün *et al.*, 2007; Lin *et al.*, 2008), bem como as necessidades da prática de inovação aberta (Knudsen e Mortensen, 2011), implicam a gestão do *trade-off* de diversas variáveis, de maneira a que a equipa de gestão do projecto possa tomar as melhores decisões. Swink *et al.* (2006), evidenciam a ligação entre o bom desempenho do DNP a uma adequada gestão de *trade-offs*. A assunção de riscos mal avaliados, no DNP, pode ser um mau contributo para a competitividade das empresas. Nesta fase do trabalho é conveniente elucidar sobre o conceito, de modo a se compreender melhor a associação dos factores de risco, e a avaliação dos efeitos de uns com/e sobre os outros. Vejam-se as diversas implicações envolvidas, tal como evidencia a ilustração 2-6:

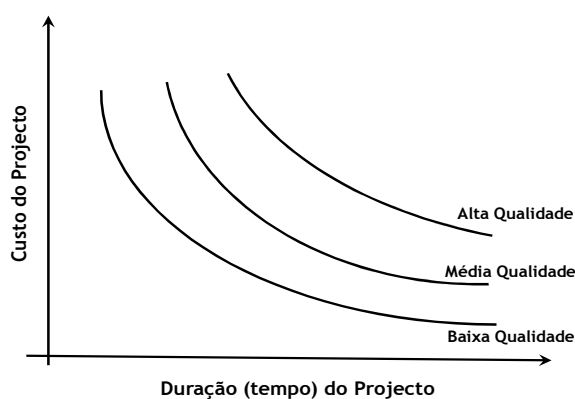
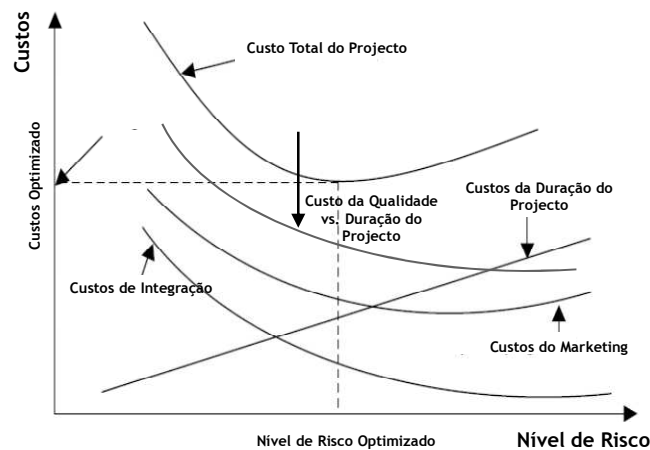


Ilustração 2-6 - Curva tradicional do *trade-off* tempo/custo de um projecto.  
Fonte: Pollack e Liberatore (2006)

O termo “*trade-off*”, em sistemas com gestão otimizada no espaço/tempo, significa de acordo com Rajeshkumar e Rameshbabu (2006), a “arte” de balancear e otimizar relações entre determinadas variáveis, que estão em jogo no sistema. Dado que, se está a ter em

conta um todo sistémico diferente do somatório das partes componentes, ou seja, um sistema do tipo adaptativo complexo, então, *trade-off* é mais do que balanço ou equilíbrio, e mais do que a otimização matemática de algumas variáveis. Em primeiro lugar, o conceito de *trade-off* clássico de apenas duas variáveis: custo da qualidade de um projecto em função da sua duração em tempo.

De acordo com Postma *et al.* (2012), um risco evidente pode conduzir ao atraso da entrada do produto no mercado porque se o *lead-time* for excessivo, outro produto concorrente pode antecipar-se aparecendo antes. Mas, por outro lado, de acordo com Pollack e Liberatore (2006), quanto menor for a duração de um projecto, maiores serão os seus custos consoante o nível de qualidade exigida. Ao invés, para durações mais longas esses custos diminuirão. Para os mais baixos níveis da qualidade exigida, o custo do projecto é sempre menor, qualquer que seja a duração do mesmo. Ainda de acordo com estes autores, nestes casos mais simples o gráfico 2-7 terá partes lineares rectas, sendo que no caso mais geral, este gráfico se representa por uma curva convexa contínua.



**Ilustração 2-7 - Avaliação do *trade-off* no custo total de um projecto.**

Da análise do exemplo apresentado neste gráfico, constata-se que, à medida que o tempo de projecto do DNP se dilata, não só aumentam os custos totais, como aumenta proporcionalmente o nível do risco que advém da incerteza dos comportamentos do mercado e dos consumidores. É que, quanto maior for o nível de integração, menores serão os riscos. No entanto, essa qualidade de integração dos recursos e das equipas tem um preço elevado a pagar. Os maiores custos de integração corresponderão a maior rapidez, fiabilidade e eficiência, logo a um menor nível de risco. Já os custos da qualidade intrínseca do próprio projecto harmonizado, varia em termos de *trade-off* com a sua respectiva duração. É precisamente o custo da duração do projecto como um todo, que faz aumentar os seus custos globais, de maneira que, é essa variável que inverte o sentido desses custos, permitindo assim, determinar um ponto mínimo que reflecte o nível de risco optimizado, em função do custo optimizado do projecto e da própria qualidade (Kang *et al.*, 2007). Também é expectável que, o custo do investimento realizado em *marketing*, sendo mais elevado,

minimize o risco inerente à incerteza da resposta do mercado. Ao invés, uma aposta fraca no *marketing*, pode resultar num maior risco na recepção dos consumidores ao novo produto a lançar. Este exemplo é replicável em diversas variáveis que decorrem do DNP em que, similarmente, é a situação global do sistema como um todo que tem de ser considerada, e não apenas a optimização de uma das suas partes específicas. Quem pode garantir que a minimização ou maximização desta ou daquela variável do sistema ou tarefa do projecto, não vai promover a desvantagem do sistema global em que se insere? Tal significa que os custos específicos das diferentes actividades podem entrar em conflito económico entre si. Poderiam ser introduzidas outras variáveis tais como: a qualidade e o seu custo/valor; o valor da posse de inventários<sup>15</sup>; o dimensionamento das equipas e o seu custo, versus custo total; a gestão do próprio projecto e o custo de cada uma das suas fases; etc.

O conceito de *trade-off* equivalerá, neste caso, ao balanço entre o valor acrescentado e o custo total da actividade ou do sistema no seu conjunto, envolvendo as suas interacções. O tempo é considerado, muitas vezes, o factor mais determinante na regulação do valor. Assim, quanto mais tempo demora o projecto mais custos lhe são imputados, e logo, menos valor acrescentará. Pode até mesmo ocorrer que não sendo cumpridos os prazos, o próprio projecto perde a validade e não se concretiza. A avaliação conjunta dos *trade-off* das várias variáveis é que possibilitará saber se, o sistema integrado está ou não optimizado face aos objectivos finais, e não apenas no que concerne à optimização de uma das variáveis em jogo.

Do exposto, pode concluir-se que, quanto maior for o nível de integração, maior será a necessidade de proceder a uma criteriosa gestão de *trade-offs* pelo que, um maior nível de integração deverá garantir aos participantes da rede do projecto não só maior segurança (fiabilidade), como também melhores resultados (eficiência e flexibilidade). Alguma literatura relevante discute as compensações entre diversas áreas do projecto, especialmente no que concerne ao DNP. Smith e Reinertsen (1998) identificam quatro objectivos fundamentais, cujas compensações devem ser sistematicamente avaliadas através dos seus *trade-offs*. Com base nessa informação, podem indicar-se os seguintes: gestão do projecto (custo/valor do tempo das actividades do domínio do projecto); cumprimento escrupuloso dos prazos (custo/valor do tempo e não concretização do projecto); desenvolvimento do projecto (custo/valor de cada uma das áreas e/ou domínios do projecto e custo global conjunto do projecto) e custo/valor do desempenho do produto no *ramp-up* (Carrillo e Franza, 2006). Tudo devidamente balanceado, em termos de compensações, para que o ganho do *trade-off* custo/valor dos quatro objectivos possa ser maximizado, para o conjunto integrado do projecto, e não apenas para cada uma das partes. No desenvolvimento deste conceito,

---

<sup>15</sup> Considera-se o termo “inventário” como correspondendo ao termo anglo-saxónico *inventory*. Na verdade o conceito corrente muito antigo, de inventariar periodicamente as existências (*stocks*), para verificar se as físicas coincidiam (ou não) com as contabilísticas é efectivamente compatível com o conceito mais dinâmico de *rolling stock*, adequado ao conceito de inventário aqui usado (Dias, 2013; p.22).

Schmenner e Swink (1998) propuseram uma teoria denominada “do desempenho fronteiras”, que permite distinguir entre o custo da fronteira da actividade e o valor interessante da fronteira do conjunto das operações.

Na ilustração 2-8, tipifica-se o conceito de *trade-off* entre o custo da operação e o tempo (*lead-time*) de concretização do projecto. Uma fronteira formada pelos custos das actividades, define a zona limite de funcionamento ideal. Entre uma e outra estará algures, o desempenho adequado do DNP em termos dos objectivos/custos.

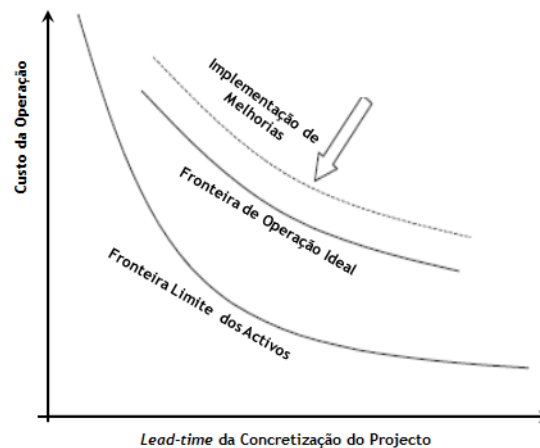


Ilustração 2-8 - Curvas do *trade-off* das actividades e das fronteiras de operação.

Fonte: Adaptação de Stratton e Warburton (2006)

Stratton e Warburton (2006) consideram que a fronteira operacional (ou da operação do DNP), engloba as limitações infra-estruturais associado às políticas decorrentes da estratégia inerente à gestão do projecto (qualidade, fiabilidade, *setup*, etc.). Assim, em conformidade com o exposto, se o sistema integral for melhorando simultaneamente em todas as frentes, então, será possível que a fronteira limite da operação se desloque para uma zona mais próxima da fronteira dos activos disponíveis para o projecto, incorporando as características do mercado e necessidades dos consumidores, de acordo com os alinhamentos clássicos. Tal confirma o conceito de *trade-off* cuja gestão permitirá a aproximação da fronteira ideal de uma operação da fronteira otimizada de funcionamento do conjunto das actividades, e dos respectivos meios ou activos disponíveis. Ainda no que concerne ao conceito *trade-off* e das respectivas aplicações e no que concerne ao DNP, podem referenciar-se: Pollack e Liberatore (2006); Rajeshkumar e Rameshbabu (2006); Swink *et al.* (2006); Stratton e Warburton (2006) e Rhee *et al.* (2009).

Foram já referidos os riscos que envolvem o lançamento de novos produtos, principalmente no que se podem associar à crise económico-financeira e à incerteza e turbulência inerentes aos mercados. Foi até evidenciado que a avaliação de *trade-offs* tem o risco como fulcro na gestão do DNP. Esses riscos podem pôr em causa o DNP em todas as indústrias, e eles são fundamentalmente do foro da gestão tecnológica, do *marketing*, da gestão organizacional e

da interacção entre todos estes riscos (Mu *et al.*, 2009). Estes autores apontam a revisão de literatura, que efectuaram, como a fonte que lhes permitiu distinguir os factores de risco indicados e testados (ilustração 2-9). As hipóteses de trabalho consideradas foram as de que, uma gestão eficiente e eficaz do risco:

- Tecnológico conduz à melhor avaliação de desempenho;
- Organizacional conduz ao objectivo anterior;
- Associado ao *marketing* conduz ao conhecimento do mercado.

Uma quarta hipótese é a de que, os esforços complementares dos três anteriores conduzirão ao melhor desempenho do DNP. Neste trabalho de Mu *et al.* (2009), não se distinguiram quaisquer influências relativas entre os diversos riscos. Infelizmente, os autores não conseguiram aferir estas influências recíprocas, entre as diversas estratégias de desenvolvimento: gradual; radical; etc. Também não conseguiram identificar outros factores da gestão com influência no desempenho do DNP.



Ilustração 2-9 - Riscos envolvidos no desempenho do DNP.  
Fonte: Adaptação de Mu *et al.* (2009)

Ainda segundo Mu *et al.* (2009), se este desenvolvimento é um processo multidimensional e inter-relacionado, então os riscos inerentes também serão multidimensionais e interrelacionados. Por isso não será de estranhar que as conclusões, embora aconselhem prudência com a generalização, face ao contexto do estudo que realizaram (empresas da China), confirmam claramente que a interacção complementar dos três factores de risco reforça cada uma delas na influência do DNP. Schmenner e Swink (1998) apresentaram os principais *trade-off* na gestão do DNP de forma resumida, face ao exposto neste Subcapítulo:

- Gestão do projecto (custo/valor do tempo das actividades do domínio do projecto);
- Cumprimento escrupuloso dos prazos (custo/valor do tempo e não concretização do projecto);

- Desenvolvimento do projecto (custo/valor de cada uma áreas e/ou domínios do projecto e custo global conjunto do projecto);
- Optimização do rácio custo/valor do desempenho do produto, no início do *ramp-up*.

Ainda de acordo com Schmenner e Swink (1998), atendendo a estes balanceamentos, o que está verdadeiramente em causa são as múltiplas possibilidades de avaliação de risco através da gestão de *trade-offs*. Recorda-se que, aquando da análise das estratégias *blue ocean* e *red ocean*, no caso da primeira rompe-se com o *trade-off* valor/custo, dado que se cria um espaço de mercado novo, desconhecido e incontestado. Finalmente e sobre a análise de risco, os autores referem que existem várias técnicas disponíveis consoante o que for necessário avaliar e que grande parte delas se destina à análise de riscos reais no terreno, instalações, etc. No entanto, quando se avaliam os riscos prévios em projectos o leque reduz-se muito. Estas técnicas, correntemente divulgadas podem dividir-se em dois grandes grupos: o primeiro utiliza métodos qualitativos subjectivos (e.g. matriz SWOT - *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) e o segundo utiliza métodos quantitativos, objectivos (e.g. simulação Monte Carlo, *Design Failure Model and Effect Analysis* - DFMEA, etc.). Nalguns casos em que sejam necessários resultados muito consistentes, pode ser necessária a utilização conjunta de ambos os tipos de métodos (Schmenner e Swink, 1998 e Mu *et al.*, 2009).

## 2.4 Concorrência, *Benchmarking* e Avaliação de Desempenho

Num contexto alargado de gestão, a avaliação é o último processo de um sistema iterativo de melhoria contínua, aquele que fornece aos decisores a informação acerca do desempenho da unidade em análise. No passado, a avaliação era sobretudo endógena, ou seja, realizada pela própria empresa. As novas tendências, entretanto, apontam para a comparação de resultados entre os concorrentes (Deros, 2006). Por *benchmarking* pode entender-se o processo contínuo e sistemático que permite a comparação das performances das organizações e respectivas funções ou processos, face ao que é considerado "o melhor nível", visando não apenas a equiparação dos níveis de performance, mas também a sua ultrapassagem<sup>16</sup>.

De acordo com Deros (2006), o conceito de *benchmarking* engloba não só a análise interna, como a comparação externa, em que indicadores de performance são estabelecidos e valorizados. Após o seu tratamento fornecem valiosa informação. Esta comparação relativa, cria a necessidade de alterar processos internos sendo que, inclusivamente, alguns gestores adaptam processos dos "concorrentes" aos seus próprios negócios, com objectivo de reduzir os custos dos seus produtos, e por consequência aumentar a sua competitividade nos mercados onde actuam, muitas vezes de acordo com a estratégia *co-opetition*, já referida e abordada por vários autores, nomeadamente, Rijamampianina e Carmichael (2005); Lechner

---

<sup>16</sup> DG III - Direcção Geral da Indústria da Comissão Europeia, 1996 (<http://www.iapmei.pt/iapmei-bmkartigo-01.php?temaid=2>) consultado em 25/08/2013.

*et al.* (2006), (Zhou e Li, 2009) e Gnyawali e Park (2011). Para além do registo de uma poupança directa, por via da implementação do *benchmarking*, existem ainda as melhorias na imagem da empresa cujo valor acrescentado é difícil de quantificar, com baixo nível de erro, sem que isso afecte a imagem de liderança dos produtos nas preferências dos investidores, consumidores, e clientes. Utilizam-se frequentemente, métodos quantitativos na resolução de problemas desta natureza (Zhu, 2003). O método DEA é actualmente utilizado na resolução de problemas de avaliação de desempenho através do *benchmarking* (Trappey e Chiang, 2008), sendo necessária uma exaustiva e rigorosa recolha de dados. Este método, ou ferramenta proposta por Charnes *et al.* (1978), foi desenvolvido a partir de uma aplicação da programação linear, que transforma múltiplos *inputs* e *outputs* num índice de eficiência relativa global entre as “*Decision Making Units*”<sup>17</sup> (DMU’s) que foram comparadas. Os modelos mais utilizados são: modelo CCR (Charnes *et al.*, 1978)<sup>18</sup> que considera retornos de escala constantes e o modelo BCC (Banker *et al.*, 1984)<sup>19</sup> que considera retornos variáveis de escala, isto é, não relacionando directamente o aumento de saídas com o nível de entradas. A aplicação dos modelos DEA pode ser orientada por *input* ou por *output*, ou até por ambos.

Sobre o que é o DEA<sup>20</sup>, Surgo (2004) afirma que é uma técnica de programação linear que identifica as melhores práticas de uma amostra de produtos (ou outra unidade de análise) e mede a eficiência técnica, a produtividade (em certos casos o desempenho) baseada na diferença entre os *inputs/outputs* (produtos de um projecto ou produtor observado), conforme a tabela 2-3. Mede ainda o nível dos *inputs/outputs* daquele outro produto ou produtor que apresenta a melhor prática mantendo constante o nível dos produtos (tabela 2-3).

Tabela 2-3 - Matriz de dados *inputs* e *outputs* das respectivas DMUs.

	Entrada 1		Entrada n	Saída 1		Saída n
DMU 1						
DMU n						

Para a construção do método, existem disponíveis na *internet* diversas versões de *software* (algumas com *downloads* gratuitos<sup>21</sup>), concorrentes ou não, e que podem ser adequadas aos diversos tipos de problema em presença.

<sup>17</sup> DMU - As organizações ou unidades de produção ou produtores a serem analisados numa avaliação de desempenho, eficiência ou produtividade. Também conhecida por Unidade de Tomada de Decisão (Surgo, 2004).

<sup>18</sup> Desenvolvido em 1978 por Charnes, Cooper e Rhodes (CCR), permite uma avaliação objectiva da eficiência global e identifica as fontes e estimativas de montantes das ineficiências identificadas.

<sup>19</sup> Criado em 1984 por Banker, Chanes e Cooper (BCC), distingue entre ineficiências técnicas e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, e identificando se estão presentes ganhos de escala crescentes, decrescentes e constantes, para futura exploração.

<sup>20</sup> DEA ou AED que se pode traduzir por “Análise Envoltória de Dados”.

<sup>21</sup> Pode referir-se o *Banxia Frontier Analyst* (BFA), que resulta numa matriz apresentada na tabela 2-3, em que o número de linhas tem de ser pelo menos o dobro das colunas (*inputs* e *outputs*).

Trata-se, portanto, de um excelente método para efectuar *benchmarking* empresarial (Dias<sup>b</sup> *et al.*, 2012), em qualquer situação, e também no DNP. Na verdade, independentemente da utilização de programas cujos *softwares* são consagrados, cada investigador pode desenvolver matematicamente, com base na teoria, uma aplicação DEA exclusiva face à importância e rigor que cada problema específico possa exigir. Com o auxílio de programação matemática não paramétrica, o DEA permite gerar uma envoltória do conjunto dos planos de produção observados, em que, todos os que lhe pertencem e que correspondem à respectiva fronteira são eficientes, e os seus níveis de produção são otimizados (*benchmarks*).<sup>22</sup>

Como se referiu, a aplicação dos modelos DEA pode ser orientada por *inputs* ou por *outputs*, ou por ambos. A orientação por *input*, minimiza as entradas o necessário para que se obtenha um nível de saídas desejado. Já a orientação por *output* visa maximizar as saídas para um nível de entradas fixo. A orientação para ambos busca a máxima eficiência, minimizando as entradas e maximizando as saídas. O modelo, do ponto de vista da matemática, permite a introdução de pesos relativos (*trade-offs*) entre as características que correspondem aos *inputs* e *outputs*, tendo para isso de se recorrer a métodos mais ou menos objectivos, ou então, proceder conforme o que foi tratado aquando das especificações do produto. A ausência de valores únicos, para os pesos das DMUs de eficiência 1, tem consequências de natureza diferente. Do ponto de vista teórico, impede o cálculo das chamadas derivadas direccionais em toda as fronteiras, ou seja a visualização dos cenários interessantes de antecipar e, do ponto de vista prático, essa ausência constitui um obstáculo à utilização do DEA como ferramenta auxiliar em problemas multicritério (Dias<sup>b</sup> *et al.*, 2012).

Em certas situações, num problema multicritério, é desejável atribuir os pesos aos critérios sem julgamentos de valor por parte do decisor, e.g. quando vários decisores não chegam a acordo. O modelo DEA seria uma excelente solução, para o caso referente às especificações do produto, não fosse o facto de não ser possível conhecer ou atribuir pesos às DMUs. Nestas condições, torna-se evidente que, se o número de DMUs de eficiência 1 for pequeno em relação ao total da quantidade total de DMUs, será possível ignorar os pesos atribuídos às de eficiência máxima, trabalhando-se apenas com os pesos atribuídos às restantes DMUs (Mello *et al.*, 2004).

O método DEA apresenta alguns inconvenientes, como evidenciam Doyle e Green (1994). De modo a ultrapassá-los, Sharma e Yu (2008) propõe que se utilize um método de mineração de dados, apresentado por Kohonen (1982) conhecido como “*Kohonen’s Self-Organizing Map*” (KSOM). Esta nova abordagem agrupa unidades (DMU) com valores de entrada similares e a aplicação do método DEA é feita aos DMUs do mesmo agrupamento, de modo que os resultados se possam comparar como mostra a ilustração 2-10.

---

<sup>22</sup> *Benchmark* - unidade utilizada como padrão.

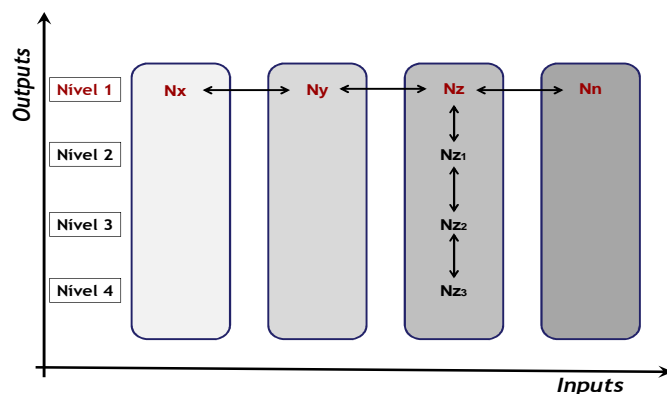


Ilustração 2-10 - Estratificação por níveis após aplicação do KSOM.

Fonte: Adaptação de Sharma e Yu (2008)

Veja-se uma hipótese de utilização forte, no caso da especificação dos produtos: poder-se-ia tomar como exemplo um conjunto de unidades de análise, que seriam produtos próprios ou da concorrência. Ou seja: produto  $N_1$ ; produto  $N_2$ ; produto  $N_3$ ; produto  $N_n$ . *Inputs* tais como: facilidade de produção; durabilidade; preço de venda; entre outros. E *outputs* tais como: facturação total; facturação nas exportações; entre outros. O método permite a utilização de pesos para cada *input* e *output*. Técnicas tradicionais como: o *brainstorming* ou o painel de especialistas ou Painel *Delphi*, poderão constituir-se como respostas adequadas para este aperfeiçoamento realista da avaliação de desempenho das DMUs, com a utilização do DEA. No que concerne aos resultados após a primeira avaliação de eficiência pelo método DEA, e antes de se aplicar o algoritmo de KSOM, pode verificar-se que 4 DMUs na ilustração 2-10, apresentam índice 1 (100%), por outras palavras, são eficientes. Os restantes são ineficientes, e devem ser agrupados e avaliados, a fim de se poderem extrair mais conclusões. Muitas vezes, a melhor maneira de proceder a esta seriação, corresponde à apresentação dos resultados da análise orientada para a saída, com retorno variável, sob a forma de gráfico. Ou seja: mostram-se e.g. as DMUs, neste exemplo - produtos, em ordenadas e no eixo das abcissas os valores de 0 a 1, obtendo-se assim uma estratificação de cada uma deles, de acordo com um valor decrescente do seu desempenho.

Em consequência, o conjunto original de dados é segmentado em  $l$  níveis de eficiência relativa, de acordo com a forma referida por Sharma e Yu (2008). Acerca do tratamento matemático e descrição em pormenor do método sugere-se o trabalho de Filho e Milioni (2004). Resta referir que, o método KSOM (Kohonen, 1982) é aplicado ao conjunto original de dados, e que irá enformar os atrás referidos *clusters*<sup>23</sup>, baseado nas características dos dados introduzidos como *inputs*. A análise recursiva das DMUs baseou-se nos seus próprios resultados. A análise das características dos *clusters* baseou-se nas características dos *inputs* similares. Aquando da aplicação específica ao DNP, o método DEA, tem uma grande utilidade na análise de *trade-offs*, entre alguns dos seus domínios, nomeadamente no que concerne à avaliação dos diversos riscos envolvidos (Chiang e Che, 2010). Também se constatou que, as

<sup>23</sup> Conceito atribuído a Porter (1990; p.594) e enquadrado no âmbito das empresas e da indústria. No caso vertente, trata-se de concentrações de produtos de uma mesma coluna de avaliação de eficiência e desempenho, numa estratégia de *benchmarking*.

necessidades de *benchmarking* encontram no método DEA uma ferramenta muito útil (Trappey e Chiang, 2008).

## 2.5 Globalização e Internacionalização no DNP

No que respeita ao DNP, os termos globalização e internacionalização, correspondem a um sistema global e complexo de engenharia e gestão, que muitas vezes envolve assuntos e pesquisas altamente reservadas. E a organização focal ou central é a que melhor que garante o sigilo do DNP, quando se actua à escala planetária. No trabalho de Tripathy e Eppinger (2011), estes apresentam vários, diversificados e elucidativos estudos de caso, em que experimentam para cada caso típico, uma solução específica. Assim, validaram empiricamente um modelo de organização e gestão, à escala global do novo produto (ilustração 2-11).

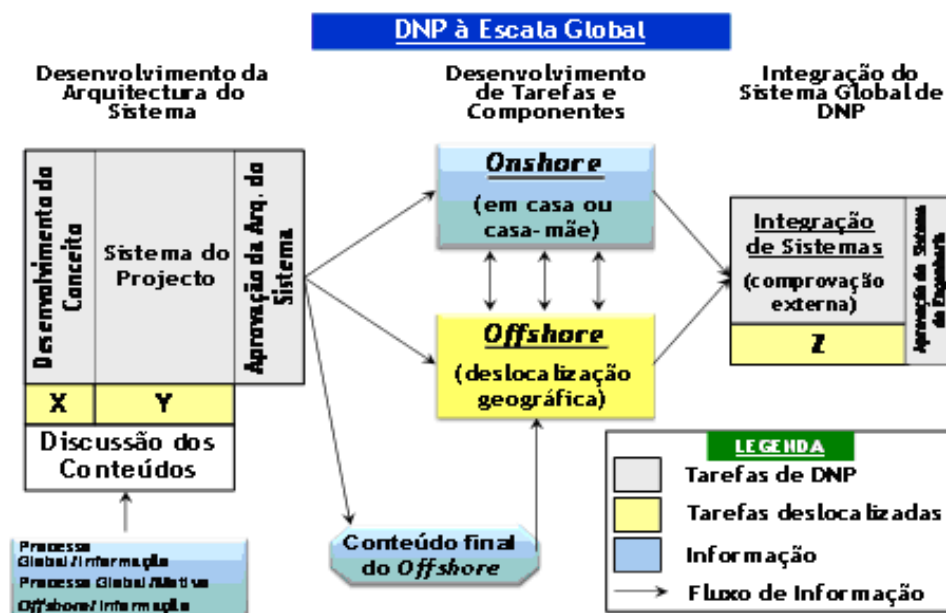


Ilustração 2-11 - Proposta de modelo para DNP à escala global.

Fonte: Adaptação de: Tripathy e Eppinger (2011)

O ponto-chave, na fase do desenvolvimento global de produtos/global product development (DGP/GPD) segundo estes autores, consiste na identificação dos conteúdos a deslocalizar, e isso determina-se durante a fase da arquitectura do DNP. Assim, é a empresa focal que assume completa responsabilidade (tanto dos centros de engenharia, como no envolvimento dos fornecedores das partes em que estão deslocalizados) na arquitectura do produto, fornecendo *inputs*, tal como se apresenta na ilustração 2-11 nas zonas X e Y, respectivamente.

Estas áreas proporcionais de comunicação (X e Y), que são determinadas durante o desenvolvimento da arquitectura do produto, são proporcionais à extensão das necessidades de deslocalização por via dos mercados, busca de competências externas, nomeadamente de Sistemas Complexos de Engenharia (SCEs). Embora existam quantidades relevantes de *inputs* provenientes de empresas, equipas (Muethel *et al.*, 2012) ou centros deslocalizados

(*offshore*), as competências de aprovação do sistema, bem como a sua configuração, pertencem à organização focal. De acordo com os casos estudados por Tripathy e Eppinger (2011), as empresas focais (e. g. *Intel*, *Cessna*, *BP*, etc.) mantém “em casa” (*inhouse*) as responsabilidades, as capacidades globais de coordenação, de controlo e, o mais relevante, da integração do conjunto sistémico. Destes casos de estudo, concluíram o que atrás se referiu da análise das ilustrações 2-11 e 2-12: essas responsabilidades e competências exclusivas da empresa focal, asseguram-lhe o controlo sobre o conteúdo, *design* e processos de interface, decisões *onshore/offshore*, opção de terceiros (3pl),<sup>24</sup> e acima de tudo, a garantia da integridade do produto final.

Finalmente, e relativamente à discussão que permanece há anos no mundo empresarial sobre as vantagens e desvantagens de assunção de estratégias de externalização (tanto pela pelas opções de parceria, subcontratação ou deslocalização), Tripathy e Eppinger (2011) também não deixaram de prestar a respectiva contribuição (ilustração 2-12).

Requisitos de Coordenação	Elevado	Fazer <i>Offshore</i> (Deslocalização)	Comprar <i>Offshore</i> (Deslocalização)
	Baixo	Fazer <i>Onshore</i> (Na casa-mãe)	Comprar <i>Onshore</i> (Na casa-mãe)
		Baixo	Elevado

**Conteúdo/Valor Estratégico**

**Ilustração 2-12 - Requisitos e conteúdo da externalização.**  
 Fonte: Adaptação de Tripathy e Eppinger (2011)

Será o *trade-off* entre o conteúdo e valor estratégico em causa, por um lado e as necessidades de coordenação e controlo por outro, que vão conduzir à tomada de decisão julgada mais adequada pela empresa focal que pretende o DNP de uma forma global. Esta forma de organização do projecto também se costuma designar de “projecto colaborativo” e abordou-se aqui como um factor estratégico do DNP. Além disso, assegura a interface com as áreas e domínios organizacionais e produz efeitos sensíveis nas áreas processuais e operacionais, que concernem à própria gestão dos projectos.

<sup>24</sup>Vejam-se em Dias (2005; p.112) os seguintes conceitos: 3pl (“*third party logistics*”) vulgarmente designados por “terceiros” funcionando em *outsourcing*; 4pl (“*fourth party logistics*”) que são agregadores de terceiros e contratados quando a empresa focal se relaciona com uma vasta rede de terceiros e 5pl (“*fifth party logistics*”) também designados por “*infomediários*”.

## 2.6 O Mercado e a Função *Marketing*. A “Voz do Cliente”

Ao longo da revisão da literatura, depara-se a função *marketing* como estando sistematicamente associada ao DNP, na medida em que, a relação com os clientes assegura um mais profundo conhecimento e percepção das suas necessidades (Wang e Chen, 2012) actuais e futuras. Mais ainda: o papel desempenhado pelo *marketing* no desenvolvimento do projecto, também depende do nível de inovação do produto em questão (Kim e Kim, 2009) ou ao respectivo projecto, através do *trade-off marketing/custo da qualidade* (Kang *et al.*, 2007).

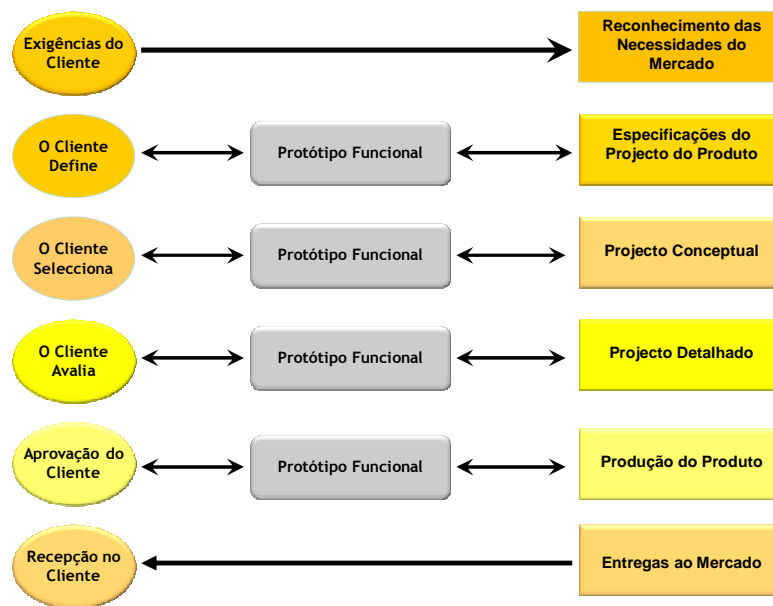


Ilustração 2-13 - A abrangência do papel do cliente nas áreas e domínios do DNP.

Fonte: de Adaptação de Campbell *et al.* (2007)

O *marketing* realiza essa importantíssima função que é a de estabelecer a comunicação permanente entre a empresa e o mercado fazendo ouvir no interior da organização o que se designa por “voz do cliente” (Fain<sup>a</sup>, 2010). Existem diferentes propostas apresentadas por alguns autores respeitantes a casos que evidenciam a participação intensa do cliente ao longo do processo de DNP (Li<sup>d</sup> *et al.*, 2012). Para tanto escolheu-se o exemplo de Campbell *et al.* (2007) apresentado na ilustração 2-13. As principais características que se devem realçar, desde o reconhecimento das necessidades do mercado até à produção e entrega final do produto (áreas para lá do domínio do DNP), passando pelas especificações de projecto do produto bem como as diversas fases do projecto são as seguintes:

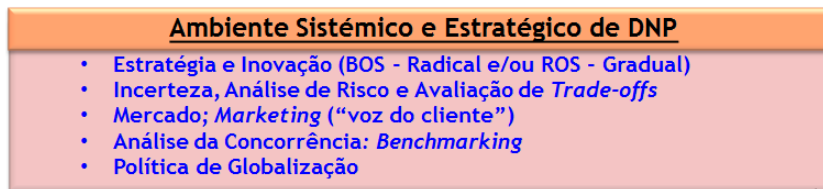
- A interacção permanente com o cliente, fornecendo sugestões importantes bem como uma validação construída passo a passo com o projectista, resultando daí a evolução do produto sob a forma de protótipos funcionais intermédios (foi este o principal motivo que levou à escolha deste importante exemplo). Tal interacção poderá revelar-se fulcral para o êxito de determinados novos produtos relativamente a certo tipo de clientes;

- A consideração de que a solução resultou de uma relevante experimentação e aplicação a casos concretos de novos produtos customizados (Campbell *et al.*, 2007). Estes autores apresentaram diversas aplicações da evolução do protótipo funcional através da participação activa do cliente de que se menciona: uma pequena forquilha de jardinagem; uma unidade “*Global Position Satellite*” (*GPS*) e respectiva consola de instrumentação; um bocal anestésico e um aplicador ginecológico.

O processo de (Campbell *et al.*, 2007) não colide, antes convive, com organizações clássicas e sequenciais do projecto de DNP bem como com as alternativas ES e/ou *Stage-Gate*®.

## 2.7 Nota Conclusiva

Da revisão da literatura sobressaíram cinco factores que se consideraram muito relevantes do ponto de vista do ambiente sistémico e estratégico que envolve o DNP, e as entidades empresariais que se lhe dedicam em termos de inovação estratégica (ilustração 2-14).



**Ilustração 2-14 - Factores mais relevantes do ambiente sistémico e estratégico do DNP.**

Abordaram-se neste capítulo os seguintes factores: a estratégia vs., inovação e as teorias BOS e ROS de enfrentamento ou esquia da competição do mercado, envolvendo as formas de inovação gradual e radical; a incerteza e análise do risco em tempos de incerteza e complexidade crescente, bem como a necessidade permanente de avaliação de *trade-offs*; a consideração do mercado e a função *marketing*; a análise da concorrência e a função do *benchmarking*. Foi também abordada a questão da globalização e internacionalização com a externalização de funções relacionadas com o DNP, especialmente as ligadas ao projecto e sua gestão. O retorno do investimento efectuado, a reacção dos consumidores e a capacidade de resposta à mudança, são factores passíveis de se constituírem como áreas do DNP, tal como, ferramentas científicas ou empíricas genéricas, a muitos outros objectivos que não apenas o DNP e que são: a estratégia; o *marketing* e o conhecimento do mercado; o *benchmarking* e o conhecimento das melhores práticas existentes. Do ponto de vista da estratégia do DNP, efectuou-se uma breve conceptualização do termo e o seu papel enquanto fonte, ou tão só, como suporte da inovação.

Assim, de acordo com a literatura, pode adoptar-se uma política ou estratégia de inovação em produtos existentes, o que será mais consentâneo com a opção *red ocean*, baseada na competição nos mercados também existentes. Por outro lado uma configuração estratégica tipo *blue ocean* será mais propícia à inovação radical conducente a novos produtos com

funcionalidades em disrupção com o que o mercado conhece, ou seja, associados à investigação, registo de patentes e destinado a ser comercializado num mercado sem rivais em competição. Face ao mercado, o ambiente estratégico em que a organização se integra, constitui-se como o pano de fundo que incluirá os principais valores da cultura empresarial (Barczak e Kahn, 2012) e princípios gestionários mais consensuais, e conformes com a literatura. A ROS, conforme se verificou, é fiel à terminologia conceptual já designada de “porteriana”, na qual uma empresa é competitiva face aos seus competidores, através das capacidades de criação de produtos cuja diferenciação seja percebida pelos clientes/consumidores (mercado), ou em alternativa, através da prática de uma política de preços baixos: os factores de competitividade.

Após este conjunto de deduções efectuadas pode então recolocar-se a questão de outra maneira quase inversa à que foi posta inicialmente (Subcapítulo 1.4): “Qual a importância da opção da estratégia empresarial para o DNP?” Do que foi analisado pode concluir-se que, novos produtos desenvolvidos de forma incremental ou gradual, podem aparecer em indústrias existentes tanto no âmbito das que seguem a ROS ou a BOS. Ficou no entanto evidente que, o desenvolvimento de novos produtos provenientes de processos de inovação radical ou disruptiva, como aqueles que nos foram apresentados por Kim e Mauborgne (2004), ocorrerá com muito maior probabilidade quando as indústrias assumam estratégias *blue ocean*. Deste Capítulo sobressai a estrita ligação sistémica entre estratégia e competitividade, como se comprova através das teorias ROS e BOS aplicadas ao DNP: competitividade no mercado existente no primeiro caso, e geração de uma nova procura ainda não existente no segundo caso.

Acrescentaram-se outros Subcapítulos dedicados a mais áreas sistémicas e globais, que da revisão da literatura se apresentaram como incontornáveis nos processos de DNP. Referiram-se cinco destas áreas: a avaliação de risco e a respectiva gestão de *trade-offs* entre as respectivas variáveis; o *benchmarking* e o método DEA de avaliação de desempenho.



## Capítulo 3

# Áreas e Domínios Organizacionais e Processuais do DNP

Este Capítulo tem a finalidade de limitar e caracterizar as áreas ou domínios de intervenção do DNP, tanto organizacionais como processuais e na sequência do Capítulo anterior, onde se desenvolveu o respectivo domínio estratégico e no decurso da revisão da literatura. No que respeita aos aspectos das áreas e domínios organizacionais, embora pudessem ser desenvolvidos em bloco, pareceu interessante separá-los em duas secções contíguas que poderão ter ou não a mesma importância (por agora deve assumir-se como sendo ambas do mesmo nível), facto a avaliar aquando da validação do modelo no Capítulo 6. De acordo com Engelen *et al.* (2012), as “áreas e domínios organizacionais” referem-se aos aspectos inerentes à cultura interna da organização (partilha de informação, gestão estratégica para posicionamento no mercado, etc.) e aos princípios aplicáveis por imposição/influência externa (cumprimento da normalização e da legislação vigente, optimização da produtividade/flexibilidade, etc.). As “áreas e domínios processuais” referem-se a questões técnicas e de gestão de DNP da organização (tipo de gestão, capacidade tecnológica, *know-how*, etc).

Sobre a “cultura da organização” consideraram-se: o funcionamento multidisciplinar (Kim e Kim, 2009); a partilha do conhecimento e informação (Athaíde e Zang, 2011); as alianças e parcerias estratégicas (Estrada *et al.*, 2013); a inovação aberta e co-inovação (Lee *et al.*, 2012) e o espírito competitivo associado à eficácia (Danilevicz e Ribeiro, 2013). Sobre os “princípios aplicáveis” consideraram-se: o respeito pela legislação do produto (López-Mielgo *et al.*, 2009); a normalização dos produtos (Wang, 2012); a certificação e a associação à flexibilidade e ao desempenho (Javier *et al.*, 2014), que conecta ainda à filosofia ou pensamento *lean* (Chen *et al.*, 2010) na procura da máxima eficiência e produtividade (Yang *et al.*, 2013).

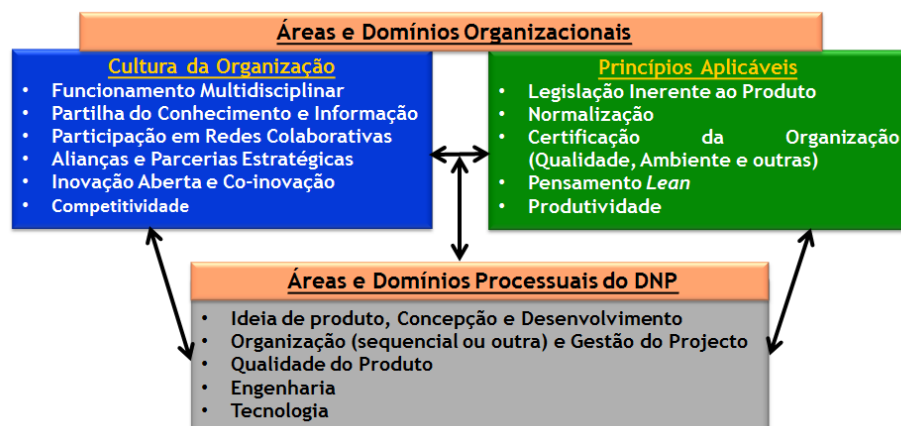


Ilustração 3-1 - Áreas e Domínios organizacionais e Processuais do DNP.

Quanto às “áreas e domínios processuais e/ou operacionais” consideram-se: a materialização da ideia do produto e a organização e gestão do projecto (Tripathy e Eppinger, 2011); a qualidade do produto e o seu controlo (Li<sup>c</sup> *et al.*, 2012); as necessidades de engenharia (Pei *et al.*, 2011) e a capacidade tecnológica (Wang e Li-Ying, 2014). Parte-se ainda do princípio que o conjunto é sistémico e interage como um todo, entre si, entre as partes e entre estas com o conjunto, o que é representado pelas setas da ilustração 3-1. Todos estes factores são considerados interligados, pelo que a análise teórica com base na revisão da literatura não foi feita na ordem exacta por que se encontram na ilustração 3-1, mas de acordo com uma lógica da abordagem, que se inicia e encerra entre as fronteiras dos processos constituintes do próprio DNP.

### 3.1 Fronteiras dos processos constituintes do DNP

No decurso da pesquisa bibliográfica, em busca de evidências propícias à determinação do que podem ser as fronteiras (início e final) dos processos organizacionais e processuais do DNP, detectaram-se algumas propostas sobre a matéria. Destas destacam-se as dos seguintes autores: Ulrich e Eppinger (2000), Cho e Eppinger (2005), Lin *et al.* (2008), Schmidt *et al.* (2009), Hatchuel e Weil (2009), Kim e Kim (2009), Rihar *et al.* (2010), Lee *et al.* (2010), Acur *et al.* (2012), Tripathy e Eppinger (2011), Unger e Eppinger (2011), Montagna (2011), Kahn *et al.* (2012) e Lin *et al.* (2012). Assim, foi possível estabelecer o que se vai considerar o âmbito ou abrangência tanto organizacional como processual do DNP, como se apresenta na ilustração 3-2.

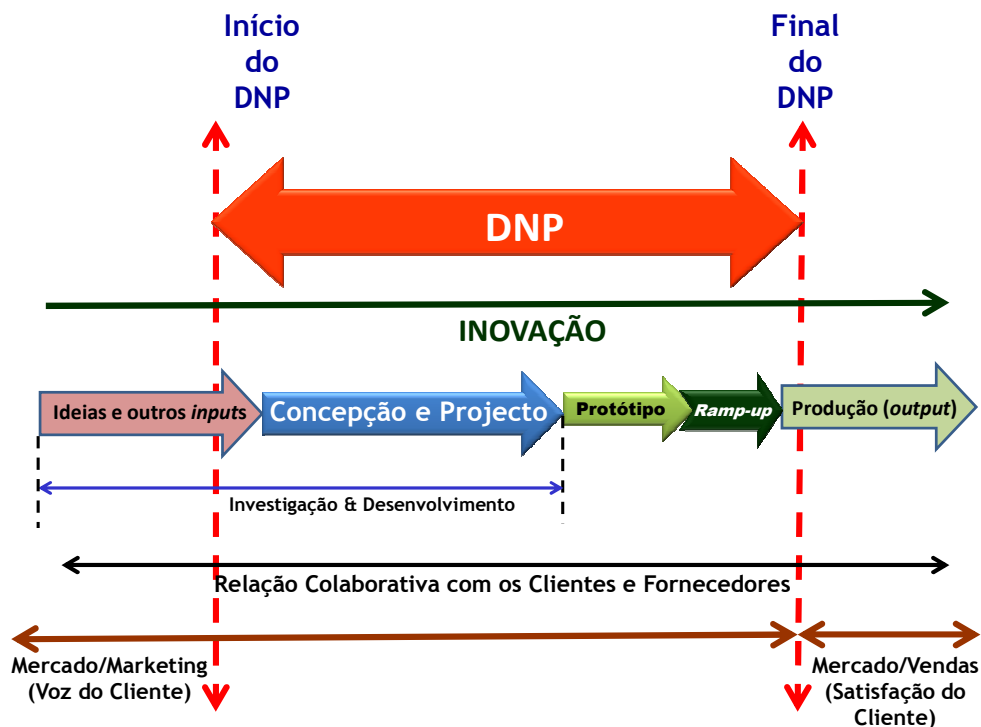


Ilustração 3-2 - Âmbito ou abrangência do DNP.

Com base nestas referências, considerou-se o início do DNP aquando do momento da tomada de decisão de avançar com o projecto, mesmo que se esteja ainda na fase da definição e concepção do novo produto, embora já com indicações claras de receptividade por parte do mercado. Terminará na fase do *ramp-up* (Carrillo e Franza, 2006) e lançamento no mercado ou ligeiramente adiante (depende da empresa e do produto), com o acompanhamento do início da produção em massa e a recolha de alguma informação por parte dos clientes que permita ainda, se for caso disso, dar algum *apport* final ao produto recém-lançado. O conceito de DNP aqui assumido não é confundível com o processo de Investigação e Desenvolvimento (I&D), muito mais restrito. Os processos referentes ao projecto, seja a gestão sequencial, ES, *Stage-Gate*® (ou outra), e finalmente a prototipagem seguida do *ramp-up*, serão as principais fases intermédias. Na ilustração 3-2, as setas correspondem ao sentido da dinâmica do DNP. Discriminam-se de seguida as áreas ou domínios do DNP:

- Primeiramente no arranque, as ideias acerca de novos produtos, poderão surgir de grupos organizados, interna ou externamente, levando em conta o mercado, e a “voz do cliente”;
- Após a decisão de seguir adiante, dá-se início à concepção do produto, com o estabelecimento das especificações do produto e de outros aspectos, tais como, o preço que o cliente está disposto a pagar, mudanças no estilo de vida dos consumidores, os custos envolvidos no DNP e da produção, aspectos logísticos, etc.

### 3.1.1 Especificações do Produto

O termo “especificações do produto” corresponde a uma descrição rigorosa e precisa do que o produto tem de fazer, como e em que condições. São requisitos do produto ou também especificações de engenharia. Sobre esta temática o trabalho de Ulrich e Eppinger (2000) é muito útil, quando abordam o tema “selecção do conceito do produto” e respondem a um conjunto de questões preliminares. A primeira: como poderá a equipa escolher o melhor conceito, dado que os estudos propostos serão ainda abstractos e incipientes? A segunda questão: como se poderá tomar uma decisão consensual, i.e. que possa aceite por toda a equipa?

As duas questões seguintes serão menos óbvias mas não menos importantes. Como podem atributos desejáveis mas fracos ser identificados e ainda assim utilizados? Ou ainda: como pode o processo de tomada de decisão ser convenientemente documentado? Os autores referidos sugerem algumas soluções, tais como as entidades exteriores, incluindo os clientes recebem o conceito e opinam sobre ele. Ou ainda, cada membro vota no conceito que prefere e selecciona-se o mais votado. Outra solução menos ortodoxa é apresentada: o membro mais influente do grupo escolhe o conceito da sua preferência. Finalmente a mais surpreendente: o conceito pode ser escolhido por “*feeling*”, ou seja, é tão só o que parece melhor sem utilização de qualquer critério explícito ou avaliação de *trade-offs*. Em vez deste método volátil, podem ser utilizados critérios para cada um dos parâmetros do produto cujo conceito se pretende escolher, e constrói-se uma matriz de selecção que quantifica e qualifica resultados (*scores*), sendo escolhida a que obtiver o melhor.

De acordo com os mesmos autores, Ulrich e Eppinger (2000; p.151) aos critérios de desempenho podem ser atribuídas classificações. E.g., admita-se a seguinte classificação: 1 - quando esse desempenho está muito abaixo do padrão do critério de referência; 2 - se está abaixo; 3 - ao nível do padrão; 4 - se está melhor e 5 - quando o desempenho está muito acima do critério de referência. Nas filas da matriz de selecção estarão colocados os critérios de selecção tais como: facilidade de utilização, durabilidade, facilidade de produção, portabilidade, etc. Nas colunas, estarão as partes do produto, como e.g.: vedante de entrada, diafragma da bomba, mola do êmbolo, etc. Os *inputs* da matriz para cada elemento do produto, correspondem aos votos que são digitados em cada conceito e nas filas as pontuações pesadas calculadas pela multiplicação dos pesos dos critérios.

$$S_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} \cdot w_i \quad (\text{Equação 3-1})$$

O resultado total para cada conceito corresponde à soma dos resultados pesados, em que:

$r_{ij}$  = avaliação do conceito  $j$  para o critério  $i$

$w_i$  = peso para o critério  $i$

$n$  = número de critérios

$S_j$  = resultado total do conceito  $j$

Para casos que envolvam técnicas de *benchmarking* com outros “conceitos” (de produtos) similares, riscos de entrada no mercado e/ou gestão de *trade-offs*, poder-se-ão, utilizar outros métodos ainda mais sofisticados, assentes na estatística multivariada, lógica *fuzzy* ou ainda outros tal como o DEA. Após a ultrapassagem com êxito das fases de testes e refinamento do conceito, torna-se necessário produzir protótipos que fisicamente evidenciem as qualidades e pontos fracos do conceito seleccionado. Mais uma vez, a interacção da equipa com os clientes será determinante para a introdução das últimas correcções antes do novo conceito de produto ser lançado na fase de produção, a qual vai gerar o produto concreto. Nesta fase também é corrente a utilização, não apenas de uma só unidade, mas de uma amostra significativa de unidades funcionando como protótipos passíveis ainda de maior apuro e refinamento (Ulrich e Eppinger, 2000; p.163).

### 3.1.2 Fases da concepção e projecto

De acordo com o Manual de Oslo (OCDE, 2005; p.41), a “concepção de um produto” pode definir-se como sendo um processo que ocorre no início do seu desenvolvimento, incluindo nomeadamente pesquisa, desenvolvimento experimental e *marketing*, tanto para produtos tecnologicamente novos, como para adaptações e melhorias do tipo incremental de produtos já existentes (Kim *et al.*, 2012). Desta definição fica evidente que a identificação das necessidades dos clientes e as especificações do produto (Osteras *et al.*, 2006) se irão prolongar durante a fase seguinte, ou seja, o projecto propriamente dito, na qual já se tem

uma visão sistémica, mais consolidada, do produto a desenvolver. Ainda do ponto de vista da concepção do novo produto, e com recurso à literatura, outros factores relevantes devem ser tidos em conta: preocupações ambientais com a consequente introdução de materiais amigos do ambiente (Dangelico *et al.*, 2013), ergonomia (Wellings *et al.*, 2008), segurança na produção e no uso (Lindoe *et al.*, 2008), níveis de qualidade e fiabilidade (Cheng *et al.*, 2011) e melhoria do desempenho (Eling *et al.*, 2013). Isto tudo nos casos de evolução do tipo gradualista e concomitante avaliação das propostas da concorrência, bem como o surgimento de produtos substitutos, eventuais alterações tecnológicas e ainda, cumprimento de regulamentos, normas, especificações e legislação inerentes. Também é conveniente definir “projecto”, em termos gerais. Hatchuel e Weil (2009), antes de se aventurarem pelo estabelecimento dessa definição a que se propuseram, não deixaram de constatar das dificuldades de alcançar esse objectivo. Debateram-se com reservas e questionam-se se seria possível distinguir implementação de um projecto de índole tecnológica, ou, ainda, como seria possível estabelecer uma metodologia da execução de um projecto sem uma rigorosa definição ou, finalmente, quais as ligações entre projecto e inovação. No entanto, apesar das dúvidas, Hatchuel e Weil (2009) propuseram uma definição de projecto tão ampla quanto possível, mas adequada, especialmente ao DNP: *“Um projecto constitui-se como sendo uma actividade de raciocínio (racional), que se inicia com um determinado conceito (uma proposição sem decisão imediata relativamente ao conhecimento existente) acerca de um objecto parcialmente desconhecido. O projecto tem a finalidade de expandir o conceito inicial para outros conceitos e/ou outros novos conhecimentos. Através do conhecimento gerado por essa expansão, algumas outras proposições podem ser seleccionadas como novas definições (projectos) de outros objectos, novos ou não”*. Esta definição introduz a criação de novos objectos (novos produtos) e estabelece consistentemente o ponto de partida para uma concepção de projecto.

### **3.1.3 Gestão sequencial**

Existem propostas que se podem considerar clássicas, relativamente à organização e desenvolvimento de um projecto genérico de um produto também genérico. De maneira a abordar-se de uma forma sucinta a fase do projecto de DNP, utilizar-se-á, para tanto, a proposta sequencial e clássica e genérica de Ulrich e Eppinger, (2000; p.9) conforme a ilustração 3-3, e que servirá de base à análise subsequente.



Ilustração 3-3 - Proposta sequencial clássica de Organização do projecto de DNP.  
Adaptação de Ulrich e Eppinger (2000; p.9)

Em primeiro lugar, estes autores apontam a fase de planeamento como sendo prévia à própria concepção do produto, contrariando assim o definido no Manual de Oslo OCDE (2005; p.41). Para a presente abordagem, tal não constitui um óbice porque cada produto tem as suas especificações próprias e a organização dos respectivos projectos não terá necessariamente de ser igual.

Relativamente a esta fase do DNP, o planeamento corresponde a um conjunto de previsões escritas programadas e calendarizadas, como ocorre em qualquer projecto. Os cronogramas serão mais ou menos simples ou complexos, conforme o produto a desenvolver e do tempo disponível, tal como apontam *Lin et al.* (2008). Algumas destas fases podem ser realizadas em simultâneo, e daí o cronograma poder evoluir para uma rede com inícios ao mais tarde ou ao mais cedo, definição de caminhos críticos, etc. Os mesmos autores referem a sobreposição iterativa da gestão de DNP bem como a utilização de técnicas como o “*Program Evaluation and Review Technique/Critical Path Method*” (PERT/CPM), cadeias de *Markov*, etc. Da ilustração 3-3, sobressai desde logo uma característica relevante: as fases de desenvolvimento económico do projecto, bem como a sua gestão integrada devem ter início aquando do arranque do processo. Se deve ser antes ou depois da concepção e/ou da respectiva decisão empresarial, dependerá do tipo de produto, organização, etc.

Sobre a fase “arquitetura do produto”, Ulrich (1995), define-a como sendo “*um esquema pelo qual, à função de um produto se devem alocar componentes físicos*”. As fases da arquitetura do produto (Ulrich e Eppinger, 2000; p.181) no projecto industrial, são estruturadas de maneira a decidir da sua eventual modularização (Dias, 2005; p.164 e

seguintes), variedade, facilidade de manutenção futura, facilidade dos processos de produção, definição da SCM (*Supply Chain Management*)<sup>25</sup>, etc.

Para além da arquitectura do produto, quando este se realiza à escala global, Tripathy e Eppinger (2011) assumem a existência de mais dois tipos de arquitectura na gestão de um projecto DNP. Assim, referem a “arquitectura organizacional” que agrupa, compõe e organiza as subequipas, as suas inter-relações e hierarquias, em termos dos fluxos informacionais e a “arquitectura dos processos”, que organiza o conjunto de tarefas e actividades, bem como o respectivo fluxo de informação relacionada entre esse conjunto, e o somatório do que se vai produzir em termos de produto final. Os referidos autores sublinham finalmente que a arquitectura do produto, quando realizada em contexto de globalização do seu processo, se reflecte na gestão do sistema do fluxo da informação da empresa e que quaisquer eventuais mudanças nesta fase do projecto possuem suficiente potencial para destruir essa mesma empresa.

Daqui se pode concluir que, sendo corrente nas empresas o fenómeno da globalização, a adequação do próprio sistema de informação, bem como a gestão rigorosa dos fluxos de informação, é crucial para a consecução da gestão sistémica do DNP. De acordo com Ulrich e Eppinger (2000; p.274 e seguintes), na fase de prototipagem, foram já ultrapassadas com êxito as fases do domínio da arquitectura do produto, do projecto industrial e do próprio projecto da produção, que antecedem a fase de lançamento do produto (*ramp-up*), para lá do domínio da gestão do projecto. O objectivo desta fase limite do domínio do projecto (*ramp-up*) é o de treinar a força de trabalho, no sentido de eliminar e corrigir os problemas que ocorram nos processos da produção. Muitos dos produtos feitos nesta fase, funcionam como amostras a ser ainda testadas pelos clientes potenciais, como já se referiu, detectando possíveis falhas que tenham passado despercebidas nas fases anteriores. A transição desta fase *ramp-up* da produção deve ser contínua e gradual. Em momento algum nesta fase de transição o produto fica disponível para distribuição generalizada (Ulrich, 1995). Os detalhes, os testes e o refinamento do projecto, constituem-se como as fases últimas antes do lançamento do produto na produção. Sobre prototipagem rápida, que constitui um tema de base tecnológica no processo, mas que não se enquadra nos tópicos a desenvolver nesta tese, podem encontrar-se aspectos inerentes ao mesmo no trabalho de Nunes (2004). Finalmente, na fase da gestão do projecto deve referir-se o que concerne à gestão dos processos da qualidade do projecto e do lançamento do futuro processo de gestão da qualidade.

Tal necessidade do âmbito do projecto irá acompanhar o produto resultante ao longo do seu ciclo de vida, tal como referem (Kim e Kim, 2009). Daí a importância da constituição das equipas do projecto de DNP. Praticamente todos os autores aconselham equipas multidisciplinares, multifuncionais e/ou a organização do tipo matricial (*cross-functional*),

---

<sup>25</sup> Materialização da cadeia de valor, em empresas, terceiros produtores de módulos, transporte, armazéns, plataformas logísticas, grossistas, retalhistas, etc. (Dias, 2013; p.43).

mencionam-se: Rihar *et al.* (2010), Kahn *et al.* (2012), Akgün *et al.* (2007) e Brettel *et al.* (2011). Outros autores, em circunstâncias específicas, propõem a formação de equipas colaborativas (e.g. Sharma, 2005), podendo incluir os funcionários da organização, os fornecedores e os clientes. Assim sendo, é crucial um fluxo de informação fiável (Brentani e Reid, 2012), que permita assegurar visibilidade e transparência na conexão das pessoas, processos e tecnologias (Dias *et al.*, 2009).

### 3.1.3.1 Gestão sequencial iterativa

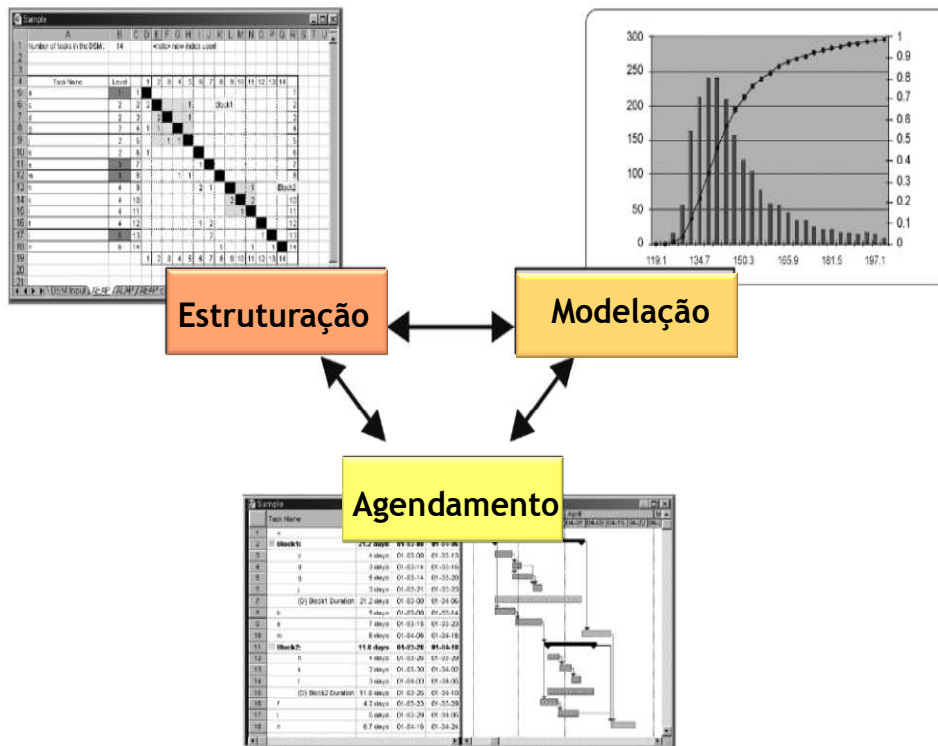
Do exposto, pode concluir-se que a gestão de projectos clássica ou sequencial não é um processo rígido, mas antes um processo que comporta graus de flexibilidade que a tornam viável. Efectivamente, não abundam modelos de organização do desenvolvimento de um projecto, nomeadamente de novos produtos, que divirjam de uma forma muito notória do que atrás se expôs, para modelos genéricos, mesmo quando se trata de projectos mais latos e abrangentes desenvolvidos à escala global. O próprio Eppinger, varia um pouco relativamente ao modelo genérico e introduziu uma mais-valia, que consiste em realizar iterações e simulação ao longo do percurso do projecto desenvolvimento, e à medida que ele vai decorrendo. Uma variante desenvolvida por Cho e Eppinger (2005), consistiu na gestão da concepção de projectos complexos, através de um processo baseado em técnicas de simulação. Ainda de acordo com estes autores, a simulação é uma das principais características da concepção de projectos complexos, e por isso, foram desenvolvidos diversos modelos analíticos, caracterizando o momento certo de proceder às iterações necessárias. Nesta variante, estes mesmos autores propõem um modelo que designam por “*Design Structure Matrix*” (DSM), e que fornece uma representação compacta dum sistema complexo. O modelo pode aplicar-se num amplo conjunto de processos com importantes características, anteriormente de difícil resolução, em processos de engenharia de concepção o que incluiria padrões de transferência de informação, duração incerta de muitas actividades, bases conflituais de utilização de recursos, sobreposições, repetições sequenciais, e simultaneidade de realização de tarefas. Cho e Eppinger (2005) defendem a utilidade da DSM, na medida em que acedem a maiores níveis de robustez que as configurações dos processos alternativos.

Neste modelo, as áreas críticas na implementação do processo iterativo detectadas foram: (Dias, 2005; 142)

- Criticalidade das actividades, ou seja, sensibilidade ao tempo de duração máximo do projecto ou *lead-time*), tanto menor quanto possível;
- Política estratégica de tarefas simultâneas ou concorrentes;
- Estratégia de minimização dos *lead-time* do projecto;
- Iterações mais rápidas ou em menor quantidade;

- Robustez do processo, que consiste na diminuição da incerteza com avanço do projecto.

As iterações e as consequentes simulações que atendem aos referidos requeridos assentam nas principais variáveis: estruturação, modelação e agendamento ou reagendamento face às sucessivas iterações, tal como mostra a ilustração 3-4.



**Ilustração 3-4 - Modelo de gestão do um projecto integrado (DSM).**  
Fonte: Adaptação de Cho e Eppinger (2005)

Lin *et al.* (2008) também enveredaram por um processo iterativo, dinâmico de gestão sequencial sobreposta em projectos de DNP e designaram-no de “*Dynamic Development Process Model*” (DDPM). Após constatarem que o desenvolvimento de projectos é usualmente complexo e passível de simulação iterativa, reconhecem que a introdução de novas tecnologias ajuda muito na redução nos tempos de realização de tarefas e actividades, o que reduz a probabilidade de se cometerem erros. Concluem que, diversas estratégias de sobreposição se aplicam a projectos com diferentes níveis de incerteza porque, as diferentes políticas de sobreposição são afectadas pela incerteza do projecto (ilustração 3-5).



**Ilustração 3-5 - Modelo de gestão iterativa de um projecto DNP.**

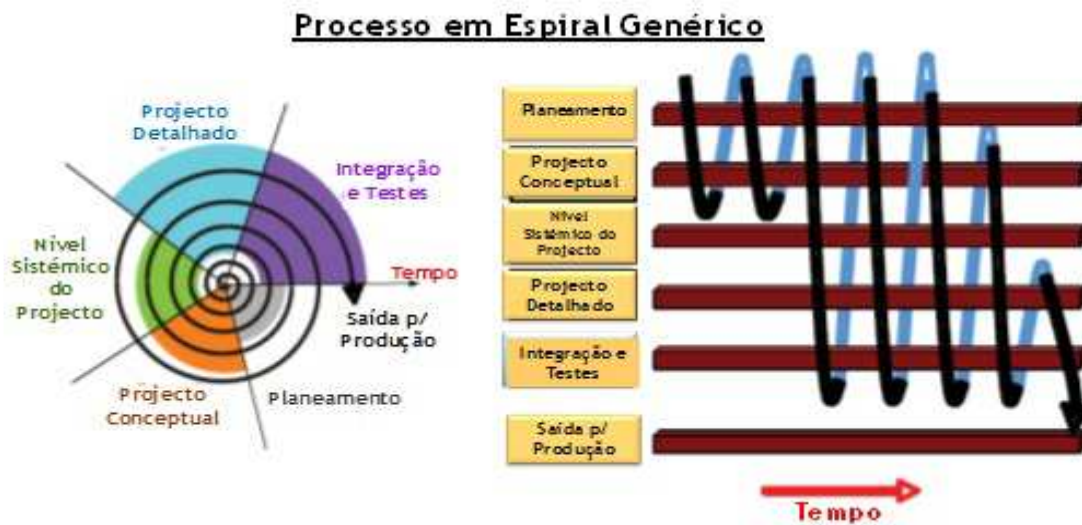
Fonte: Adaptação de Unger e Eppinger (2011)

O modelo, de acordo com os próprios autores, necessitaria de novas aplicações de casos empíricos para mais adequada validação. No caso vertente, resulta de aplicações anteriores e no trabalho citado, o modelo foi utilizado no desenvolvimento de uma base vertical de suporte para um telefone móvel. Trata-se de um modelo conceptual e consideram-se os movimentos dos fluxos de informação *upstream* e *downstream*, bem como os respectivos *feed-back* que induzem as iterações necessárias (Dias, 2013; p.28 e seguintes). Este autor considera ainda que, a resolução dos problemas de sobreposição, não se podem dissociar da importante questão da alocação dos recursos. As soluções de optimização, obtidas através destes modelos dinâmicos iterativos, deverão também ser submetidos a testes finais baseados em avaliação de *trade-offs*, caso esteja em causa a decisão de optimização das sobreposições, de modo a minimizar o tempo de desenvolvimento do projecto vs. custo das diversas possibilidades de alocação de recursos. Unger e Eppinger (2011) incluem no projecto do DNP uma evolução recente: o método iterativo. Assim, o modelo genérico e clássico de Ulrich e Eppinger (2000) adequou-se ao processo iterativo, com uma nova fase do domínio do projecto, imediatamente antes da fase de integração e testes e depois da fase correspondente ao nível sistémico do projecto. Recebendo os *inputs* adiante, iterando e reconstituindo atrás, em caso de falha durante a fase de testes.

### 3.1.3.2 Gestão sequencial em espiral

Um processo que se pode considerar como variante do sequencial genérico que tem sido adoptado pela sua flexibilidade, antecipação de *feed-back*, e outras vantagens, é o “processo em espiral” de que se apresentam duas variantes na ilustração 3-6. Na primeira variante (à esquerda da ilustração), os autores apresentam a versão mais “genérica”. O processo corre do princípio ao fim, de forma sequencial, voltando de novo ao princípio as vezes que forem necessárias (iterações) até que se considere completo. Na segunda variante, que denominam de “processo actual”, as iterações poderão ser realizadas em espiral, mas apenas em torno das primeiras fases, depois em torno de mais algumas até ao completamento do processo. No primeiro caso, Unger e Eppinger (2011), afirmam que o processo maximiza o controlo de

gestão focalizado no na gestão técnica do risco. No segundo caso (estudo de caso da *Xerox*), o espectro da espiral maximiza a flexibilidade e focaliza-se na gestão do risco do mercado, dada a maior capacidade de compressão do tempo.



**Ilustração 3-6 - Processos em espiral.**  
 Fonte: Adaptação de Unger e Eppinger (2011)

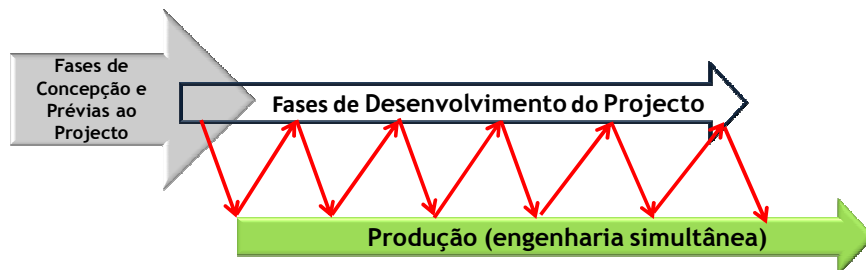
Este modelo também permite especificações flexíveis, evitando assim, a necessidade de recomeço do trabalho. A espiral repete passos regulares, incluindo o desenvolvimento do conceito, nível da concepção, detalhes, integração e testes. Neste processo, o número de espiras pode variar. Unger e Eppinger (2011) reconhecem algumas desvantagens deste modelo: em primeiro lugar, a complexidade exige uma atenção relevante por parte da gestão; em segundo lugar, a falta de especificações rígidas (aqui são flexíveis), pode conduzir a atrasos no desenvolvimento dos subsistemas; e por último, um processo abordado através da espiral simples em casos simples e de complexidade mínima, poderá ser exagerado por projectos comuns, que poderiam ser desenvolvidos por processos também mais simples. Os autores apresentam uma grande quantidade de casos estudados, todos muito relevantes, e referentes a grupos empresariais de nível mundial (i.e. *Siemens, Xerox, ITT, Microsoft, etc.*).

### 3.1.4 Engenharia simultânea ou concorrente

Mas existem actualmente outras propostas de organização de um projecto de DNP, muito interessantes, já utilizados na indústria e também divulgadas no mundo científico. Abordaremos dois considerados importantes: a engenharia simultânea (ES) ou concorrente e outro designado por *Stage-Gate®* (etapa-porta). Aborda-se em primeiro lugar o que concerne à ES, em que alguns autores abordam este tema de um modo complementar, tais como: Lin *et al.* (2012); Bullinger *et al.* (2000); Yang e Yang (2011) e Ko *et al.* (2011).

A ES consiste numa retroacção de informação proveniente tanto da fase da produção em curso como ainda mais adiante do impacto do produto no mercado, ou seja, proveniente da “voz do cliente”. Esta retroacção leva a que as respectivas fases do projecto tenham efeito

no processo produtivo e este responde com novos dados para o desenvolvimento do projecto. Assim, existem impactos em todas as fases, em cada uma das fases e na fase seguinte, retroagindo sucessivamente no processo de produção e no próprio produto. De acordo com Valle e Vázquez-Bustelo (2009), a ES parece adequada em situações de evolução gradual ou incremental do produto. Esta proposta de organização é representada esquematicamente na ilustração 3-7.



**Ilustração 3-7 - Desenvolvimento do projecto em simultâneo com a produção.**

Estes autores analisam esta ferramenta por contraponto ao processo sequencial clássico, já referido. Nesse trabalho, Valle e Vázquez-Bustelo (2009) admitem que a utilização da ES pode, em muitos casos, ser mais dispendiosa que a engenharia sequencial, e daí o facto da primeira não ser correntemente utilizada. Também evidenciam a ideia de que a ES tem sérias limitações em condições de elevada incerteza e complexidade, mas também mostram que as empresas que adoptam este processo organizacional para realizar inovações radicais, conseguirão reduzir os custos do projecto e da produção, podendo contudo não conseguir reduzir o seu tempo de desenvolvimento ou obter novos produtos de qualidade elevada. Daqui se conclui que se o objectivo prioritário do DNP consiste na redução ou compressão do tempo de desenvolvimento e na superioridade do produto, os processos radicais de inovação são desaconselháveis em contextos de grande incerteza e complexidade. Por outro lado, se a prioridade consistir na redução de custos, não será aconselhável enveredar por processos inovativos incrementais, de acordo com Valle e Vázquez-Bustelo (2009). Quanto à não redução de custos por via da implementação da ES, Yang e Yang (2011) admitem que tal é possível, quando esta estratégia de realização de projecto de DNP se associar ao *Design for Excellence* (DFX) <sup>26</sup> na sua concepção multifacetada.

### **3.1.5 Processo *Stage-Gate*®**

De acordo com (Yang e El-Haik, 2009; p.70 a 79), existe outra proposta ou estratégia alternativa à clássica gestão sequencial de projectos, relevante na literatura, sendo designada por *Stage-Gate*® (etapa - porta). Neste tipo de organização, Nunes (2004; p.17) considera que projecto e a produção se intersectam. Para Yang e El-Haik (2009; p.70 a 79) um processo *Stage-Gate*® corresponde a um mapeamento de tudo o que precisa ser realizado para o DNP, que se inicia no momento da ideia e culmina no seu lançamento. Estes autores

<sup>26</sup> Ferramentas a abordar no Capítulo 4 do presente trabalho.

também consideram que se constitui como um sistema de implementação da melhoria da eficácia e da eficiência do processo no seu conjunto. Pode exprimir-se de acordo com a ilustração 3-8:

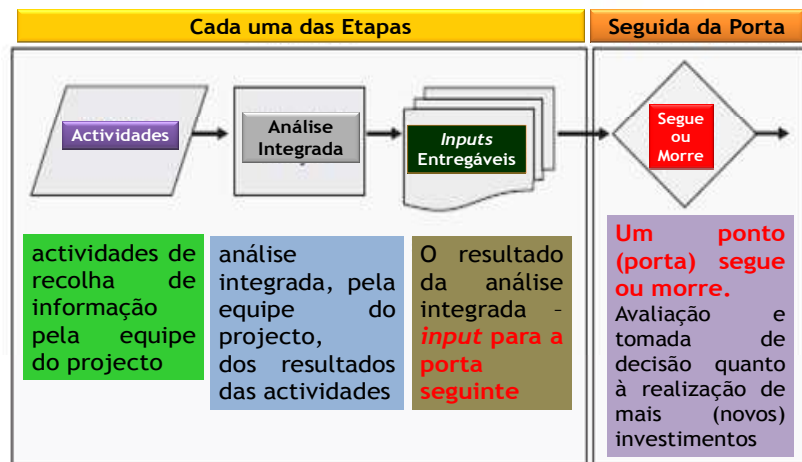


Ilustração 3-8 - Proposta *Stage-Gate*® de organização da gestão de um projecto de DNP.

Fonte: Adaptação de Cooper (2008)

Ainda sobre o tema, Cooper (2008) afirmou, que nos primórdios da implementação deste processo, durante os anos 90 do século XX, ele foi associado a desperdícios devidos ao excesso de burocracia, que encareciam o desenvolvimento do produto. No entanto, também reconhece que a implementação de desenvolvimentos posteriores expurgou o *Stage-Gate*® destas desvantagens competitivas. A ilustração 3-9 mostra de uma forma mais discretizada o *Stage-Gate*®, evidenciando os momentos em que são inseridos pontos de decisão e conjuntos de actividades operacionais. Cooper (2008) demonstrou como as portas (gates) devem ser empregues de modo a assegurar que o produto em desenvolvimento nas várias etapas (stages) está em conformidade com os objectivos de negócio da empresa.



Ilustração 3-9 - Organização esquemática *Stage-Gate*®.

Adaptação de: Cooper (2008)

Este processo baseia-se na premissa de que nos projectos, as respectivas equipas de projecto, compreendem realmente como é que vão conseguir vencer os desafios que irão enfrentar. Ainda de acordo com este autor, o processo *Stage-Gate*® foi originalmente desenvolvido a partir de pesquisa, que modelou o que fazem e como fazem os “vencedores”, num trabalho

da sua autoria, intitulado: *New Products: What Separates the Winners from the Losers*. Paula (2004) também utilizou o *Stage-Gate*® em conjunto com a ES enquanto ferramenta metodológica abrangente, não só de desenvolvimento do projecto, como no domínio da própria produção. Como já foi oportunamente definido na presente investigação, considera-se que o DNP termina precisamente no lançamento do produto na produção, não prosseguindo para além desse momento.

Da *web of science* levantaram-se os artigos referentes a estas duas modalidades de gestão de projecto, entre 2003 e 2013, e de imediato se pode concluir que existem, por ano, entre dez a vinte vezes mais artigos sobre *concurrent engineering* do que sobre o *Stage-Gate*®. No caso da ES detecta-se uma tendência de abrandamento de publicações ISI na medida que ao medir-se o ano de 2013 (em Janeiro de 2014), detectaram-se pouco mais de metade dos artigos publicados em 2003, ou seja 246 contra 136 (gráfico 3-1).

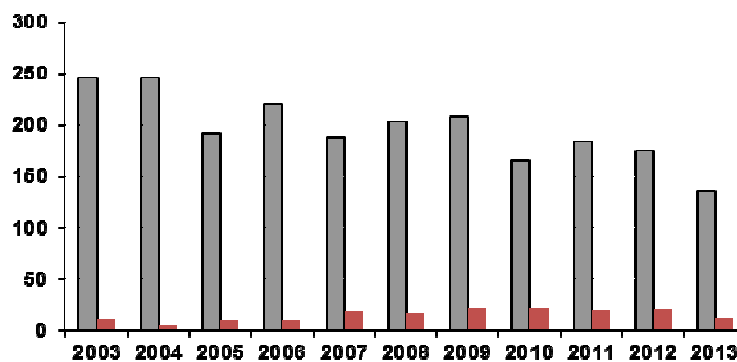


Gráfico 3-1 - Artigos na *web of science* sobre ES e *Stage-Gate*®.

Para além destas estratégias processuais de gestão do projecto de DNP, a ES e o *Stage-Gate*®, deve acrescenta-se uma outra variante desenvolvida por Cho e Eppinger (2005) que consiste na utilização de técnicas de simulação para gestão de projectos complexos. Nesta variante, estes autores propõem um modelo DSM, que fornece uma representação compacta dum sistema complexo. O modelo pode aplicar-se num amplo conjunto de processos com importantes características de difícil resolução, em engenharia de concepção, o que incluiria padrões de transferência de informação, duração incerta de muitas actividades, bases conflituais de utilização de recursos, sobreposições, repetições sequenciais, e simultaneidade de realização de tarefas. Mais recentemente, os mesmos autores Unger e Eppinger (2011) desenvolveram outros processos de base iterativa ou em espiral, acrescentando assim uma nova fase do domínio do projecto, imediatamente antes da integração e testes e depois da fase correspondente ao nível sistémico do projecto, recebendo os *inputs* adiante, iterando e reconstituindo atrás, em caso de falha durante a fase de testes.

Confirma-se também a asserção ou constructo da investigação, formulado no Subcapítulo 1.5, ou seja: que o DNP deve constituir-se como um processo sujeito aos rigores de uma gestão eficiente e eficaz (seja ela clássica ou não).

### 3.1.6 Partilha de informação e redes globais

Outra questão pertinente a ter em conta na fase de concepção e projecto do DNP: realizar o projecto de uma forma centralizada ou descentralizada. E no caso de descentralizada, como? Choi e Krause (2006) e ainda Tripathy e Eppinger (2011) desenvolveram com mais detalhe a coordenação e controlo da empresa focal, relativamente aos vários níveis de externalização e participação no DNP de fornecedores de partes componentes e subcomponentes do produto. Tal significa que o tema da globalização estratégica, não só ao nível dos mercados mas também da partilha da informação e do conhecimento dos projectos de DNP, através da participação em redes colaborativas, tem de ser considerado durante as fases do projecto de DNP. Fases estas que participam tanto do ambiente sistémico e estratégico empresarial, como das suas áreas e domínios organizacionais e processuais.

Antes de seleccionar fornecedores terão de se avaliar as possibilidades de onde o fazer, a que custos, quais as alternativas geográficas, etc. Se assim for, formar-se-ão as referidas redes e sub-redes colaborativas e os SCEs ou “Complex Engineered Systems” (CESs), que serão uma das mais relevantes fontes geradoras de complexidade. O reconhecimento da elevada complexidade gerada por estes sistemas (SCEs) é evidenciado por Tripathy e Eppinger (2011), quando relevam que tal se deve às redes de fornecimento de componentes (mesmo de projecto) que partilham as interfaces tecnológicas. No entanto, o sistema obriga-se a funcionar como um todo. Na opinião destes autores, os SCEs podem compreender um elevado número de participantes que assumem, por vezes, comportamentos e propriedades que os seus subconjuntos não possuem. Além disso, a hierarquia estabelece-se quando os sistemas se decompõem em subsistemas e estes em componentes, tal como evidencia a ilustração 3-10.

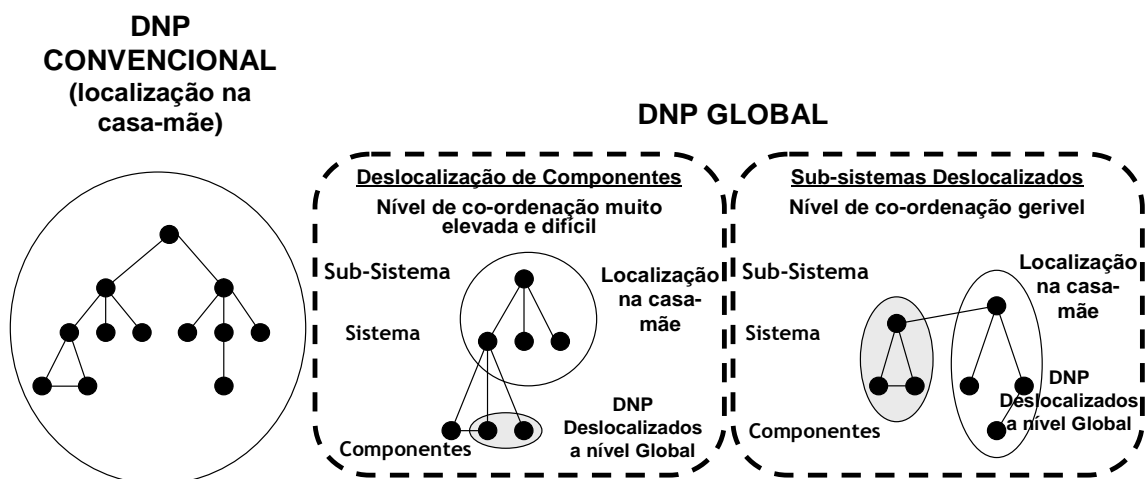
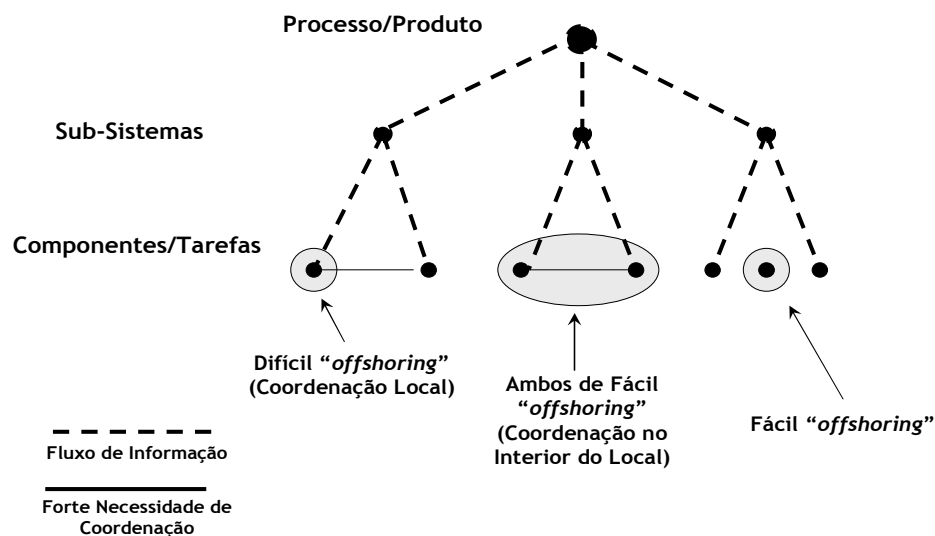


Ilustração 3-10 - Dificuldades com a estratégia de *offshoring*.

Fonte: Adaptação de Tripathy e Eppinger (2011)

Ou seja: a complexidade da arquitectura da organização do desenvolvimento global de um produto relaciona-se com a estrutura, em termos de fornecedores, ligações, e constrangimentos, tanto do produto, como do sistema, do processo ou do elemento. Da

participação em redes colaborativas emana a partilha de conhecimento e informação (Geyskens *et al.*, 2006), decorrendo daí por vezes, dificuldades de pertença à rede, conforme reconhecem McCarter e Northcraft (2007). De modo a enfrentarem as dificuldades da gestão da rede global, Tripathy e Eppinger (2011) propõem um modelo conceptual da arquitectura global do DNP (ilustração 3-11). O termo “*offshoring*” deve ser entendido como uma operação de deslocalização que ocorre quando uma empresa (ou algumas das suas valências) migra estrategicamente, para outras áreas geográficas por via de vantagens diversas, como e.g.: mão-de-obra mais barata; preço da energia; nível tributário ou outras.



**Ilustração 3-61 - Desenvolvimento global do DNP.**

Fonte: Adaptação de Tripathy e Eppinger (2011)

De acordo com Dornier *et al.* (1998; p.39 e 257), se as companhias não podem estar constantemente a abrir ou encerrar fábricas ou linhas de produção e montagem, já o mesmo não ocorre com os produtos. Com efeito os novos produtos, se for caso disso, podem ser lançados continuamente. No caso do modelo desenvolvido na ilustração 3-11, distinguem-se três situações típicas:

- “*offshoring*” - deslocalização;
- “*outsourcing*”, “externalização” ou “terciarização” - em que o produto, componentes ou projecto e/ou processo de engenharia serão realizados por outras organizações da rede da empresa focal, localizadas noutras áreas geográficas, ou mesmo “em casa” mas subcontratadas a terceiros pela empresa focal;
- “*insourcing*” - o que é feito em casa (casa-mãe) como sugere a ilustração 3-10.

Recorrendo mais uma vez a Tripathy e Eppinger (2011), deve referir-se que é muito difícil estudar e projectar os SCEs, funcionando como um todo, ou seja, um sistema integrado. Por isso precisam de ser decompostos em subsistemas ou módulos funcionando cada um deles

como se fosse uma “caixa negra”, em que cada um oculta dos outros os respectivos detalhes da sua parte do projecto.

Assim sendo, parecem existir duas resultantes:

1. Nas empresas em que os SCEs são deslocalizados, a coordenação e o controlo dos subníveis é muito mais eficaz, e são hoje de acordo com Tripathy e Eppinger (2011), um importante factor de sucesso do desenvolvimento global de novos produtos;
2. A visão do conjunto se encontra apenas na organização focal. Isto é: cada subsistema, deslocalizado ou não, pode controlar inovações locais que sejam reservadas, cujo conhecimento está fora do alcance dos outros.

Cada uma, por si só, não reúne as condições necessárias para desenvolver de uma forma integral novos produtos.

### **3.2 Funcionamento colaborativo e multidisciplinar**

Da revisão da literatura tem sobressaído a influência que as relações colaborativas exercem entre os principais clientes e fornecedores, através da empresa, nas especificações, no projecto, na variedade de produtos e no próprio DNP. Assim, de acordo com Al-Zu`bi e Tsinopoulos (2012), num estudo que analisa o impacto que a relação com clientes e fornecedores assume na variedade de novos produtos desenvolvidos pelas empresas, concluem que o aumento do grau de colaboração com os clientes principais e com os fornecedores, durante o processo DNP, faz crescer a variedade de produtos oferecidos aos clientes. Além disso, os agentes participantes na rede colaborativa podem fornecer conhecimentos técnicos para melhoria de processos e produtos existentes e são mais susceptíveis de ficar comprometidos com o êxito dos produtos que ajudaram a desenvolver, bem como com a flexibilidade da produção como já antes haviam demonstrado Krause *et al.* (2000). Os principais clientes combinam a competência técnica, frequentemente associada com a dos fornecedores, com conhecimento exacto e rigoroso, alertando antecipadamente novas tendências do mercado, pelo que, a relação colaborativa com eles é mais eficaz na variedade e no DNP que com os fornecedores (Al-Zu`bi e Tsinopoulos, 2012). Sobre este tema Athaíde e Zhang (2011), focam a operacionalização das estruturas de governança das relações comprador-vendedor, apenas no que concerne ao DNP, e cuja contribuição permitiu identificar três dimensões comportamentais que tipificam as relações colaborativas comprador-vendedor, nas configurações do DNP: desenvolvimento de produto; educação e formação; e geração de conhecimento do produto, na fase de pós-instalação. Esta dimensão comportamental, reflecte as interações colaborativas que facilitam as melhorias que concernem à inovação.

Uma outra evidência muito relevante, sobre este assunto é a de que existe uma forte cultura de competitividade nas indústrias que inovam e desenvolvem novos produtos através de uma cultura empresarial, assente na existência de equipas multidisciplinares (Harmancioglu *et al.*

2007). Além disso Feng *et al.* (2011) realçam o efeito do relacionamento colaborativo dessas equipas na competitividade. Isto significa que o ambiente e a cultura empresarial, assentes em valores de partilha colaborativa e em redes colaborativas do tipo inovação aberta ou co-inovação, têm influência na competitividade das empresas que investigam, inovam e desenvolvem novos produtos. Kim e Kim (2009) analisaram 127 projectos de DNP, numa companhia que interage a nível global no mercado de componentes e produtos electrónicos. No seu trabalho constaram que o tipo de organização empresarial mais analisado é o tipo matricial, e que a equipa de engenharia desempenha um papel muito específico, no desenvolvimento e concepção de novos produtos. Ou seja, a existência duma equipa de conhecimentos transversais ou “*Cross-Functional Team*” (CFT), que é uma equipa de projecto específica organizada, com a finalidade de acompanhar e completar o novo produto em questão, e que funciona do seguinte modo: os seus membros são destacados das mais diversas áreas da empresa, mas logo que o projecto fique concluído regressam às funções de origem na organização; quanto aos membros do departamento de engenharia, pelo contrário, permanecem na função mesmo depois do projecto ter terminado. Assim, este departamento constitui-se como tendo uma missão facilitadora para cada projecto realizado na empresa. Tal como evidenciado na ilustração 3-2, é evidente a delimitação considerada no presente trabalho, para o projecto do DNP: termina no momento em que se entra no tempo da lançamento dos processos de produção, que permitirão lançar o produto para o mercado, posteriormente.

Tanto na geração de ideias como na própria selecção do conceito de produto a ser desenvolvido (domínio do projecto), são as equipas multidisciplinares e/ou colaborativas que tomarão as decisões. Para isso, utilizarão necessariamente métodos ou ferramentas auxiliares dessas mesmas decisões (área do projecto). A título de exemplo, Yang *et al.* (2006) e Yeh *et al.* (2010) apontam: a simulação; o *benchmarking*; o *brainstorming*; o envolvimento dos fornecedores no desenvolvimento do projecto; etc., enquanto métodos que podem ser aconselháveis nestas fases.

Correntemente, o *benchmarking* encontra-se associado à excelência da qualidade do produto, conforme concluem diversos investigadores que usaram a abordagem de *Deming* (Lee, 2002; Chen e Lin, 2011; Ribeiro e Cabral, 2006 e Deros, 2006). Atháide e Zhang (2011) também chamam a atenção para o facto da partilha de informação tecnológica exclusiva e confidencial (quando não secreta) sobre novos produtos em desenvolvimento, através de movimentos colaborativos envolverem riscos não despiciendos. A confiança colaborativa é fundamental, devendo funcionar como elemento protector contra comportamentos abusivos de elementos oportunistas terceiros, eventualmente também pertencentes à rede (McCarter e Northcraft, 2007).

A globalização e a necessidade da existência dos movimentos colaborativos funcionando em rede englobam o que concerne à inovação aberta, ou seja, uma troca de conhecimento

inovador intimamente ligado à transferência de conhecimento (Fain<sup>b</sup>, 2010), no qual os recursos se movem facilmente na fronteira ou interface empresa/mercado. A participação em redes colaborativas promove uma inovação conjunta e /ou complementar, já antes referida e denominada por co-inovação.

### **3.3 Engenharia e capacidade tecnológica**

Outra área do domínio processual do DNP, quer os produtos sejam industriais ou não, respeita à capacidade tecnológica e da engenharia das empresas. Mendes (2008; p.208) estabelece a relação entre competitividade tecnológica e maturidade tecnológica. Na primeira, a empresa domina as tecnologias aplicadas nos seus produtos, e na segunda, identifica o estado de desenvolvimento dessas tecnologias na empresa e no mercado. Para tanto é necessária engenharia (Pei *et al.*, 2011), que é correntemente ligada ao produto e ao processo (Reddi e Moon, 2012). A engenharia de materiais pode ser autónoma umas vezes, e noutras integrar-se quer no produto quer no processo, dependendo do produto em questão, nomeadamente dos seus requisitos físicos (Rhee, 2013).

A engenharia concorrente ou simultânea, embora tratada aqui como variante organizacional do projecto de DNP, é também reconhecida como determinante dos processos que originarão os produtos projectados (Shidpour *et al.*, 2013). Trata-se de uma área sistémica muito relevante a ter em conta no DNP, mas muito técnica e de difícil abordagem num trabalho como o presente, em que o domínio da engenharia é muito vasto e o das suas tecnologias não o é menos. Fica aqui o destaque quanto à sua importância sistémica quanto ao DNP.

### **3.4 A produtividade e a competitividade na organização**

No final da década de 90 do século XX, Chase e Aquilano (1997; p.28) referiam que as empresas seriam competitivas, caso os respectivos produtos oferecidos possuíssem um tipo de características que os tornassem pretendidos no mercado. Mais recentemente, Lisboa e Gomes (2006; p.34), definem a competitividade como sendo o modo pelo qual a empresa consegue satisfazer as necessidades dos consumidores, em concorrência com as congéneres, de forma a garantir a sua própria sobrevivência. Ou seja: a competitividade resulta da transformação de ideias em produtos de uma forma mais rápida, barata e qualitativamente melhores e mais apetecíveis que os concorrentes, aos olhos do mercado e dos consumidores finais.

Conforme já se concluiu no capítulo anterior, aquando da abordagem da estratégia *blue ocean*, podem desenvolver-se novos produtos por inovação disruptiva que ultrapassarão as circunstâncias competitivas do mercado. Também se apontou que competitividade e produtividade não são a mesma coisa. Com efeito pode ser-se produtivo mas não competitivo. Será, portanto, conveniente que à produtividade corresponda uma adequada competitividade.

Relativamente às estratégias que podem promover vantagem competitiva, o que ocorre maioritariamente nas estratégias comuns *red ocean*, são clássicos os estudos de Porter (1990; p.39 e seguintes) que consagram duas estratégias: uma de vantagem obtida através dos custos, proporcionando assim os mais baixos preços no mercado; e outra, através da diferenciação dos produtos, tornando-os diferentes de todos os outros existentes no mercado.

Fazendo parte do domínio organizacional das empresas, a produtividade e a competitividade são diferentemente catalogadas face à diferença específica dos conceitos: a primeira, associada aos princípios de gestão interna em estrita ligação aos conceitos *lean*, é reportada à procura incessante da eficiência (que normalmente tende a ser influenciada pela envolvente externa à organização); e quanto à segunda, associa-se ao comportamento do mercado e pode superar-se internamente, através de uma cultura empresarial interna de combate à concorrência e procura constante da eficácia, quanto à realização dos objectivos previstos.

### 3.5 Pensamento *lean*

Neste subcapítulo aborda-se um domínio ou princípio interno à organização, que traduz a sua entrega plena à: redução de desperdícios; produção eficiente com um mínimo de recursos; redução e compressão de tempo, espaço e custo; preocupação integrável no que actualmente se designa por pensamento *lean* ou *lean thinking*, conforme tratam Chen *et al.* (2010), Letens *et al.* (2011) e Schulze e Störmer (2012).

O termo “*Lean Product Development*” (LPD) é conhecido internacionalmente no meio científico. Os princípios *lean* são bastante conhecidos no ambiente dos processos produtivos, logísticos e outros, mas no entanto, no contexto do presente trabalho cabe proceder à abordagem do DNP e suas ferramentas, com base nesta filosofia estratégica. Letens *et al.* (2011), citando Womack *et al.* (1990), descrevem o LPD como um método ou ferramenta usado pela *Toyota* e outros fabricantes japoneses da indústria automóvel, no sentido de baixar radicalmente os custos, desperdícios e *lead-times* produtivos, por comparação com os congéneres ocidentais. No entanto, antes de se abordar directamente o tema LPD, é conveniente proceder a uma breve introdução acerca desta filosofia. Acerca do termo “*lean*” deve referir-se que ele aparece com termos em língua portuguesa. (Dias, 2013; p.24) conclui que estas terminologias danificam o conceito subjacente.

Vejamos os argumentos deste autor: “magro”, habitual sucedâneo no léxico português, tanto se pode atribuir conceptualmente a entidades com saúde (sem excessos de gordura) como, também a outras que podem indiciar doença (falta de músculo). Estar magro ou mesmo muito magro, pode muito bem corresponder a fraqueza ou doença, quando não à própria anorexia. Na verdade, o conceito *lean* (“estar na linha”) pretende significar uma saúde organizacional e

sistémica robusta<sup>27</sup> tão lean quanto possível onde deve, e tão ágil<sup>28</sup> quanto possível onde pode, comportando-se de uma forma resiliente<sup>29</sup>, ou seja, capaz de suportar inesperadas e fortes rupturas e retomar, tão rápido quanto possível (senão mesmo com melhorias), as condições anteriores a essa ruptura.

Ou seja: o autor prefere manter o temo anglo-saxónico do que correr o risco de desvirtuar ou danificar o conceito que lhe é subjacente. No entanto, do texto do referido autor surge um aviso: “o conceito lean pretende significar uma saúde organizacional e sistémica robusta”. Mais recentemente têm sido realizadas tentativas bem-sucedidas de transferir alguns dos conceitos e conhecimentos da produção *lean* para a gestão de projectos de DNP (Pons, 2008).

De uma modo geral, a abordagem *lean* procura reduzir os desperdícios, melhorar ao processos, minimizar os *stocks* e os inventários através do método *just-in-time* (JIT). É corrente o conhecimento de que esta estratégia constitui-se como um sistema de gestão da produção, que determina que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes do momento certo, i.e., o momento exacto em que é preciso. Pode aplicar-se em qualquer organização, a fim de reduzir inventário e os custos decorrentes (Chase e Aquilano, 1997; p.217 e 218). O JIT é o principal pilar do sistema de produção da *Toyota*, que é precisamente a gestão *lean*. Uma das ferramentas que faz parte do próprio funcionamento do sistema JIT, é o que se designa por *Kanban*. Este termo japonês significa “cartão”, e actualmente, pode ser substituído por variantes luminosas ou outras, conforme os casos.

Assim, coloca-se um *Kanban* em peças ou módulos específicos numa linha de produção, para sinalizar a entrega de uma da quantidade necessária. Quando se esgotarem todas as peças, o mesmo aviso é conduzido ao seu ponto de partida, onde se converte num novo pedido para mais peças ou módulos. Ou seja: quando for recebido o cartão (quando não há nenhuma peça no local definido), então deve, produzir-se ou solicitar a produção da peça. De acordo com Chase e Aquilano (1997; p.787 a 789), trata-se como é evidente de um sistema *pull*, ou seja, um sistema em que o fluxo em cadeia corre do final da produção para trás, para o seu início (*upstream*). Tudo métodos ou ferramentas conhecidas da gestão da produção, que não fazem directamente parte do âmbito deste trabalho. No entanto, e de acordo com Schulze e Störmer (2012) a gestão de projectos *lean*, assume todas as ferramentas e métodos conhecidos deste tipo de gestão da produção. Referem ainda e com propriedade que a gestão *lean* no DNP, apesar de poder vir a ser uma abordagem promissora para o futuro, ainda não é uma metodologia genericamente assumida, como a quantidade de artigos científicos que

---

<sup>27</sup> Nos sistemas *lean* as redes têm de ser suficientemente robustas. Portanto, a desejável robustez não pode ser confundida com a indesejável rigidez.

<sup>28</sup> O termo ágil (Diaz *et al.*, 2011), ou a agilidade, corresponderão à capacidade de resposta rápida ou quase instantânea, à versatilidade do mercado.

<sup>29</sup> Resiliente (de resiliência) um termo muito em voga (Cranfield University, 2003; p.95) e que corresponde à capacidade de no mais curto lapso de tempo, um sistema retomar as suas missões e o seu serviço, em níveis mínimos primeiro e em pleno, logo após, quando não até melhor, por via de introdução de medidas correctivas ao todo.

tratam a matéria deixaria antever. De qualquer forma, toda esta nova abordagem corresponde a uma filosofia recente denominada *lean thinking*, um pensamento *lean* omnipresente no desenvolvimento de projectos de produtos, na sua produção, e no desenvolvimento da materialização da cadeia de valor de uma forma globalizada através da SCM (Medeiros *et al.*, 2010). O trabalho destes investigadores, orientou-se no sentido da organização, no sentido de equilibrar a especialização funcional de maneira a estabelecer o valor definido pelo cliente, cargas de trabalho, processos e ferramentas de normalização. Os casos de estudo analisados respeitaram a produção de mobílias de madeira das indústrias portuguesa e brasileira. Este trabalho pretendeu responder à questão: podem os princípios e ferramentas do *lean thinking* ser aplicados no DNP, num sector tão tradicional como o referido? O estudo apresentado por estes investigadores, até por falta de informação não foi conclusivo. Ainda assim, o principal objectivo deste trabalho era o de reduzir desperdícios na produção, através de uma rigorosa acção normalizadora ao nível do desenvolvimento do projecto. Nada que pareça fortemente inovador e radical, mas quando muito, incremental.

De acordo com Marion e Friar (2012), tal como Tripathy e Eppinger (2011),<sup>30</sup> a globalização e o *outsourcing* são estratégias essenciais no desenvolvimento *lean* da inovação e dos produtos. Na verdade, uma gestão de um projecto de DNP, envolve enorme incerteza e complexidade, se forem consideradas estratégias de *outsourcing* de muitas das suas fases ou subfases, e em especial se essas fases forem deslocalizadas, tal como se constatou nos Subcapítulos 3.1 e 3.2, será admissível a geração de desperdícios e perdas de tempo, mais se justificando a necessidade de aplicação de filosofias *lean* no projecto de DNP. São, portanto, as múltiplas fontes de desperdício (Schulze e Störmer, 2012) que justificam a aplicação nas fases de projecto de DNP, algumas das ferramentas associadas à filosofia *lean*, mesmo quando aplicadas à fase posterior à presente investigação, que é a produção. Estes mesmos autores analisam o interesse dos investigadores académicos acerca da gestão *lean* nas fases do DNP, apontam um número exíguo de investigadores e seus trabalhos desde 1990 a 2008 e detectam apenas 46 trabalhos obtidos através da *Ebscohost* (17), *Proquest* (6) e *Amazon* (23). A *web of science* permite encontrar mais alguns artigos, mas ainda assim, muitos destes trabalhos tratam de assuntos laterais ao que interessa nesta investigação. Parece pois firmar-se a ideia de que a aplicação do pensamento *lean*, ao nível do DNP estará ainda numa fase relativamente embrionária e pouco enraizado enquanto princípio organizacional e até cultural das indústrias que competem a nível mundial.

### 3.6 O mercado e a função qualidade

A função qualidade, e o seu desenvolvimento, constitui-se como sendo outro importante parâmetro sistémico do âmbito do projecto de DNP. É relevante quando associada à certificação das áreas organizacionais associadas ao DNP, como ainda e especialmente,

---

<sup>30</sup> Subcapítulo 3.3.2., gestão de projectos em tempo de incerteza e complexidade.

quando associada ao produto e ao seu controlo, ou seja, aos domínios processuais e operacionais. Considerado fundamental por diversos autores, nomeadamente por Lee (2002), Thia *et al.* (2005), Lee *et al.* (2010) e Yang (2012).

Existem diversas ferramentas de apoio e implementação de estratégias de qualidade disponíveis, tais como, a “*Total Quality Management*” (TQM), a “*House of Quality*” (HOQ) ou Casa da Qualidade, o “*Design for Six-Sigma* (DFSS)”, o “*Quality Function Development*”(QFD), a “*Failure Model and Effect Analysis*” (FMEA) e as suas variantes, etc. Estas e outras ferramentas e/ou metodologias serão abordadas no âmbito do Capítulo 4.

Os autores mencionados apresentam exemplos práticos de novos produtos, desenvolvidos com o apoio das ferramentas da qualidade e implementados em várias partes do mundo, muitos deles no oriente destacando-se *Taiwan* como local de eleição de trabalhos de investigação industrial neste domínio. As questões relacionadas com as características do novo produto, desejadas pelo cliente ou por ele percebidas, são portanto fulcrais para o êxito desse produto no mercado Yang (2012). Sobre a função qualidade, pode também referir-se a engenharia robusta ou projecto robusto (a abordar no ponto 4.3.5.1), uma ferramenta de suporte ao projecto de DNP assente na sua consecução ao longo do DNP e da autoria de Taguchi (1986).

Vários autores têm trabalhado nesta abordagem segundo várias perspectivas, pode citar-se e.g., Appley e Kim (2010). A intenção do método *Taguchi*, é a de obterem produtos suficientemente robustos, de modo a se atingir alta qualidade no que concerne às eventuais flutuações que influenciem o ambiente envolvente do DNP e, até mesmo, as que venham a ocorrer no decurso do próprio processo produtivo (Kang *et al.*, 2007).

Do ponto de vista das áreas organizacionais, é essencial a certificação dos serviços que suportam o projecto e a produção do DNP, através da aplicação da norma NP ISO 9001 (2008), não se descurando os aspectos e normas ambientais (NP ISO 14001: 2004) ou da própria segurança (OHSAS 18001: 2007). Relativamente ao produto o seu controlo de qualidade, e a aplicação do mesmo tipo de normas é hoje requisito essencial para a sua credibilidade junto dos mercados e respectivos consumidores (López-Mielgo *et al.*, 2009).

### **3.7 Nota conclusiva e proposta de modelo preliminar**

Neste Capítulo, o DNP constituiu-se como uma realidade multidimensional (Mu *et al.*, 2009). Além do nível sistémico e estratégico, focou-se o DNP não só no seio das áreas e domínios organizacionais das entidades empresariais mas também no centro das preocupações processuais e operacionais respectivas. Relativamente ao domínio de intervenção do DNP, destaca-se o que respeita ao próprio projecto de desenvolvimento em que as suas subpartes foram tratadas, nomeadamente: o planeamento; a identificação das necessidades dos

clientes; o conjunto de processos que respondem à geração do conceito e à selecção do que for considerado mais interessante, bem como os testes respectivos. Além destes, a arquitectura do produto, o projecto industrial e o projecto de produção, que culmina com o lançamento dos protótipos. Do domínio do DNP fazem ainda parte tanto o desenvolvimento económico do produto, como a gestão sistémica do projecto.

Quanto aos recursos físicos tangíveis, necessários e utilizados no desenvolvimento do projecto, bem como o valor acrescentado final, são parte integrante do âmbito do projecto do DNP, e logo do âmbito da sua intervenção. A capacidade sistemática de desenvolvimento gradual de novos produtos, bem como a capacidade instalada de projectar desenvolvimentos disruptivos, sempre que se imponha, são também e claramente abrangidas pelo DNP.

Ainda sobre o projecto do DNP, foram abordadas algumas estratégias concorrentes ou sucedâneas: o projecto conduzido de forma clássica, genérica e sequencial e as alternativas ES, na medida em que permite em certos casos, ir projectando e produzindo o novo produto em interacção sistemática com o cliente bem como o método *Stage-Gate*® (etapa-porta) em que, em cada “porta ou stage” se equaciona o progresso ocorrido face ao previsto e se decide do futuro do projecto de DNP. Da literatura verificou-se que os principais factores que se podem integrar na área do DNP, interligando as áreas sistémicas e estratégicas com as organizacionais e operacionais, são os seguintes:

- A compreensão das necessidades dos consumidores através do estabelecimento de diálogo colaborativo;
- A compressão do tempo (redução dos prazos) e o cumprimento do *time-to-market* de desenvolvimento do projecto;
- O nível mensurável de qualidade exigida;
- O controlo de custos das partes e do conjunto do projecto;
- A procura constante da melhoria da produtividade e da capacidade de inovação;
- A avaliação de *trade-offs* entre risco/qualidade/custos/valor/tempo.

Abordaram-se as temáticas da qualidade, do *marketing* e do ambiente ou cultura organizacional, tanto colaborativa como multidisciplinar (*cross-functional*), no que concerne ao DNP. Abordou-se, portanto, o ambiente sistémico do DNP e as suas áreas e domínios, tanto organizacionais como processuais, não tendo deixado de se referir finalmente, ainda que de forma superficial (pois a sua abordagem aprofundada não é objectivo da presente tese), os princípios associados ao pensamento *lean*, enquanto requisito organizacional, fonte de competitividade dos produtos e das empresas.

Também não deixou de se abordar a importante quer participação quer da engenharia e da tecnologia no DNP, bem como das questões referentes à cultura de competitividade e dos princípios de gestão em torno da produtividade.

Aproveita-se finalmente esta nota conclusiva para apresentar um primeiro esboço preliminar, enquanto contributo para o modelo abrangente de concepção e desenvolvimento de novos produtos, objectivo final do presente trabalho de investigação. Este esboço preliminar é representado adiante na ilustração 3-11. Aí são evidenciados o ambiente sistémico de DNP e a sua inter-relação, tanto com as áreas e domínios organizacionais, os princípios culturais e os que se reportam a estes, como com as processuais, que naturalmente vão apresentar um determinado volume de problemas, que terão de ser resolvidos nas diversas fases da concepção e do DNP. Tais problemas necessitarão de ferramentas adequadas que contribuirão para as respectivas resoluções. Quanto ao ambiente estratégico pré-existente no seio da organização, ele é uma determinante do DNP abordada no capítulo anterior. Relativamente ao ambiente cultural, destacam-se o funcionamento multidisciplinar, partilha e apetência natural para a participação em redes colaborativas com elevado índice de partilha de informação, o que implica uma estratégia definida de alianças e parcerias estratégicas. Tal ambiente cultural será o adequado à inovação aberta e à co-inovação. A competitividade é considerada como paradigma deste ambiente estratégico.

No que se refere aos princípios gestionários das áreas e domínios organizacionais do DNP, destacam-se o respeito pela legislação em vigor, localmente e inerente aos produtos (em especial dos novos produtos), pela normalização de tudo o que tiver que ser normalizado, bem como as mais diversas certificações da organização, nomeadamente as que se reportam à qualidade, ambiente e segurança e a prática de formas de gestão *lean*.

A cultura e os princípios organizacionais estão inter-relacionados e enformam o processo de DNP, cujos principais parâmetros e áreas sistémicas se podem condensar na ideia do produto a desenvolver: o *benchmarking*; a análise de risco e avaliação de *trade-offs*; a qualidade; a engenharia; e uma permanente atenção ao mercado (“voz do cliente”), por via das boas práticas do *marketing*. Uma filosofia organizacional completada com um enraizamento do pensamento *lean*, como mais uma fonte de vantagem competitiva e alicerce cultural dos princípios internos de gestão. O trabalho desenvolvido até esta fase permitiu a elaboração da linha de raciocínio, que será a base ou contributo para o modelo de referência para a concepção e desenvolvimento de novos produtos, que é proposto neste trabalho. Na ilustração 3-12, encontra-se esquematizado este contributo.

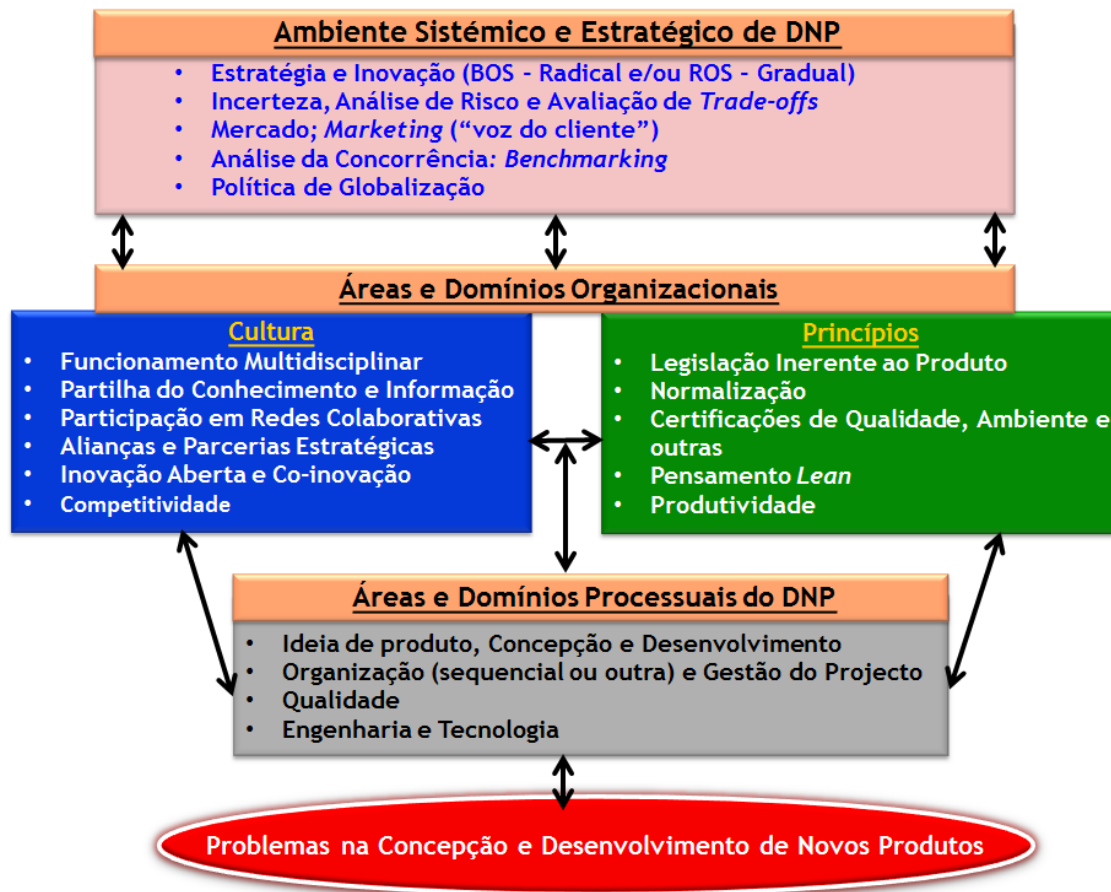


Ilustração 3-72 - Contributo para o modelo objectivo do presente trabalho.

Cada quadro do modelo conceptual apresentado relaciona-se com todos os outros no conjunto integrado e sistémico. Assim, os factores que concorrem para o ambiente sistémico e estratégico de DNP agem sobre as áreas e domínios organizacionais, tanto os que respeitam aos princípios, como aos aspectos da cultura interna.

Pode dizer-se que as políticas de abordagem aos mercados, o tipo de inovação e a existência ou não de uma política deliberada de globalização agem e condicionam a participação em redes colaborativas ou sobre a legislação concreta relativa a um determinado produto. A inversa, nalguns destes casos, pode ser verdadeira e daí a existências de setas que indicam estas interacções. Os factores de índole cultural bem como os que se reportam aos princípios da organização também interagem (i.e. produtividade e competitividade), daí a existência das referidas setas. O mesmo se poderá dizer de cada um deles de per si e/ou em conjunto com as áreas e domínios processuais do DNP. As setas apresentadas determinam essa mesma inter-relação.

Da consecução operacional dos processos vão decorrer problemas, em que as respectivas soluções não deixarão de condicionar os processos (i.e. o tipo de tecnologia ou a especificidade da engenharia de acordo com a natureza do problema a solucionar). A

interacção sistémica entre problemas, soluções e processos, é portanto, assinalada graficamente também por setas.

Como já se referiu, na concepção e desenvolvimento de novos produtos existem problemas de diversa índole que carecem de soluções apropriadas. Para tanto a literatura oferece uma panóplia de metodologias e ferramentas que se podem constituir como caminhos a seguir e/ou soluções para tais problemas, respectivamente ajustadas ao novo produto em concepção ou desenvolvimento ou que se pretenda desenvolver.

Mas esta abordagem constituirá a razão de ser do Capítulo seguinte.



## Capítulo 4

# Ferramentas de Suporte ao Desenvolvimento de Novos Produtos

Este capítulo tem como finalidade abordar, com a profundidade possível, o conjunto de ferramentas disponíveis para solucionar os problemas decorrentes dos processos de DNP. Tal necessidade foi constatada no Capítulo precedente. Para cumprir este objectivo, primeiramente foi necessário abordar as questões terminológicas relativas às ferramentas, identificando as mais utilizadas em, classificando-as em grupos tendo em conta o âmbito da sua utilização, e finalmente, interrelacioná-las.

### 4.1 Conceitos e Terminologias

Neste Subcapítulo abordam-se os conceitos que vários termos consagram, tais como: “metodologias”; “métodos”; “ferramentas” e “técnicas”. Da literatura verifica-se que existem divergências entre conceitos e respectivas terminologias, entre os diversos autores consultados. Quando se trata de investigação em ciências diferentes, tais como as sociais, médicas, da gestão ou da engenharia, parece que nem sempre se está de acordo acerca do significado que as respectivas terminologias consagram para os mesmos conceitos. Em ciências cujos conceitos se traduzem por relações matemáticas precisas, não existe confusão, mas no entanto, quando as ciências possuem conceitos que se traduzem por terminologias descritivas ou narrativas, a precisão pode esbater-se e a confusão ser estabelecida. Para tal, vejam-se os casos apresentados no Subcapítulo seguinte. Tal obrigará à utilização de uma abordagem diferente e inovadora.

#### 4.1.1 Questões Genéricas

De acordo com Petty *et al.* (2012), e tratando de ciências médicas, embora descrevendo vários tipos de estratégias de investigação utilizáveis noutras ciências, “*metodologia concerne à base teórica, política e/ou filosófica necessária ao desenvolvimento de uma investigação*”. Por outro lado, “*métodos referem-se às técnicas utilizadas para adquirir e analisar os dados com vista à geração de conhecimento*”. Portanto, uma metodologia é uma estratégia de investigação que orienta um conjunto de procedimentos que, uma vez identificada ou escolhida, utilizará vários métodos para colheita de dados e sua análise.

Alguns autores mais antigos (década de 90), nomeadamente Silverman (1993) e Bonache (1999), entendem por “metodologia” o enfoque geral (ou seja uma estratégia) que permite estudar um problema de investigação, enquanto o “método” se refere à “técnica” específica (ou conjunto de “técnicas”) de recolha de dados. Tal distinção permite concluir que, uma metodologia poderá utilizar vários métodos, e que um método poderá utilizar várias

“técnicas” ou “ferramentas” (Bonache, 1999). Tratava-se, no entanto, de terminologia associada aos caminhos da investigação científica. De qualquer forma, para todos estes autores separados no espaço e no tempo, parece não oferecer dúvidas que a metodologia corresponde a uma dada estratégia de investigação, que disporá dos métodos que melhor se lhe adequem, sendo que, caso de Petty *et al.* (2012) “métodos” e “ferramentas” são uma e a mesma coisa, apesar dos referidos autores da década de 90 admitirem que os métodos utilizavam ferramentas. Veja-se e.g. este texto paradigmático de Tarley *et al.* (2009) apresentado no *abstract* e no próprio título de um artigo sobre matérias do âmbito de processos e ferramentas da química (*chemometric tool*): “*the aim of this paper is to give a brief overview of chemometric techniques based on factorial designs and response surface methodologies used in the optimization of electroanalytical methods.*” Numa única frase, misturam-se e confundem-se: ferramentas (*tools*); técnicas (*techniques*); metodologias (*methodologies*) e métodos (*methods*), assentes na base do desenvolvimento de um determinado projecto (*design*). Este caso evidencia uma total confusão acerca destes conceitos.

Noutro artigo, na área específica do DNP, Trappey *et al.* (2011) oferecem uma miscelânea conceptual e terminológica igualmente confusa. Veja-se então: no título, refere-se o TRIZ<sup>31</sup> como sendo uma metodologia, mas no âmbito do *abstract*, do artigo destes autores, o termo volta a ser utilizado para se referir à metodologia da própria investigação do artigo. “*A metodologia adopta aproximações, tais como, Life Cycle Assessment (LCA), Quality Function Deployment for Environment (QFDE), TRIZ e Back-Propagation Network (BPN), para obter eco-inovação e objectivos de projecto*”. Que podem então significar todos estes termos? Ferramentas ou metodologias? É que o que estes autores referem como “aproximações”, tanto podem ser metodologias como ferramentas.

Relativamente a este artigo admite-se que do ponto de vista da estratégia da investigação, a metodologia científica proposta no mesmo é, sem dúvida, o TRIZ. No entanto, enquanto metodologia ela necessita de vários métodos e/ou ferramentas, uma das quais é o próprio TRIZ (isto é, TRIZ funcionando em simultâneo como metodologia, método e/ou ferramenta). Ou seja: sendo metodologia, do ponto de vista daquele trabalho, ainda se utiliza a ela-própria enquanto ferramentas específica (Shéu e Lee, 2011).

Vai admitir-se que, num dado caso de estudo genérico, a metodologia que emana da estratégia, possa usar ferramentas que noutros casos de estudo, seriam a própria metodologia. Assim sendo, e no caso da presente investigação, importa responder à seguinte questão: como se poderá assentar numa terminologia genérica que não danifique os diversos conceitos que lhe são subjacentes, ou seja, como cuidar especialmente da forma

---

<sup>31</sup> TRIZ - *Theory of Inventive Problem Solving*, acrónimo da frase russa *Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch*, traduzida para o inglês a tratar mais adiante nesta investigação.

terminológica de maneira a preservar com rigor o conteúdo conceptual numa área onde não é fácil discernir com clareza?

Recorde-se então que, no primeiro Capítulo que se determinou “metodologia” como sendo o caminho estratégico a seguir neste trabalho: teórico dedutivo-indutivo e empírico quanto à validação do modelo encontrado. Nessa fase empírica (Capítulo 6), utilizar-se-ão ferramentas adequadas a uma investigação desta natureza. Não se pretende, portanto, confundir “metodologia científica” na presente investigação, com as “metodologias de DNP”. Também se quer evitar a confusão entre os conceitos com os respectivos termos. Nestas condições, para se evitarem situações dúbias do ponto de vista terminológico, ficam desde já e doravante definidas para este trabalho, as seguintes regras:

- Se as ferramentas forem de índole estruturante no processo de DNP, serão designadas por “ferramentas metodológicas”;
- Caso as ferramentas funcionem nesse processo desligadas da estruturante, ou apenas como suporte dalguma, serão designadas por “ferramentas instrumentais”;
- O uso do termo “ferramenta” será genérico para umas e outras.

Com suporte nestas condições-base, será então possível abordar, com a devida coerência, a questão relevante que é proposto realizar: o levantamento das metodologias e ferramentas que servem de suporte ao DNP, bem como a respectiva inter-relação. Uma chamada de atenção para a ferramenta painel *Delphi*, que é considerada instrumental nesta panóplia de ferramentas de suporte ao DNP, mas que é ao mesmo tempo uma ferramenta de validação empírica do modelo final deste trabalho, sendo abordada no Capítulo 6.

#### 4.1.2 Metodologias e Ferramentas utilizadas em Processos de DNP

Destacaram-se dois trabalhos realizados por Yang *et al.* (2006) e Yeh *et al.* (2010)<sup>32</sup> que serão de grande utilidade ao presente trabalho. Estes autores efectuaram um levantamento de cerca de três dezenas de ferramentas e técnicas (como lhe chamam, embora possam aí estar embebidos os vários conceitos atrás clarificados), obtidas e listadas após análise da literatura, entrevistas a gestores e administradores numa base amostral relativo a empresas de *Taiwan*, bem como discussão com peritos na matéria. Nestas condições, aproveitou-se como base do presente trabalho o levantamento produzido nesses artigos. Neles, os autores identificaram duas situações distintas quanto à utilização dessas ferramentas e técnicas, como lhes chamaram<sup>33</sup>: as empresas que identificaram as ferramentas e técnicas que usavam; e as que admitiam vir a usar no futuro. Tal é ilustrado pela tabela 4-1.

---

<sup>32</sup> Yang *et al.* (2006), fizeram evoluir este trabalho acerca da eficácia das ferramentas e técnicas ao serviço do DNP, publicando-o mais tarde (Yeh *et al.*, 2010), com a troca de alguns autores.

<sup>33</sup> Em ambos os casos detectam-se ambiguidades como e.g.: apresentar a “ferramenta” QFD a par da HOC, sendo esta parte integrante da primeira.

**Tabela 4-1 - Ferramentas utilizadas em DNP (amostra de 30 empresas de Taiwan).**  
Adaptação de: Yeh *et al.* (2010)

“Ferramentas” que já utilizam	“Ferramentas” que planeiam usar no futuro
CAD - <i>Computer-Aided Design</i> (Desenho Assistido por Computador); CAM - <i>Computer-Aided Manufacturing</i> (Fabrico Assistido por Computador); CAE - <i>Computer-Aided Engineering</i> (Engenharia assistida por Computador)	QFD - <i>Quality Functional Development</i> (Desenvolvimento da Função Qualidade)
<i>Project Management</i> (Gestão do Projecto)	<i>Project Management</i> (Gestão do Projecto)
FMEA/DFMEA - <i>Failure Model and Effect Analysis/ Design Failure Mode and Effect Analysis</i>	<i>Kano Model</i> (Modelo de Kano) e HOQ ( <i>House of Quality</i> )
<i>Software tools</i> (Ferramentas de <i>Software</i> )	<i>Knowledge Management</i> (Gestão do Conhecimento)
<i>Modular Design</i> (Projecto Modular)	<i>Modular Design</i> (Projecto Modular)
<i>Benchmarking</i>	<i>Benchmarking</i>
PDM - <i>Product Data Management</i>	PDM - <i>Product Data Management</i>
<i>Concurrent Engineering</i> (Engenharia Simultânea ou Concorrente)	<i>Concurrent Engineering</i> (Engenharia Simultânea ou Concorrente)
CFTs ( <i>Cross-Functional Teams</i> ou Equipas Multifuncionais)	<i>Simulation</i> (Simulação)
<i>Supplier Design Involvement</i> (Envolvimento dos Fornecedores no Projecto)	DFX - <i>Design for Excellence</i> (Projecto para X, em que “X” também poderá corresponder a uma variável com diversos valores ou significados)
DOE - <i>Design of Experiment</i>	DOE ( <i>Design of Experiment</i> )
DFSS - <i>Design for Six Sigma</i> (Projecto para Seis Sigma)	DFSS - <i>Design for Six Sigma</i> (Projecto para Seis Sigma)
<i>Brainstorming</i>	DMAIC - <i>Define-Measure-Analyse-Improve-Control</i> (Definir-Medir-Analisar-Melhorar-Controlar)
<i>Six Sigma Program</i>	-----
<i>Fishbone Diagram</i> (Diagrama Espinha de Peixe, Diagrama Causa-Efeito, ou diagrama de <i>Ishikawa</i> )	-----

No entanto, e de acordo com os mesmos autores, foram também consideradas relevantes para o DNP, outras ferramentas e técnicas mencionadas na tabela 4-2.

**Tabela 4-2 - Outras ferramentas usadas na amostra.**  
Adaptação de: Yeh *et al.* (2010)

Outras ferramentas usadas na amostra
TRIZ - <i>Theory of Inventive Problem-Solving</i>
VA/VE (AV/EV) - <i>Value Analysis/Value Engineering</i> (Análise do Valor/Engenharia do Valor)
DFMEA - <i>Design Failure Model and Effect Analysis</i> <sup>34</sup>
<i>Collaborative Design</i> (Projecto Colaborativo)
<i>Group Thecnology</i>
<i>Concept Test</i> (Testes Conceptuais)
<i>Conjoint Analisys</i> (Análise Conjunta)
CBR - <i>Case Base Reasoning</i> (Raciocínio Baseado em Casos)

<sup>34</sup> Neste caso uma extensão da FMEA à fase do projecto.

Os referidos autores<sup>35</sup> detectaram que as ferramentas mais utilizadas pelas empresas analisadas foram ferramentas ou técnicas básicas de ajuda por computador (e.g.: CAD; CAM e CAE), e manifestaram estranheza com o baixo índice de utilização de algumas “ferramentas de gestão poderosas” (e.g.: TRIZ; DFX; DFSS e QFD). Tendo-se ficado com uma ideia do baixo nível de prática empresarial das mais avançadas ferramentas metodológicas do DNP, fica assim por saber qual o nível de interesse e atenção que lhe é prestado pela ciência. Finalmente, os autores consideraram a ES como uma ferramenta ou técnica.

Para efeitos do presente trabalho, este tema foi já tratado como sendo uma alternativa organizacional à gestão de projectos clássica e sequencial tal como classificação de Santos (2008; p.259)<sup>36</sup>, pelo que não se voltará a abordar o tema no âmbito deste Capítulo enquanto ferramenta ou metodologia. Com efeito, apesar do uso destas ferramentas metodológicas não ser o objectivo em si, do presente trabalho, mas apenas um meio para se abordar de forma abrangente um modelo conceptual de DNP, então é conveniente perceber com o detalhe possível como se configura o interesse dos académicos de forma a estruturar-se o presente Capítulo de forma adequada.

Após estas considerações aos artigos de Yang *et al.* (2006) e de Yeh *et al.* (2010), e no sentido de um levantamento coerente dos instrumentos de suporte ao DNP, no âmbito do presente trabalho, decidiu-se à partida remover presumíveis ferramentas e metodologias que da base de dados seleccionada não possuam artigos relacionados com o DNP, ou tão-só um ou outro artigo. Tais foram os casos de *Group Thecnology* (Tecnologia de Grupos), *Concept Test* (Testes Conceptuais) e *Conjoint Analisys* (Análise Conjunta).

Também não foi considerada a necessidade de abordar enquanto ferramenta ou metodologia específica do DNP o *Product Life Cycle* (Ciclo de Vida do Produto). Apesar de se poder simular um projecto potenciador de maior desempenho do produto e logo de maior expectativa da sua vida durante a concepção e DNP (Li e Moon, 2012), a realidade mostra que a manutenção e ampliação deste ciclo de vida do produto está já claramente fora do domínio do DNP e dentro do âmbito do processo produtivo em conformidade com o comportamento e necessidades do mercado e/ou dos seus processos de abastecimento (Jayaram e Pathak, 2013).

---

<sup>35</sup> Nos dois artigos anteriormente referidos, os autores identificam como objecto de estudo, a metodologia científica específica ao tratamento da amostra das empresas produtoras de alta tecnologia. A partir daí usam, indiscriminadamente e em conjunto, o que designam por ferramentas e técnicas no seu levantamento de informação, realizado com base na literatura de que dispuseram. Não tendo havido cuidados prévios de rigor conceptual e/ou terminológico, esse levantamento ficou muito confuso, pois junta ferramentas tipicamente instrumentais ou técnicas (e.g.: *brainstorming*; *benchmarking*; análise causa efeito ou *fishbone analysis*; simulação; CAD/CAE) com outras basicamente metodológicas (e.g.: TRIZ; DFSS; QFD), além de algumas que são parte integrante de outras (e.g.: DFSS e DMAIC). Um caso típico da confusão instalada na investigação científica, e a prática empresarial já referida, que dificulta a boa compreensão desta matéria em geral e do presente trabalho em particular.

<sup>36</sup> De acordo com esta autora, na Engenharia Simultânea focalizam-se aspectos organizacionais do projecto do DNP.

Quanto ao *Project Management* (Gestão do Projecto), também não foi especificamente tratado enquanto ferramenta ou metodologia do DNP. Na verdade, a gestão de projectos em si mesma, constitui-se como um processo recorrente e obrigatório, dado que as suas ferramentas e técnicas são comuns a inúmeras ciências ou temáticas, que incluem e versem: a produção; os produtos; a engenharia; a investigação; e o que quer que se possa projectar e logo, necessariamente, ser objecto de gestão. Quanto ao *Collaborative Project* (Projecto Colaborativo), optou-se por realizar uma abordagem específica no Subcapítulo referente às fases organizativas do projecto, em alternativa à sua consideração como ferramenta de apoio ao DNP.

Relativamente ao *brainstorming*, apesar de se ter vindo a recorrer à sua citação ou utilização, deve referir-se que se trata de uma técnica trivial, em processos de gestão, de modo a merecer aqui uma abordagem especial por via dalgum angulo ou versão, porventura desconhecida no DNP. Como não é o caso, também não será considerado suficientemente relevante para ser abordado, enquanto instrumento de suporte ao DNP. O mesmo critério será seguido com relação ao *benchmarking* (já abordado no âmbito do Subcapítulo 2.5.2) e do mesmo modo para outras ferramentas ou técnicas recorrentes, tais como, o CAD - *Computer-Aided Design* (Desenho Assistido por Computador), o CAM - *Computer-Aided Manufacturing* (Fabrico Assistido por Computador) e o CAE - *Computer-Aided Engineering* (Engenharia assistida por Computador) ou, ainda o que Yang e Chen (2011) designam por *software tools*.

Quanto ao ciclo DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*/Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) - apesar de ser uma filosofia específica do controlo do processo produtivo e fora do domínio do DNP, não deixará no entanto de ser abordado, igualmente no âmbito do SS ou do DFSS, onde na fase de projecto se asseguram características ao novo produto, que possam ser realizadas de acordo com a referida filosofia.

Mas algumas ferramentas notáveis do DNP não foram consideradas por Yang *et al.* (2006) e Yeh *et al.* (2010). Estes autores não consideraram ferramentas metodológicas tão importantes, como o *Creative Design* (Projecto Criativo) (Doultsinou *et al.*, 2009), o *Robust Design* (Projecto Robusto) (Appley e Kim, 2010) e o *Axiomatic Design* (Projecto Axiomático) (Yan *et al.*, 2009), facilmente detectáveis na base amostral da *web of science*. Por esse motivo, terão de ser incluídos no levantamento do presente trabalho enquanto instrumentos de suporte ao DNP.

No que concerne às ferramentas instrumentais DEA (Surgo, 2004) e *Delphi* (Lee e Lin 2011), também detectadas na literatura, a opção para o presente trabalho foi a de abordar o DEA inserido no estudo das áreas sistémicas do DNP, aquando da análise do *benchmarking* (no Subcapítulo 2.5.2) e o *Delphi* enquanto método ou ferramenta científica que concorrerá para a validação do modelo final, objecto principal desta investigação. Assim, para facilitar a abordagem do conjunto das ferramentas, decidiu-se estabelecer um critério prévio. Tal

critério corresponde a uma forma de apreciação que seguidamente se assume para a consecução deste trabalho.

## 4.2 Classificação e Selecção de Ferramentas

Após o levantamento, quantificação, respectiva influência, interactividade e complementaridade e com o intuito de “arrumar” o conjunto amorfo de ferramentas/metodologias destacaram-se, pela sua especificidade, seis grupos ou famílias de ferramentas de apoio ao DNP apresentados na ilustração 4-1, pelo que se assumem desde já, como grandes grupos de classificação das ferramentas de DNP associados a:

- Inovação e criatividade;
- Envolvimento dos fornecedores;
- Suporte à função Qualidade;
- Projecto de produtos “zero defeitos”
- Outras ferramentas de suporte ao projecto;
- Ferramentas de suporte à decisão.

De acordo com este critério, o DEA e a técnica *Delphi*, e.g., classificar-se-iam como ferramentas instrumentais de apoio à decisão.



Ilustração 4-1 - Grupos de ferramentas de apoio ao DNP.

Recorreu-se mais uma vez à *web of science*, para efectuar um levantamento tão exaustivo quanto possível, referente a cada uma das ferramentas, utilizadas no DNP. Existem mais bases de dados relevantes disponíveis, mas na impossibilidade de efectuar o levantamento da totalidade do trabalho científico existente e de maneira a que um mesmo artigo não contasse mais do que uma vez (provenientes de bases diferentes) então, optou-se por levantar os artigos que formassem uma base amostral relevante e coerente e daí a opção referida donde se contabilizaram quase doze mil artigos. Esse levantamento deu origem a uma tabela de

duas entradas (matriz quadrada) em que as ferramentas se colocaram na mesma ordem tanto no eixo das abcissas como no das ordenadas (Anexo I), e na qual se registaram artigos (incluindo *proceedings* ISI) desde o início de 2003 e o final de 2013, que abordaram uma só ferramenta, duas ou até mais em conjunto.

Refira-se finalmente que, do conjunto de ferramentas analisadas, não se consideraram no levantamento as três ferramentas instrumentais típicas do TRIZ: a matriz de contradições; o *Algoritmo para a Resolução de Problemas Inventivos* (ARIZ) e o *Modelo S-Field*, visto que não são usadas por outras ferramentas metodológicas que não o TRIZ. Pelas mesmas razões, também não foram considerados os ciclos do DFSS enquanto ferramentas instrumentais específicas daquela ferramenta metodológica.

Resumindo: classificaram-se em dois tipos as ferramentas: metodológicas e instrumentais. As primeiras, por si só ou em complementaridade com outras, estruturam um projecto de DNP. As segundas, por si só não conseguem estruturar ou definir um projecto de DNP, mas são recorrentemente utilizadas como apoio, suporte ou instrumento de outras. Pode argumentar-se que tal classificação é arbitrária, e logo passível de ser posta em causa no futuro, por outros autores, dado que, nestas ciências não exactas os modelos são fundamentalmente conceptuais e aproximativos, não sendo completamente rigorosos. Tal argumentação é plausível, mas no entanto, a existência da classificação assumida é útil para o presente trabalho, na medida em permite compreender mais adequadamente as ferramentas e o seu campo de aplicação aproximado, facto que não seria possível apenas através da literatura existente onde, neste domínio, de anarquia terminológica e conceptual evidenciada. Assim, com base no critério enunciado apresenta-se a tabela 4-3, na qual se encontram arrumadas as ferramentas, de acordo com a classificação aqui assumida.

Tabela 4-3 - Classificação das Ferramentas de apoio ao DNP.

Levantamento de Ferramentas de Apoio ao DNP		
Classificação	Metodológicas	Instrumentais
Soluções Criativas e Inovativas	TRIZ	ARIZ; Matriz de Contradições; modelo <i>S-Field</i>
	Projecto Criativo	Analogias ( <i>analogy-based design</i> ) e outros
	Projecto Axiomático	Análise de <i>Pugh</i> ; DOE; DFX
Envolvimento de Fornecedores	SDI	
Enfoque na Função Qualidade	QFD	Modelo de <i>Kano</i> ; HOQ; BSC; Diagrama causa-efeito, <i>Ishikawa</i> ou <i>Fishbone</i> ; DFMEA; lei de Pareto ou Análise ABC
Enfoque na produção “Zero Defeitos”	DFSS	Ciclos do DFSS (DMADV, DCCDI, DCOV, DDOV, DMADIC, DMADOV, DMEDI, ICOV, IDOV, ID <sup>2</sup> OV, I <sup>2</sup> DOV e PIDOV) - Ver os significados na tabela 4-12.
Suporte ao Projecto	Projecto Robusto	
	Projecto de Toleranciamento	
	Projecto Modular	
Suporte à Decisão	AHP	
		CBR; DEA; Painel <i>Delphi</i>

No sentido de visualizar de uma forma gráfica eficaz a inter-relação entre as diversas ferramentas e da grandeza ou intensidade dessa inter-relação, e tendo em conta o levantamento efectuado, não faria sentido usar também desta vez o histograma enquanto grafismo de apresentação. Assim, optou-se por construir uma rede através da teoria de grafos. Um grafo é uma representação gráfica de elementos, com o formato de uma rede, cuja finalidade é evidenciar os elementos mais importantes e a intensidade das inter-relações entre os vários elementos. Quanto à noção de rede, ela não é mais do que uma representação simbólica de um determinado objecto de pesquisa, sobre o qual os investigadores centram as suas atenções na análise das relações entre as várias entidades, com o objectivo de identificarem padrões nas relações, que se traduzem na caracterização da estrutura da rede e na caracterização formal das relações existentes (Wasserman e Faust, 1994; p.4).

A formalização da teoria de grafos, e o desenvolvimento de *softwares*, como e.g. o *PAJEK* (Nooy *et al.*, 2005), o *ORA* (Carley e Columbus, 2007) e o *UCINET* (Borgatti e Everet, 2002), para além de permitirem efectuar vários cálculos conducentes à criação de grafos, ainda possibilitam a visualização da rede de acordo com um conjunto de critérios (Carrington e Scott, 2005). E têm contribuído para a sua expansão para vários domínios, tais como: a economia; a gestão; e algumas áreas da engenharia. Ao focalizar a sua atenção na análise das relações entre entidades, a teoria de grafos pode utilizar-se na construção de modelos que, permitam entender melhor a natureza das relações entre as várias entidades que são objecto de estudo, uma vez que dispõe de um vocabulário que permite catalogar um conjunto de propriedades e de um formalismo matemático que permite, não só realizar um conjunto de operações matemáticas, como ainda utilizar um conjunto de teoremas existentes na teoria de grafos para caracterizar a estrutura da rede (Wilson e Watkins, 1990), (Taha, 1997), (Hiller e Lieberman, 1995), (Lazega, 1997).

Sendo adoptada a noção de modelo como uma representação simplificada do objecto de estudo que embora não contendo todos os elementos, mas apenas aqueles considerados relevantes (Roberts 1976; p.145) então, os grafos podem ser usados para modelar, tal como um conjunto de linhas férreas, numa dada área, representa um modelo do sistema ferroviário existente nessa área. Assim, os “nós” são utilizados para representar as ferramentas e a sua relevância (avaliada pelo seu diâmetro), enquanto os “arcos” são utilizados para representar as relações entre as várias ferramentas e a sua relevância (avaliada pela sua espessura).

A representação gráfica dos dados associados aos grafos, permite aos investigadores detectarem padrões que, de outra forma poderiam passar despercebidos, tal como (Hoaglin *et al.*, 1985) e (Velleman e Hoaglin, 1981) referem ao longo das suas obras. Quanto à terminologia associada à teoria de grafos, tal como no âmbito das redes sociais, existe o

seguinte conjunto de conceitos fundamentais para a sua aplicação: (Hoaglin *et al.*, 1985) e (Velleman e Hoadlin, 1981).

- Nó - representa a unidade básica de análise na rede. Apesar de ser uma entidade discreta na rede, tanto pode definir uma entidade individual como uma entidade colectiva. Como exemplo de nós, no grafo têm-se ferramentas consolidadas, com limites muito bem definidos e ferramentas mais genéricas que, por sua vez, podem conter outras ferramentas;
- Relações entre os nós - são as ligações existentes entre eles. Estes estão ligados uns aos outros, através de relações que são representadas por arcos;
- Tipo de relações entre os nós - dependem do tipo de dados que são utilizados na caracterização das relações entre os nós, os grafos podem ser classificadas em quatro classes distintas: Direcional e ponderado; Direcional e não ponderado; Não direcional e ponderado; Não direcional e não ponderado.
- Grupo - representa o conjunto finito de nós que são objecto de estudo;
- Subgrupo - é definido por um subconjunto de nós e as várias relações existentes entre estes.
- Tipo de dados na construção de redes sociais - um grafo pode ter dois conjuntos distintos de variáveis, designadas por estruturais e de composição. As variáveis estruturais procuram quantificar ou caracterizar os atributos que ligam dois nós, e vão definir a estrutura da rede. As variáveis de composição, procuram caracterizar e quantificar os atributos do próprio nó;
- Métricas utilizadas na análise das redes - para realizar análises mais completas, existe um conjunto de métricas, onde as mais utilizadas são:
- Grau do nó - o seu valor pode representar uma medida da actividade do nó na rede. No caso das redes onde as relações são direccionadas, ou seja, associadas a um nó, existem duas medidas que são: o grau exterior e o grau interior. No caso das relações não direccionadas, ou seja, associadas a dois ou mais nós, o grau do nó é calculado pelo número de relações que são incidentes no nó em análise;
- Densidade da rede - a densidade da rede define o valor médio do grau dos nós que constituem a rede, podendo assumir valores entre 0 e 1;
- Crítérios de centralidade - a centralidade dos nós estão relacionados com a visibilidade que estes detêm. Assim, as ferramentas têm maior visibilidade quanto maior for o seu envolvimento com as restantes ferramentas membros da rede. Logo, nesta abordagem, não é relevante identificar numa relação entre dois nós, qual é o antecessor e o predecessor, mas apenas verificar que existe uma utilização conjunta das duas ferramentas. Nestas condições, a centralidade das ferramentas é determinada tendo por base uma rede de relações não ponderada e não direcional. No entanto, a centralidade de uma ferramenta pode ser medida segundo duas perspectivas distintas:

1. Numa perspectiva local, a centralidade de uma ferramenta está relacionada com número de relações que são incidentes no nó em análise. Logo, o seu apuramento pode ser realizado através do grau do nó da ferramenta ou através de um índice de centralidade, que tem a vantagem de o valor obtido ser independente da dimensão da rede;
2. Numa perspectiva global, a centralidade de uma ferramenta está relacionada com o conceito de proximidade ou distância. De acordo com esta perspectiva, uma ferramenta é considerada central se poder rapidamente ser complementada com todas as outras ferramentas. Logo, o cálculo da centralidade é baseado na determinação da distância mínima que liga duas ferramentas.

Aplicando algumas das propriedades da teoria de grafos pode então concluir-se o seguinte:

- Proposição 1 - Se,  $r_i = (f_i, f_j) \in Ar$  diz-se que  $r_i$  é uma relação válida da ferramenta  $f_i$  para a ferramenta  $f_j$ , em que  $f_i$  é a extremidade inicial e  $f_j$  é a extremidade final. Diz-se ainda que,  $f_i$  e  $f_j$  são ferramentas terminais ou, as extremidades de  $r_i$ .
- Proposição 2 - Duas ferramentas distintas dizem-se complementares se existir, pelo menos, uma relação válida entre eles, isto é:  $f_i$  e  $f_j$  com  $i \neq j$ , são adjacentes se  $(f_i, f_j) \in F$  ou  $(f_j, f_i) \in F$ .
- Proposição 3 - Designa-se por sucessor e predecessor de  $f_i \in F$  todas as ferramentas  $f_j$  que sejam, respectivamente, a extremidade final e inicial de uma ferramenta, cuja extremidade inicial e final é  $f_i$ . O conjunto dos sucessores e o conjunto dos predecessores de  $f_i$  são definidos por:

$$sucessor(f_i) = \{f_j \in Ag : (f_i, f_j) \in Ar\}$$

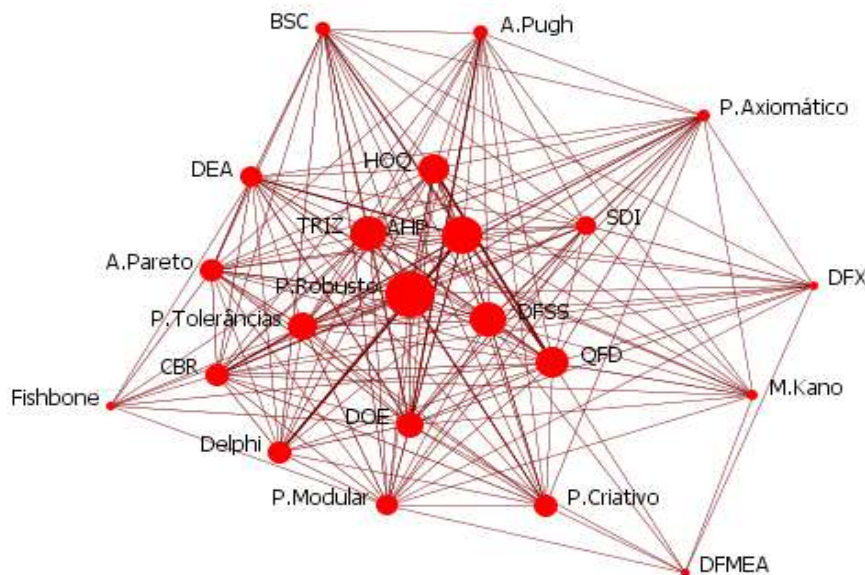
$$predecessor(f_i) = \{f_j \in Ag : (f_j, f_i) \in Ar\}$$

- Proposição 4 - Define-se como o conjunto das ferramentas adjacentes a  $f_i$  todas as ferramentas que satisfaçam a seguinte condição:

$$conjunto\_ferramentas\_adjacentes(f_i) = sucessor(f_i) \cup predecessor(f_i)$$

O gráfico 4-1 mostra um grafo obtido para as ferramentas de apoio ao DNP. Este grafo foi elaborado através do *software ORA*, com base numa matriz de inter-relação quadrada dos artigos científicos analisados que abordavam estas ferramentas, os quais foram quase doze mil, como já se referiu, para o período em análise. De uma forma muito simplista, para a geração deste grafo, o referido *software* efectuou todas as combinações dos números de

artigos indicados nas células da já referida matriz apresentada no Anexo I: por combinação da mesma ferramenta foram gerados os nós; por combinação de ferramentas diferentes foram gerados os arcos de ligação entre as mesmas.



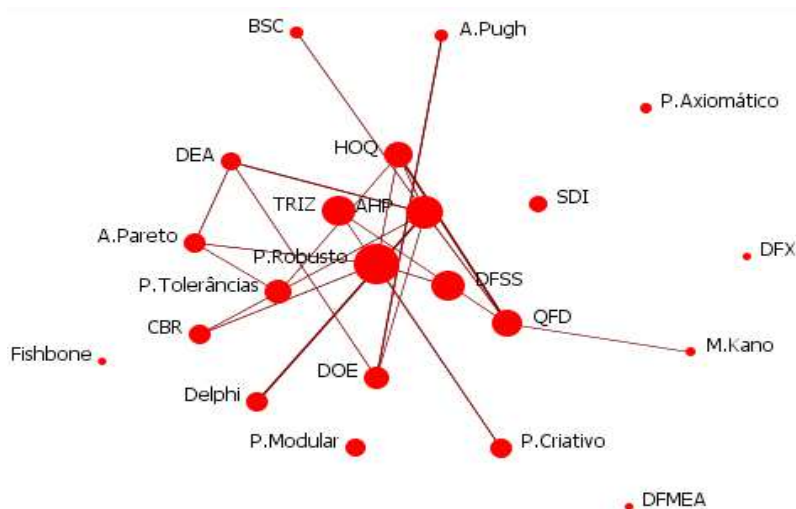
**Gráfico 4-1 - Grafo que mostra a importância das ferramentas e sua inter-relação no DNP.**

Como a dimensão do nó representa o número de vezes que a ferramenta foi referida na literatura (2003-2013) e a espessura do arco a inter-relação/complementaridade entre as ferramentas ou seja, o número de vezes que duas ferramentas foram utilizadas em simultâneo no DNP pode verificar-se, então que para os 11671 artigos contabilizados:

1. As ferramentas mais trabalhadas cientificamente a solo ou em conjugação com outras são, respectivamente, o Projecto Robusto, o “*Analytical Hierarchy Process*” (AHP), o DFSS e o TRIZ (35,9% do total da amostra); todas elas são ferramentas metodológicas;
2. Num segundo grupo surge o QFD e o HOQ (14% do total dos artigos analisados);
3. Destas seis ferramentas referidas, relativamente às 22 analisadas, (23,5%) corresponderam no conjunto a metade dos artigos levantados (49,9%);
4. As menos trabalhadas foram, no sentido descendente, o digrama causa-efeito ou (espinha-de-peixe ou ainda *Ishikawa*) e a DFMEA (cerca de 0,7% do total dos artigos);
5. As ferramentas de suporte à função qualidade, no seu total, lideram com 22,9% dos artigos equiparando-se às ferramentas de suporte à função inovação que corresponderam a 22,7 % dos artigos da pesquisa;
6. As ferramentas de suporte ao projecto correspondem a 20,8% do total dos artigos enquanto o DFSS, ferramenta adequada a processos produtivos com exigência SS, por si só correspondeu a 8% do total. Estas ferramentas especificamente adequadas ao projecto e concepção de DNP, no conjunto, liderariam com 28,8% do total;
7. As ferramentas de suporte à decisão representam 13,3% do total enquanto as ferramentas com enfoque no envolvimento de fornecedores em processos colaborativos quedaram-se com 3,2%. Apesar de ser este, de longe, o grupo cientificamente menos

- trabalhado, a diferenciação que evidencia face às restantes é substantiva pelo que não se hesitou quanto à sua enquanto classificação específica de ferramenta metodológica;
8. As ferramentas de suporte à função qualidade são as que mais interagem com as restantes, enquanto a DFMEA sendo a ferramenta (instrumental) menos utilizada e também a que menos interage;
  9. Do total das ferramentas, os artigos correspondentes a ferramentas metodológicas correspondeu a 62,8%, enquanto que os artigos correspondentes a ferramentas do tipo instrumental corresponderam aos restantes 37,2% do total.

Deste conjunto de conclusões que emergem da análise do Anexo I e do gráfico 4-1, foi possível constatar do equilíbrio e adequação conceptual referente às classificações metodológica e instrumental das ferramentas, bem como ao que concerne aos campos específicos de aplicação, que ficaram consagrados. No gráfico 4-2, são mais visíveis as relações e conclusões acima expostas. Dimensão dos nós representam novamente o número de vezes que a ferramenta foi utilizada, e como espessura dos arcos, a inter-relação/complementaridade entre as ferramentas de intensidade superior a 20 vezes.



**Gráfico 4-2 - Grafo simplificado com as ferramentas mais conhecidas em DNP.**

Mais uma vez se destaca a elevada inter-relação entre a ferramenta metodológica QFD e as suas diversas ferramentas instrumentais bem como a sua importância relativa já referida. Evidencia-se ainda a conectividade do projecto Robusto. Passa-se de seguida à análise individualizada destas 22 ferramentas.

### 4.3 Análise das Ferramentas de Apoio ao DNP

Neste Subcapítulo vão analisar-se com algum detalhe as ferramentas, tanto metodológicas como instrumentais, de forma individualizada conforme o seu campo de aplicação. Assim, vão ser analisadas as ferramentas focadas: em soluções criativas e inovativas; no envolvimento dos fornecedores; no suporte à qualidade; na produção zero defeitos; e ainda outras no suporte ao projecto; e finalmente, as ferramentas de apoio à tomada de decisão ao longo dos processos de DNP.

### 4.3.1 Soluções Inovativas e Criativas

No conjunto das ferramentas metodológicas e instrumentais, estas da operacionalização das primeiras, da revisão da literatura e em especial do trabalho de Yang *et al.* (2006) e Yeh *et al.* (2010), destacaram-se um conjunto de seis, cujo campo de aplicação é propício à obtenção de soluções inovativas e criativas de problemas surgidos durante o DNP. São elas o TRIZ, o Projecto Criativo, o Projecto Axiomático, a Análise de Pugh, o DOE e o DFX. As três primeiras metodológicas e as outras três de natureza instrumental.

#### 4.3.1.1 TRIZ

Com base na análise preliminar efectuada, e do ponto de vista da quantidade dos trabalhos científicos, o TRIZ pode considerar-se como uma ferramenta metodológica bastante popular de entre as que são utilizadas no DNP. Popularidade esta que, entre os empresários das indústrias que desenvolvem novos produtos, não terá a mesma amplitude e entusiasmo que a revelada pelos académicos, de acordo com Carrington e Scott (2005).

O acrónimo TRIZ provém do russo (cirílico) “Теория решения изобретательских задач”, que pode ser escrito no alfabeto latino sob a forma “Теория Решения Изобретательских Задач” e ainda adaptado ao português como: “Teoria para a Resolução de Problemas Inventivos” (Almeida, 2008; p.46). A origem russa deve-se ao facto de ter sido desenvolvido pelo inventor soviético Genrich Altshuller e seus colegas, em 1946 (Park *et al.*, 2013). Estes investigadores perceberam que existiam padrões na forma como se alteram e evoluem os sistemas tecnológicos. Por isso, resolveram realizar a investigação através da análise de mais de 200 mil patentes (Hsieh e Chen, 2010), e procurando aí os princípios básicos e padrões inovativos utilizados no DNP. Foi uma ideia expedita, que permitiu perceber o que é verdadeiramente inovador, bem como quais são os problemas que se colocam, e como se poderão resolver. Na verdade, os autores da teoria foram procurar padrões de sistematização onde, obviamente deviam procurar, ou seja, em conservatórias de registo de patentes, locais que, ao tempo, concentravam a maior quantidade de inventividade.

O TRIZ pode classificar-se como sendo uma ferramenta metodológica constituída por um conjunto de ferramentas instrumentais, desenvolvidas durante muitos anos de investigação. Pode também referir-se que o TRIZ pretendeu apoiar os engenheiros e as tecnologias, na resolução de problemas decorrentes de processos de desenvolvimento, que envolvessem soluções inovadoras não antes encontradas. Isto porque, em novos projectos aparecem novos problemas para os quais não há uma solução pré-existente e determinada, que possa servir de referência/apoio para os solucionar. Para validar estas afirmações podem citar-se praticamente todos os autores que se debruçam sobre problemas inovativos que requerem esta ferramenta metodológica. Mencionam-se, Altshuller *et al.* (1999); Li *et al.* (2007); Robles *et al.* (2009); Fresner *et al.* (2010); Hsieh e Chen, 2010 e Kim *et al.* (2011).

Mas afinal, como se poderá então definir ou caracterizar o TRIZ? De acordo com Carvalho (2007; p.66), pode definir-se como sendo uma metodologia heurística orientada ao ser humano, e baseada em conhecimento para a resolução de problemas inventivos. Referiu-se atrás do carácter no apoio específico ao desenvolvimento de inovações de projecto, produtos ou processos de engenharia ou tecnológicos. No entanto dá-se conta de artigos noutros domínios, como e.g. dos serviços bancários (Wang e Chen, 2010) ou, surpreendentemente, na aplicação a soluções inovativas quanto à prevenção de desastres e gestão de aglomeração de multidões (Pin *et al.*, 2011). Mais surpreendentemente ainda a referência do conceito TRIZ-fractal, ou seja a auto-semelhança em transformações baseadas nas ferramentas TRIZ, para tratar a gestão do conhecimento, de acordo com Berdanosov e Redkolis (2011).

A inovação pode ocorrer de forma acidental e/ou por via de um golpe de sorte, ou ainda através da manifestação de algum elemento genial ou inspirado. No entanto, após o desenvolvimento da ferramenta metodológica TRIZ, passou a ser possível sistematizar a própria inovação (Dias<sup>b</sup> *et al.*, 2011). Uma conclusão, sem dúvida muito importante, obtida a partir dos trabalhos do próprio o inventor da teoria, Genrich Atshuller. Em alternativa à inovação acidental, a inovação sistemática ocorria também de acordo com certos padrões. Esta descoberta está em linha, de resto, com os estudos dos fenómenos da complexidade, onde não é comum a realização de previsões e muito menos de resultados exactos: ao invés, detectam-se padrões<sup>37</sup>. Na resolução inovativa de problemas, e tais padrões foram detectados por Altshuller *et al.* (1999), como já se referiu, da informação obtida através da miríade de patentes analisadas, aplicando-os como forma de fazer progredir os sistemas através dos seus vários estádios evolutivos (ilustração 4-2).

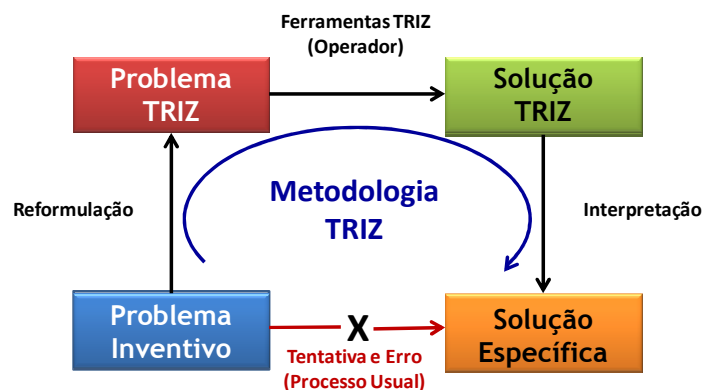


Ilustração 4-2 - Processo TRIZ de resolução de problemas.  
 Fonte: Adaptação de Yang e Chen (2011)

Ainda de acordo com Altshuller *et al.* (1999), a primeira avaliação do problema, deve caminhar no sentido da identificação dos padrões ou detalhes comportamentais que se repetem.

<sup>37</sup> Complexo refere-se a um estado em que os detalhes não podem ser compreendidos, mas em que o “todo”, ou resultado global pode ser entendido através da capacidade de gerar ou formar padrões (Battram, 1997; p.43).

Nestas condições, a ferramenta metodológica TRIZ evoluiu de acordo com oito padrões clássicos (Park *et al.*, 2013), que se podem descrever da seguinte forma:

- Etapas da evolução de um sistema tecnológico;
- Evolução no sentido do aumento idealizado;
- Desenvolvimento não uniforme dos elementos do sistema;
- Evolução no sentido de um maior dinamismo e controlabilidade;
- Aumento da complexidade, seguido de simplificação;
- Conformidade e desconformidade dos elementos;
- Evolução no sentido de níveis micro seguido do incremento da utilização no terreno;
- Evolução no sentido da diminuição do envolvimento humano.

Estes oito padrões poderão ainda ser subdivididos em sub-padrões. É posição corrente no projecto moderno, identificar no seu interior um padrão evolutivo, partindo-se daí para a criação de outros novos projectos (Yang e Chen, 2011). Mas é plausível dar-se conta da existência de um ou mais problema cuja solução ou soluções, podem ou não ser familiares. De acordo Almeida (2008; p.50 e seguintes) ou (Carvalho 2007; p.64 e seguintes), a ferramenta metodológica TRIZ considera cinco níveis de inovação:

**Nível 1** - Configura uma melhoria simples de um sistema existente, em que apenas se exige um conhecimento técnico das funções do sistema. Não se pode dizer que este primeiro nível exija inovação, já que a melhoria verificada, apesar de alterar uma determinada característica do produto, não resolve por completo qualquer problema. Hsieh e Chen (2010) concluem que, mesmo quando os engenheiros detectam contradições, assumem posturas ou soluções de compromisso para seguir em frente. No entanto não resolvem, verdadeiramente o problema. Das patentes verificadas por Altshuller *et al.* (1999), 32% eram deste tipo;

**Nível 2** - Constitui-se como sendo uma pequena melhoria, e corresponde a uma inovação que permite resolver uma contradição técnica entre duas características. A ferramenta disponível na ferramenta metodológica TRIZ para o desenvolvimento de melhorias a este nível é a “eliminação de contradições”, a tratar um pouco mais adiante neste trabalho. Exige já razoáveis conhecimentos em diversas áreas relevantes para o desenvolvimento do produto. Das patentes verificadas por Altshuller *et al.* (1999), 45% eram deste tipo;

**Nível 3** - É designado por “grande melhoria”. Necessita de uma inovação que permite resolver uma contradição física, através das 76 Soluções *Standard* conforme a “análise *S-Field*” propostas por Altshuller *et al.* (1999) e também adiante referidas. Exige conhecimentos em várias áreas técnicas e industriais. Verificam-se alterações do produto a nível físico, químico e geométrico. Das patentes analisadas por Altshuller *et al.* (1999), 18% eram deste tipo;

**Nível 4** - Este nível encontra-se já no domínio do “novo conceito”, ou seja, de um problema complexo sem aparentes contradições. Trata-se do desenvolvimento de uma nova solução tecnológica que requer conhecimentos de diferentes áreas científicas. Pode conseguir-se uma melhoria de um sistema técnico, sem resolver um problema técnico em particular, mas sim substituindo a tecnologia inicial por uma nova tecnologia. Uma das ferramentas de Altshuller *et al.* (1999) que permitem identificar claramente o verdadeiro problema e encontrar uma nova solução é o ARIZ, também a tratar um pouco mais adiante. Das patentes analisadas por Altshuller *et al.* (1999), 4% eram deste tipo;

**Nível 5** - Corresponde a uma nova descoberta técnica ou científica. Das patentes analisadas por Altshuller *et al.* (1999), 1% eram deste tipo (invenções).

Os autores da teoria pretenderam excluir os dois níveis extremos (nível 1 e nível 5) do conceito de inovação, pelo que não desenvolveram ferramentas para estes casos. Classificam os níveis 2 e 3 como sendo de carácter “inovador” e o nível 4 de carácter “inventivo”. Isto não significa que cada nível é melhor que o anterior, mas sim, que o melhor nível será aquele que permite resolver as limitações do próprio sistema, aproximando-o do sistema ideal. No entanto, quanto mais elevado é o nível de inovação mais detalhada é a análise e a pesquisa.

O autor destacou três ferramentas instrumentais adequadas respectivamente aos níveis 2, 3 e 4. No primeiro caso, a matriz das contradições (Robles *et al.*, 2009) em que, na ferramenta metodológica TRIZ, contradições são todos os problemas onde se verificam conflitos. Aqui, as contradições que são tidas em conta são as técnicas e as físicas (Carvalho, 2007; p.65). Após analisar tantos milhares de patentes, Altshuller *et al.* (1999) verificaram que muitas contradições foram resolvidas, sem recorrer obrigatoriamente a um compromisso entre características que se contrariam, ou sequer uma troca entre as mesmas. Para resolver as várias contradições existentes Altshuller *et al.* (1999) identificaram 40 princípios inovativos, os quais são apresentados na tabela 4-4.

**Tabela 4-4 - Os 40 princípios inovativos.**

Fonte: Adaptação de Hsieh e Chen (2010)

1-Segmentação	9-Compensação Prévia	17-Transição para nova Dimensão	25-Auto-serviço	33-Homogeneização
2-Extracção	10-Accção Prévia	18-Vibração Mecânica	26-Cópia	34-Descarte e Regeneração
3-Qualidade Localizada	11-Amortecimento Prévio	19- Acção periódica	27-Uso e Descarte	35- Mudança de Parâmetros e Propriedades
4-Assimetria	12- quipotencialidade	20-Continuação da Acção Útil	28-Substituição de meios mecânicos	36-Mudança de Fase
5-Submersão	13-Inversão	21-Aceleração	29-Construção Pneumática ou Hidráulica	37-Expansão Térmica
6-Universalidade	14-Recurvação	22-Transformação de Prejuízo em Lucro	30-Uso de Filmes Finos e Membranas Flexíveis	38-uso de oxidantes Fortes
7-Encaixe	15-Dinamização	23- Retroalimentação	31- Uso de Materiais Porosos	39-Uso de Atmosferas Inertes
8-Contrapeso	16-Accção Parcial ou Excessiva	24-Mediação	32-Mudança de Cor	40-Uso de Materiais Compósitos

Um modo de aplicar livremente estes princípios inventivos, tal como se faria numa sessão de *brainstorming*, é com o uso das questões evocativas: “*e se for tentado o uso de materiais compósitos? Ou antes, o uso de materiais porosos?*”. Além disso, propôs a chamada “matriz das contradições” de 39x39 células, composta por 39 características passíveis de ser alteradas positiva ou negativamente, no desenvolvimento do sistema inovador (parâmetros de engenharia). Nestas condições, contradições seriam as ocorridas entre duas das 39 características identificadas. Na tabela 4-5, apresentam-se os 39 parâmetros de engenharia.

**Tabela 4-5 - Os 39 parâmetros de engenharia da matriz das contradições.**

Fonte: Adaptação de Hsieh e Chen (2010)

1-Peso do Objecto Móvel	9-Velocidade	17-Temperatura	25- Perda de Tempo	33- Conveniência do Uso
2-Peso do Objecto Estacionário	10- Força	18-Brilho	26-Perda de Substância	34- Manutibilidade
3-Comprimento do Objecto Móvel	11-Pressão ou Tensão	19- Energia Consumida pelo Objecto Móvel	27-Fiabilidade	35- Adaptabilidade
4- Comprimento do Objecto Estacionário	12-Forma	20- Energia Consumida pelo Objecto Estacionário	28-Precisão da Medição	36-Complexidade do Objecto
5-Área do Objecto Móvel	13-Estabilidade da Composição do Objecto	21-Potência	29-Precisão da Fabricação	37-Complexidade do Controlo
6-Área do Objecto Estacionário	14-Resistência	22-Perda de Energia	30-Factores Prejudiciais que Actuam no Objecto	38-Nível de Automação
7-Volume do Objecto Móvel	15-Duração da Acção do Objecto Móvel	23-Perda de Substância	31- Factores Prejudiciais causados pelo Objecto	39- Produtividade
8-Volume do Objecto Estacionário	16-Duração da Acção do Objecto Estacionário	24-Perda de Informação	32-Manufacturabilidade	

Para a construção da matriz de contradições, Altshuller *et al.* (1999) observaram que, as contradições técnicas podem ser expressas em termos de conflito entre dois parâmetros: um melhorado e outro com dano. Conforme se apresentou, apenas 39 parâmetros foram extraídos para descrever todas as contradições detectadas nas patentes analisadas. Considerando-se uma contradição técnica, como sendo uma combinação de dois dos parâmetros, exigindo-se deles uma ampla interpretação. Então eles são genéricos para muitos campos e áreas específicas da engenharia (Robles *et al.*, 2009).

Ainda de acordo com estes autores, quando explicam a construção da matriz, os parâmetros e os princípios são colocados em conjunto nessa ferramenta, onde se tem não só a formulação das contradições, mas também o caminho para se encontrarem as soluções, construindo-se assim uma matriz de 39x39 células. Nas linhas, são colocados os parâmetros melhorados, e

nas colunas os que contêm dano. Numa contradição, a célula de intersecção da linha com a coluna, indica o princípio a explorar no sentido da busca da solução.

Assim, através da matriz das contradições, a ferramenta metodológica TRIZ abre um mundo baseado nas patentes, o que vai permitir identificar os princípios pelos quais se oferecem as soluções possíveis. Para eliminar estas contradições, Robles *et al.* (2009) apontam um caminho de cinco fases:

1. Traduzir o problema numa contradição entre dois parâmetros;
2. Identificar ambos os parâmetros entre 39 apresentados na tabela 4-5;
3. Usar a matriz;
4. Identificar o princípio inovativo a utilizar, entre os 40 apresentados na tabela 4-4. Na célula de intersecção, os princípios são classificados numa ordem estatística, recomendada na utilização da resolução das contradições. Se nesta fase os princípios propostos na célula não gerarem qualquer solução, então, devem utilizar-se outros princípios mais adequados;
5. Traduzir o princípio numa solução operacional (expressão de criatividade).

Como se configurará uma contradição simultaneamente técnica e física de modo a se compreender a utilidade desta ferramenta?

Imagine-se o exemplo seguinte: a necessidade de aumentar A (resistência) deteriora B (fiabilidade), o que corresponde a uma contradição técnica. Mas, por outro lado, aumentar A (resistência) através do aumento de C (complexidade) deteriora B (fiabilidade), o que corresponde a uma contradição física, na medida em que, tal significa ter a necessidade de aumentar e diminuir C (complexidade) ao mesmo tempo. Nesta fase poder-se-ia dizer que o engenheiro encontraria a solução de compromisso, mas o inventor ultrapassa a contradição de C melhorando simultaneamente A e B (ilustração 4-3).

		Parâmetros com Dano									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Parâmetros com Melhoria	1	X		15, 8 19, 34		29, 17 38, 34		29, 2 40, 28		2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37
	2		X		10, 1, 29, 35		35, 30, 13, 2		5, 35, 14, 2		8, 10, 19, 35
	3	8, 15, 29, 34		X		15, 17, 4		7, 17, 4, 35		13, 4, 8	17, 10, 4
	4		35, 28, 40, 29		X		17, 7, 10, 40		35, 8, 2, 14		28, 10
	5	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4		X		7, 14, 17, 4		29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2
	6		30, 2, 14, 18		26, 7, 9, 39		X				1, 18, 35, 36
	7	2, 26, 29, 40		1, 7, 4, 35		1, 7, 4, 17		X		29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37
	8		35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14				X		2, 18, 37
	9	2, 28, 13, 38		13, 14, 8		29, 30, 34		7, 29, 4		X	13, 28, 15, 19
	10	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12	X
		Princípios de Uso									

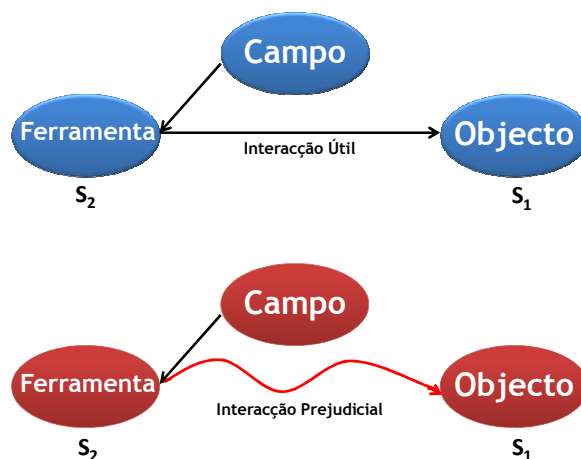
Ilustração 4-3 - Secção de uma matriz de contradições (39x39).

Fonte: Adaptação de Robles *et al.* (2009)

Pode então dizer-se que as contradições técnicas são resolvidas, através da utilização dos 40 princípios inovativos. Por outro lado, as contradições físicas exigem um nível de abstracção mais elevado e soluções mais gerais e logo mais complexas. São resolvidas através da utilização dos 3 princípios da separação: no tempo; no espaço; e na escala. Pode referir-se que a ferramenta metodológica TRIZ faculta três ferramentas instrumentais específicas, que não suportam outras ferramentas metodológicas que não a TRIZ, e que a auxiliam na análise dos conflitos verificados no desenvolvimento do produto (Almeida, 2008; p.49).

Primeira: matriz de contradições (ilustração 4-3); segunda: princípios inventivos, que propiciam a análise das contradições técnicas; terceira: os princípios de separação (espacial, temporal, estrutural e de escala) constituem uma ferramenta de resolução das contradições físicas (Moehrle, 2005). Existem já hoje à disposição, diversos *softwares* de apoio à resolução de problemas inventivos através das ferramentas de suporte à ferramenta metodológica TRIZ.

Veja-se então, para o atrás referido como terceiro nível designado por “grande melhoria”, que necessita de uma inovação que permite resolver uma contradição física, através das 76 Soluções *Standard* conforme a “análise *S-Field*” (*substance-field based TRIZ*), propostas por Altshuller *et al.* (1999) apresentada na ilustração 4-4. De acordo com Almeida (2008; p.62), uma importante premissa de que parte o autor do TRIZ é a seguinte: todos os sistemas tecnológicos podem ser decompostos num conjunto de subsistemas, sendo cada um deles, por mais simples que seja, responsável por uma determinada função. Desta maneira todos os sistemas são compostos por subsistemas e todos eles, em conjunto, formam um sistema de nível superior. Estes supersistemas são resultado do crescimento de sistemas tecnológicos simples, tornando-se progressivamente mais complexos.



**Ilustração 4-4 - Modelo *S-Field*.**

Fonte: Adaptação de Almeida (2008; p.63)

De acordo com Almeida (2008; p.63), na ferramenta metodológica TRIZ, uma função é: “*a interação entre duas substâncias e o campo de acção entre estas*”. O campo actua numa determinada substância S<sub>2</sub> modificando, melhorando, a interacção entre esta e a segunda substância S<sub>1</sub>. A primeira substância S<sub>2</sub> dá-se-lhe o nome de ferramenta, a segunda

substância S1 é denominada de objecto. O número de interacções e a possibilidade de estas sucederem é elevado. No entanto somente dois tipos de interacções interessam: “interacção útil” e a “interacção prejudicial” Almeida (2008; p.63), conforme a ilustração 4-4, após a representação do modelo *S-Field*, é possível identificar o problema inerente ao sistema em apreço, através de um problema genérico. Altshuller *et al.* (1999) considera que, a este nível de inovação, os problemas genéricos identificados foram já resolvidos por outros investigadores, fazendo parte de diversas patentes que podem ser identificadas e estudadas.

Não existe muita literatura disponível, genuína, acerca desta ferramenta da ferramenta metodológica TRIZ. Foi já citado o artigo de Moehrle (2005), e existem pouco mais de uma dezena de comunicações apresentadas em conferências internacionais ISI, ainda assim não disponíveis. Sobre este tema, vale a pena considerar genericamente os trabalhos de Almeida (2008) de Terninko *et al.* (2003), publicado este no jornal TRIZ ([www.triz-journal.com/archives/2003/03/f/06.pdf](http://www.triz-journal.com/archives/2003/03/f/06.pdf)), sobre o qual a presente tese também se irá firmar, para sumarizar esta ferramenta.

De acordo com Terninko *et al.* (2003), as Soluções *Standard*, para a ferramenta metodológica TRIZ são 76 (tabela 3-6) e foram criadas, pelo inventor e seus associados entre 1975 e 1985. Eles agruparam as referidas soluções *standard*, conforme a concepção referida de sistemas tecnológicos, em 5 categorias abrangentes, como se segue:

1. Melhoria do sistema com nenhuma ou poucas mudanças - 13 Soluções *Standard*;
2. Melhoria do sistema através da sua mudança - 23 Soluções *Standard*;
3. Sistemas em transição - 6 Soluções *Standard*;
4. Detecção e medida - 17 Soluções *Standard*;
5. Estratégias de simplificação e melhoria - 17 Soluções *Standard*.

As 76 Soluções *Standard* são apresentadas na tabela 4-6.

**Tabela 4-6 - As 76 Soluções *Standard*.**  
Fonte: Adaptação de Terninko *et al.* (2003)

1	Segmentação	5.1.2 2.2.2 2.2.4	Dividir o elemento em pequenas unidades Usar partes em vez do objecto completo Divisão em partes, ligando-as flexibilizando assim o objecto
		3.2.1	Transição para o micro-nível
2	Tirar		
3	Localizar Qualidade	1.1.8.2 1.2.5 2.2.6 5.1.1.5	Proteger certas regiões do impacto total da acção Transformar um campo magnético ligado ou desligado conforme a necessidade local Alterar a estrutura para outra mais uniforme específica à situação Concentração de um aditivo num só local
4	Assimetria	2.2.6	Alterar a estrutura para outra mais uniforme específica à situação
5	Mistura	1.1.2 1.1.5 3.1.4	Adição ou alteração, interna ou externa, temporária ou permanente do ambiente <i>Idem</i> Simplificação de Bi ou Multi-sistemas
6	Universalidade		
7	Encaixe		
8	Contra-pesos		

Continuação da Tabela 4-6 - As 76 Soluções *Standard*.

9	Anti-acção Preliminar		
10	Acção Preliminar		
11	Amortecimento antecipado	1.1.8.1	Utilizar uma substância para proteger uma substância a partir de uma mais fraca ocorrência potencialmente prejudicial.
12	Equipotencialidade		
13	O Contrário	3.4.6	Introduzir materiais magnéticos no meio ambiente e não para o objecto
14	Esfericidade ou uso de curvas		
15	Dinamismo	2.2.4 2.4.8	Flexibilizar os sistemas Utilização de capos magnéticos dinâmicos
16	Acção Parcial ou Excessiva	1.1.6	Controlar pequenas quantidades de aplicação e remoção de um excedente
17		5.1.4	Simular a introdução de mais do que o necessário
18	Vibrações Mecânicas	2.3.1 2.4.10 4.3.2	Combinar as frequências naturais da substância e do campo Uso de vibrações combinadas com campos magnéticos Medir as mudanças do sistema por meio da alteração da frequência se ressonância
19	Acção Periódica	2.2.5 2.4.10	Substituir um campo descontrolado por um estruturado Uso do campo magnético da ressonância
20	Continuidade da acção	2.3.3	Realizar uma operação durante o tempo de inactividade de uma outra
21	Ignorar (faça rápido)		
22	“Bênção” Disfarçada	1.2.2	Eliminar efeitos prejudiciais
23	Feed-back	5.4.1 2.4.8	Mudanças auto-controladas Uso de campos magnéticos dinâmicos
24	Intermediação	1.1.7	Usar um objecto por um outro possível
		2.4.9	Criar estruturas a partir do uso de partículas magnéticas
		2.4.5	Introduzir temporariamente um aditivo ferromagnético
		1.1.2 1.1.5 5.1.1.6	Uso de um aditivo temporário externo ou interno Idem Idem
		4.1.2	Medição de cópias
25	Self-service	5.4.1 2.4.8	Mudanças auto-controladas Utilização de campos magnéticos dinâmicos
26	Cópias	4.1.2 5.1.7	Medição de cópias Aplicação de aditivos nas cópias e não nos originais
27	Vida curta é barto		
28	Substituir sistemas mecânicos com campos	2.2.1 2.4 2.4.11 4.2 5.1.1.2	Substituir ou complementar um campo mal controlado por outro mais facilmente controlável Tudo Utilização do ferro-magnetimo e de materiais ferro-magnéticos Uso de corrente eléctrica em vez de partículas magnéticas Usar um campo em vez de uma substância
29	Hidráulico/Pneumática	2.4.3 5.1.1.1 5.1.4	Usar líquidos magnéticos Não use nada Não use nada para simular estruturas
30	Concha flexível e filmes	2.2.6	Alterar a estrutura para outra mais uniforme específica à situação
31	Materiais porosos	2.2.3 2.2.6 2.4.4	Usar materiais porosos ou capilares Alterar a estrutura para outra mais uniforme específica à situação Usar estruturas de materiais porosos ou capilares ou contendo fluidos magnéticos
32	Mudança de cor	4.1.3	Utilizar detecção em vez de medidas
33	Homogeneidade		
34	Descartar/Reabilitar	5.1.3	O aditivo desaparece após o uso
35	Alteração de parâmetros	5.3.1	Mudança de fase
		1.1.2 - 5	Uso de um aditivo temporário externo ou interno

Continuação da Tabela 4-6 - As 76 Soluções *Standard*.

36	Uso de transição de fases	5.3.2,4,5	Adição ou alteração interna ou externa, temporária ou permanente do ambiente
		2.4.12	Uso de fluidos reológicos
		2.4.7	Uso de efeitos físicos de transições magnéticas
		4.1.1	Controlo de sistemas por transição de fases em vez de medidas (temperaturas, pressões, etc.)
		4.3.1	Medição do sistema através de fenómenos naturais
37	Utilização de expansão térmica	4.1.1	Controlo do sistema por dilatação térmica em vez de temperatura
		4.3.1	Medida de dilatações em vez de temperaturas
38	Fortes oxidantes	5.5	Necessidade de moléculas, iões...
		5.1.1.4	Uso de pequenas quantidades de aditivos muito activos
39	Atmosfera inerte	1.1.3	Aditivos externos, temporários ou permanentes
		1.1.5	Alteração da envolvente do sistema
40	Materiais compósitos	5.1.1.1	Nada adicionar; espuma, favo, etc.

No que concerne às ferramentas instrumentais ou do TRIZ, são analisadas sobre o quarto nível antes referido, no domínio do “novo conceito”, um problema complexo sem contradições aparentes e que corresponde apenas a 4% das patentes analisadas por Altshuller *et al.* (1999): ARIZ, que se constitui-se como uma ferramenta analítica que permite identificar claramente o verdadeiro problema e encontrar uma nova solução. No entanto, a pesquisa na *web of science* evidencia uma ausência tremenda de investigação acerca da ferramenta ARIZ, exceptuando uma meia dúzia de comunicações em conferências e apenas um artigo prospectivo (Becattini *et al.*, 2012).

De acordo com Almeida (2008; p.64), trata-se de uma ferramenta caracterizada por uma análise passo a passo com ligações entre as diversas fases, e com múltiplas reformulações do problema, com o objectivo de acertar na sua resolução. O procedimento ARIZ tem sofrido diversas actualizações desde a sua criação, sendo que, o autor e seus colaboradores desenvolveram as versões 71, 77 e 85 (Hanic, 2005; p.6). Sendo a mais recente a versão ARIZ-85C, que é caracterizada pelos seguintes nove passos:

1. Identificação e formulação do problema;
2. Aplicação do método *S-Field* às partes problemáticas do sistema;
3. Formulação e definição do “Resultado Final Ideal” (RFI)/“*Ideal Final Result*” (IFR);
4. Listagem de recursos disponíveis ao nível de sistemas, subsistemas e supersistemas;
5. Resolução de contradições técnicas ou físicas utilizando o princípio da contradição;
6. Geração de conceitos de soluções possíveis a partir do modelo *S-Field*;
7. Implementação de soluções utilizando simplesmente recursos disponíveis no sistema em causa;
8. Análise das modificações do sistema para verificar pontos fracos.

Dado o ARIZ ser de uma ferramenta instrumental do TRIZ pouco utilizada, não será muito relevante o aprofundamento da sua análise.

O TRIZ destina-se, portanto, a encontrar soluções inovativas, um elemento essencial do DNP. No que concerne à inovação evolutiva ou incremental, as pequenas melhorias podem ser tratadas pelas ferramentas instrumentais do TRIZ, e no que respeita à inovação do tipo disruptiva ou radical (mais adequados a estratégias BOS), ela poderá necessitar da ferramenta metodológica TRIZ propriamente dita. Da inovação podem emergir novos produtos (Srinivasan e Kraslawski, 2006 e Park *et al.*, 2013), e no desenvolvimento dos respectivos projectos não deixarão de surgir problemas que necessitam de ser resolvidos (Becattini *et al.*, 2012) de acordo com o seu nível ou natureza (ilustração 4-5).

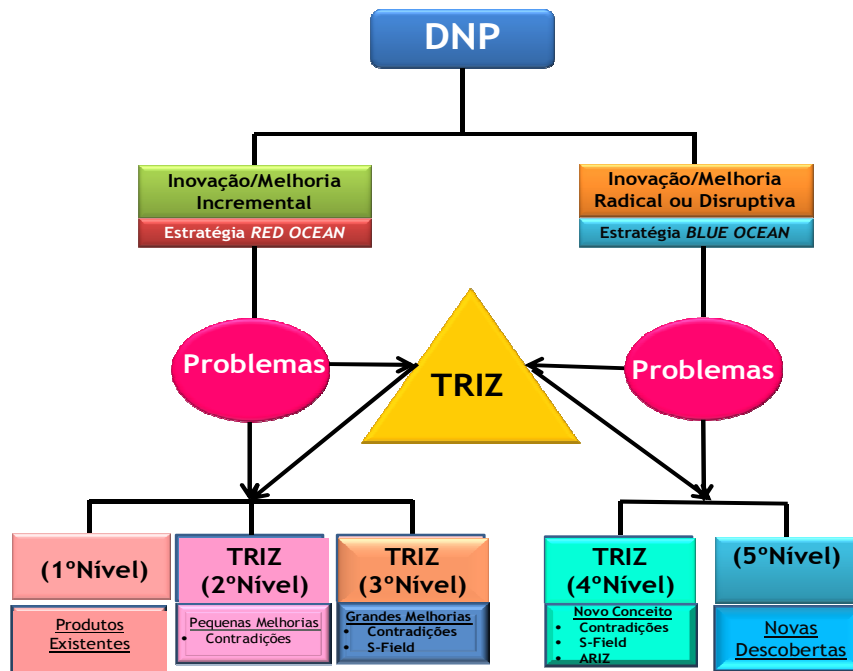


Ilustração 4-5 - DNP/Estratégia/Inovação/Resolução de problemas/TRIZ.

Como se pode ver dos grafos correspondentes aos gráficos 4-1 e 4-2, a distribuição das relações das ferramentas, o TRIZ, tem uma forte relação de complementaridade, com praticamente todas as outras consideradas (Trappey *et al.*, 2011). Mais uma vez se reconhece a importância do TRIZ, mais a nível académico e científico, do que enquanto ferramenta de uso intensivo no mundo empresarial da produção, nomeadamente no que concerne ao DNP.

#### 4.3.1.2 Projecto Criativo

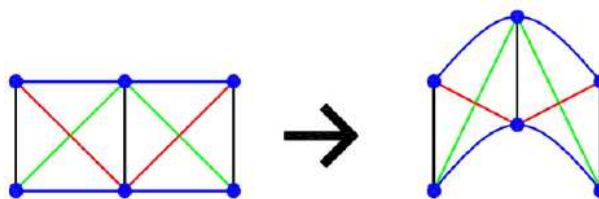
Neste Subcapítulo aborda-se agora outra ferramenta intrinsecamente associada à criatividade e conhecida por “projecto criativo” ou “*creative design*”. Convirá à partida, compreender a necessidade de uma característica tão importante nos seres humanos como é a criatividade, a capacidade de criar algo de novo através de métodos sistemáticos ou da imaginação e, em especial, quando reportado ao DNP.

Esse desenvolvimento de um produto passa necessariamente por uma fase inicial de concepção, designada por muitos autores de projecto informacional e conceptual (Detanico

*et al.*, 2010). Durante essa fase, é necessária a geração de soluções alternativas, exigindo a participação criativa do projectista ou da equipa responsável pelo projecto. Esse processo criativo conta não somente com a inspiração e imaginação destas pessoas, mas também com métodos e ferramentas que permitam a manifestação da criatividade. Este facto já foi referido por alguns autores nomeadamente Shéu e Lee (2011). É possível entender que todo o indivíduo com conhecimentos técnicos, formação, treino e aperfeiçoamento, motivação e conhecimento de certas metodologias e/ou ferramentas seja capaz de gerar soluções úteis e inovadoras, tanto de uma forma sistemática e convergente como, ao invés, de forma divergente.

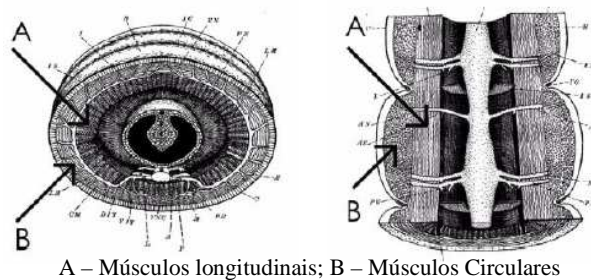
Se isto é verdade para um indivíduo, mais evidente o será para uma equipa multidisciplinar (Ulrich e Eppinger, 2000; p.3 e 4). Há pesquisas que mostram que a criatividade para encontrar soluções de projecto de produtos, nasce com frequência, na analogia directa com a natureza e daí o conceito de “Biónica” ou “Biomimética”, que consiste em analisar o funcionamento de sistemas ou processos naturais, reproduzindo depois os seus princípios de solução (Detanico *et al.*, 2010). Dessa analogia surgem, muitas vezes, contribuições relevantes no processo de DNP. Tais adaptações permitem a criação de formas, funções ou, ainda, comportamentos análogos. Na verdade, e de acordo com Gomes *et al.* (2006), num “projecto criativo” a analogia é um processo de raciocínio importante, que permite a geração de novos artefactos, usando ideias provenientes de domínios técnicos e/ou científicos, por vezes distantes. Tal é o caso das analogias emanadas da natureza. Eis portanto uma boa génese para o projecto criativo: a analogia: designa-se como “abordagem ao projecto baseado na analogia (*approach to analogy-based design*), tal como referem Gomes *et al.* (2006). Mas existem outras abordagens, para além desta, que podem ser utilizadas no projecto criativo. É uma questão de criatividade.

Do trabalho de Matini e Knippers (2008), também descrito por Detanico *et al.* (2010), é interessante retirar um excelente exemplo de analogia com a natureza animal. Nada mais nada menos que a aplicação do movimento da minhoca. Matini e Knippers (2008) verificaram que sob a pele do verme existem dois principais grupos de músculos: longitudinais e circulares. Quando os circulares se contraem tornam a minhoca mais alongada e fina. Mas, quando os músculos longitudinais se contraem, a minhoca torna-se mais curta e mais larga (com menor esbeltez). Estas situações são evidentes nas ilustrações 4-6, 4-7, 4-8 e 4-9.



**Ilustração 4-6- Exemplo de transformação.**

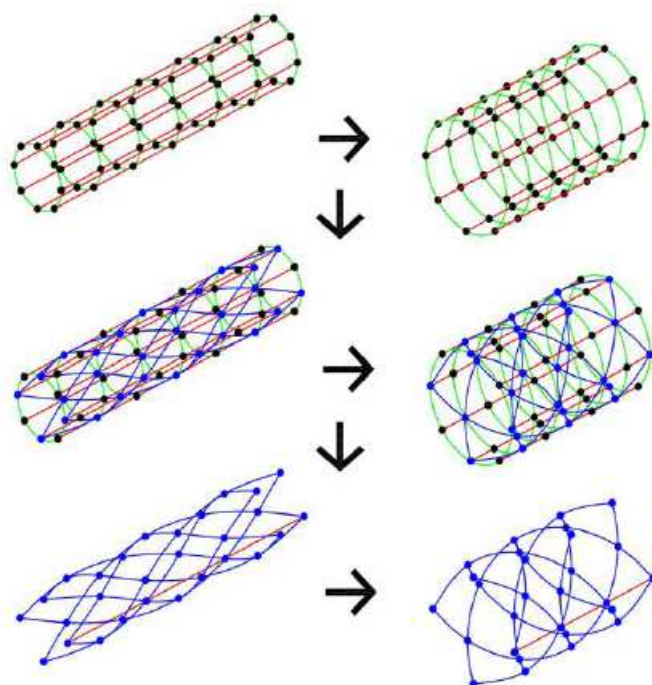
Fonte: Matini e Knippers (2008)



**Ilustração 4-7 - Representação dos grupos de músculos da minhoca.**

Fonte: Matini e Knippers (2008)

Veja-se como os autores representam a deformação do corpo da minhoca representada graficamente por um modelo 3D, composto de linhas vermelhas e verdes e pontos pretos. Utilizaram três modificações estruturais ao sistema inicial, adicionaram as linhas diagonais (azuis), subtraíram as linhas extra (as linhas verde e vermelho, que não desempenham um papel importante na deformação do modelo) e mudaram a cor dos pontos de preto para azul.



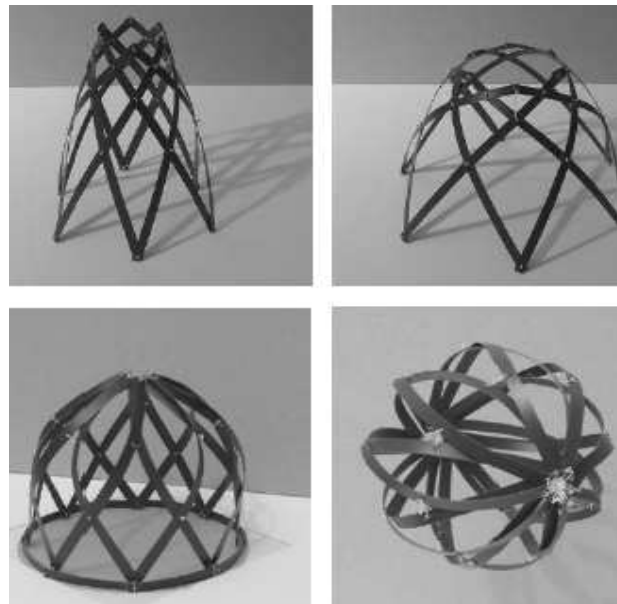
**Ilustração 4-8 - Sequência da transformação da minhoca.**

Fonte: Matini e Knippers (2008)

Daqui resulta o conceito de uma estrutura cilíndrica retráctil, que pode ser utilizado em diferentes aplicações na arquitectura, na própria engenharia, ou ainda nouro tipo de indústrias de novos produtos decorativos. Acerca de analogias biológicas e projecto (*design*), deve citar-se o trabalho de referência de Thomas *et al.* (2004). Do grupo de investigadores faz parte o professor Shu do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que na década de 90 do século XX foi o “pai” da teoria designada por projecto axiomático.

Através da deformação em espiral das hastes elásticas e a orientação das articulações, estas estruturas (a cilíndrica e a circular) podem assumir outras formas, alterando a altura e a

largura. Este conceito foi desenvolvido sob a forma de modelos físicos e computacionais pelos autores (Matini e Knippers, 2008) de acordo com a ilustração 4-9



**Ilustração 4-9 - Teste do resultado com modelo físico real.**  
Fonte: Matini e Knippers (2008)

Do ponto de vista da abordagem do projecto criativo por analogia, o exemplo apresentado é suficientemente esclarecedor das suas potencialidades. Tratou-se uma analogia extraída do movimento e da morfologia de um pequeno animal (verme), para a criação de um objecto físico, que poderia constituir um novo produto para o sector da decoração. Daqui se pode extrapolar para as imensas potencialidades desta abordagem.

Mas há mais abordagens diferentes que interessam considerar, no que concerne ao projecto criativo. Abordagens criativas associadas ao TRIZ podem ser encontradas em Li *et al.* (2007), Seok e Prakash (2012) e também num artigo com proximidade ao *Case Based Reasoning (CBR)* em Gomes *et al.* (2006), a abordar mais adiante. De qualquer modo, o projecto criativo está em evolução, e seguramente no futuro próximo, encontrará mais abordagens, que não apenas esta por analogia, que parece prometedora. Deverá ainda induzir-se a ideia conceptual de que o projecto criativo, nomeadamente na versão “analogia”, se enquadra bem com estratégias *Blue Ocean*. Na ilustração 2-1 (“O modelo das quatro acções” - Subcapítulo 2.1.3.) destaca-se a acção “criar” como essencial à consecução da BOS. O projecto criativo parece constituir-se como uma ferramenta metodológica adequada ao DNP, que visa necessidades futuras do mercado e para as quais ainda não existe concorrência conhecida.

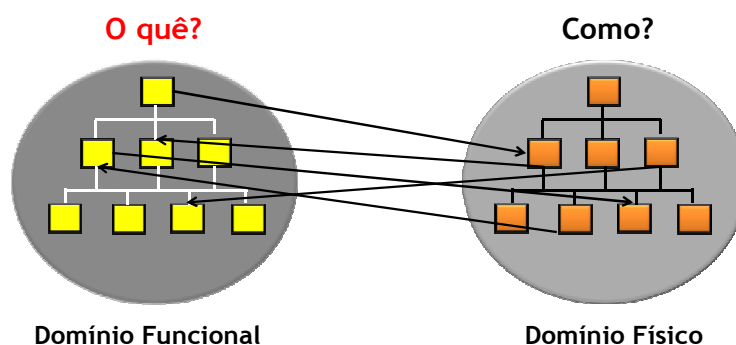
#### **4.3.1.3 Projecto Axiomático**

O “projecto axiomático” ou “*axiomatic design*” quando utilizado, é estruturante num projecto de DNP, pelo que se considera como uma ferramenta metodológica. Encontra-se disponível em diversos trabalhos científicos, sendo os mais relevantes os de: Yang e El-Haik (2009); Yan *et al.* (2009); Silva *et al.* (2010) e Li<sup>a</sup>*et al.* (2011). De acordo com Silva *et al.* (2010),

“projecto axiomático” define-se como sendo uma ferramenta de criação de soluções sintetizadas, com o objectivo de desenvolver produtos, processos ou sistemas que satisfaçam necessidades percebidas, através do mapeamento dos desejos dos clientes em “Requisitos Funcionais”/“*Functional Requirements*” (FRs), transformando-os em “Parâmetros de Projecto”/“*Design Parameters*” (DPs). Os requisitos funcionais representam as metas do projecto, ou seja, os objectivos a atingir (Silva *et al.*, 2010). Yang e El-Haik (2009; p.238 e 239) apontam algumas vulnerabilidades ao projecto axiomático referentes à violação dos seus dois axiomas, pelo acoplamento de sistemas (axioma 1) ou por via da complexidade (axioma 2). É por isso que entendem que o DFSS (a abordar mais adiante) pode ajudar a ultrapassar estes problemas. Independentemente das vulnerabilidades apontadas, o projecto axiomático é uma ferramenta metodológica destinada a analisar, de uma forma sistemática, a transformação das necessidades dos clientes, FRs, em DPs, relacionando-os portanto.

Conforme Suh (1998), os sistemas com muitos FRs, componentes físicos e diversas linhas de programação, podem tornar-se complexos, pelo que, com o aumento do número de FRs e de DPs, a probabilidade de satisfazer os FRs tende a decrescer. Ainda de acordo com Silva *et al.* (2010), o projecto axiomático tem sido aplicado a diversos problemas, estendendo-se para uma vasta gama na área de projectos de engenharia, tais como, na concepção de produtos em geral e de novos produtos em particular.

A parte mais crítica do projecto será a definição dos FRs, tão precisa quanto possível. Esta definição requer, necessariamente que se conheça o problema, bem como as suas múltiplas relações e inter-relações de forma a minimizar a complexidade. Ainda de acordo com Silva *et al.* (2010), a metodologia “projecto axiomático” de Suh (1998) iniciou-se com a seguinte questão: “*Dado um conjunto de requisitos funcionais para um determinado produto, existem axiomas de aplicação genérica que levam a decisões corretas em cada passo da fabricação (desde a etapa de projecto até a montagem final e inspecção), de forma a planear um sistema de produção óptimo?*”<sup>38</sup>.



**Ilustração 4-10 - Metodologia do projecto axiomático.**  
 Fonte: Adaptação de Graça *et al.* (2007)

<sup>38</sup> No presente trabalho, esta metodologia ou ferramenta metodológica, justifica-se apenas até ao momento em que o produto entra na fase do início do seu lançamento (*ramp-up*).

Pode dizer-se que a ferramenta metodológica designada por projecto axiomático, direcciona o processo de tomada de decisão a partir do reconhecimento do problema, considerando o projecto como um processo iterativo de hierarquização, realizado com o mapeamento entre os requisitos funcionais e os parâmetros de projecto (ilustração 4-10).

Utilizando-se as denominações desta metodologia, pode referir-se que: “o trabalho do projectista consiste em definir e decompor FRs e os DPs de um dado nível hierárquico, zigzagueando (de maneira iterativa) entre os domínios funcionais e físico. A partir deste ponto, o processo de trabalho é direccionado pelos axiomas de projecto” (Graça et al., 2007).

São conhecidos dois axiomas (Park, 2007; p.18) que pretendem responder a esta questão, e que foram ensaiados em inúmeros casos aplicados e de estudo. O primeiro axioma designa-se como o “axioma da independência” (Gonçalves-Coelho e Mourão, 2007), ou seja, mantém a independência dos FRs e pode ser representado conforme a ilustração 4-11, onde se representam as hierarquias dos requisitos e parâmetros.

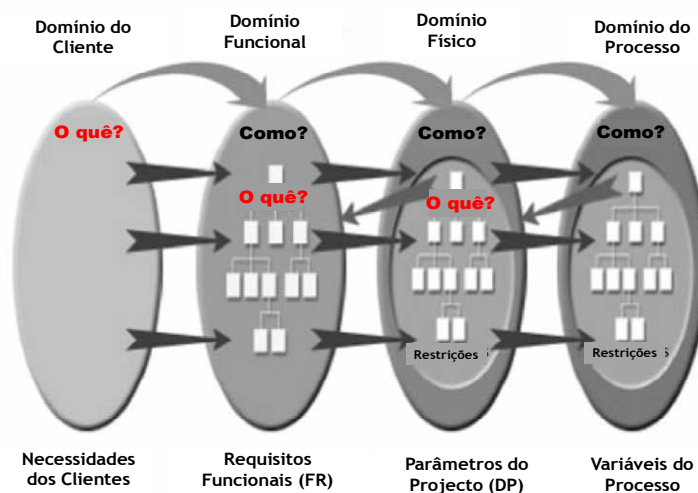


Ilustração 4-11 - Relação dos domínios, mapeamento e espaços do projecto.

Fonte: Adaptação de Park (2007; p.18)

Conforme Park (2007; p.18), este axioma comporta uma primeira asserção, que pode ser descrita da seguinte forma: um projecto ideal mantém sempre a independência das FRs. Ainda de acordo com Park (2007; p.18), a segunda asserção deste axioma afirma que num projecto aceitável, os DPs e os FRs estão relacionados de tal forma que um DP específico pode ser ajustado para satisfazer a sua correspondente FR, sem que isso afecte outros requisitos funcionais.

$$FR = A \times DP \quad \text{(Equação 4-1)}$$

Escrito de outra forma:

$$FR_i = \sum (A_{ij} \times DP_j) \quad \text{(Equação 4-2)}$$

As características da matriz A determinam se o axioma da independência fica satisfeito se existirem três FRs e DPs. Então essa matriz apresenta-se como segue:

$$\begin{bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ FR_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ DP_3 \end{bmatrix} \quad (\text{Equação 4-3})$$

Os elementos da matriz podem ser representados pelo valor zero, quando não existe qualquer relação entre o requisito funcional  $FR_m$  e o parâmetro  $DP_n$  correspondente, ou por outro valor quando essa relação exista (Graça *et al.*, 2007). Em conformidade com o próprio axioma, os requisitos funcionais são sempre independentes entre si, sendo embora função das soluções de projecto que forem adoptadas (DPs), tornando-se o sistema implementado acoplado ou semi-acoplado. Ou seja: um único DP, solução de projecto, resulta em diferentes respostas para mais que um FR. Este axioma é aplicado analisando-se a matriz de projecto, de acordo com as expressões matemáticas acima indicadas.

Assim, podem distinguir-se três diferentes tipos de projectos: o projecto desacoplado (matriz diagonal); o projecto semi-acoplado (matriz triangular); e o projecto acoplado (nenhum destes casos). Park *et al.* (2013), Yang e El-Haik (2009; p.237 e seguintes) e Silva *et al.* (2010), exploram adequadamente estas possibilidades. No entanto não cabe no âmbito da presente investigação, aprofundar a tal ponto, esta sumária abordagem da metodologia. Veja-se o que ocorre quando o axioma a utilizar não é o da “independência”, mas o segundo, denominado de “axioma da informação”. De acordo com Suh (1998), o conteúdo de informação de um sistema é definido em termos da probabilidade logarítmica de um determinado  $DP_m$  satisfazer um dado  $FR_n$ . Assim, o conteúdo de informação é calculado conforme a equação:

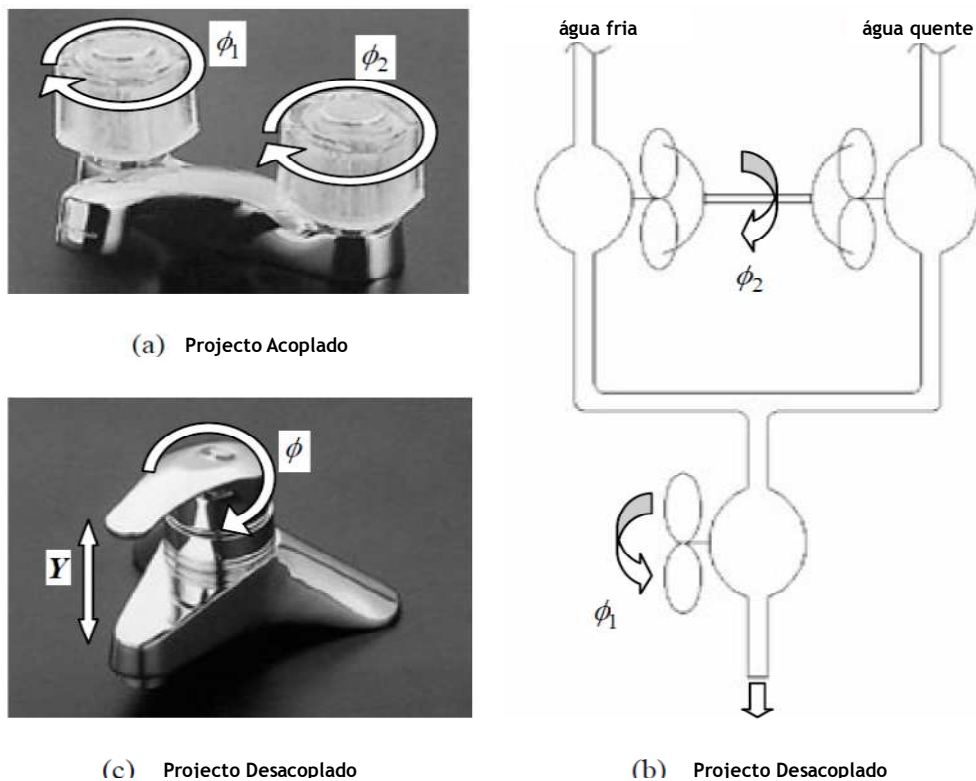
$$I = -\sum_{i=1}^n \log_2 p_i \quad (\text{Equação 4-4})$$

Onde  $p$  é a probabilidade de um dado  $FR_n$  ser satisfeito pelo seu  $DP_n$  e  $n$  é número total de FRs. Neste caso utilizou-se a base de logaritmo 2, para que o conteúdo da informação  $I$  seja expressa em *bit* (Gonçalves-Coelho e Mourão, 2007). Por análise da equação, verifica-se que os sistemas com baixa probabilidade de êxito têm um elevado conteúdo de informação, ou seja, possuem elevada complexidade. Assim o conteúdo de informação do projecto deve ser minimizado, visto influenciar negativamente o projecto.

De acordo com o segundo axioma, o da informação, esta é proporcional à complexidade do sistema. Isto significa que a introdução de informação desnecessária só irá contribuir para degradar o sistema, levando à necessidade de mais controlo e, logo, de maior complexidade. Apesar da lógica intrínseca desta conclusão, Gonçalves-Coelho e Mourão (2007) apresentam alguns exemplos numéricos, que evidenciam bem a realidade descrita e os respectivos desenvolvimentos matemáticos. No entanto, tal como no caso do primeiro axioma, também

não cabe no âmbito da presente investigação aprofundar esta abordagem da metodologia que, embora se pretenda elucidativa, não poderá deixar de ser sucinta.

Encerra-se o tema do projecto axiomático destacando-se um exemplo ilustrativo, apresentado por Park (2007; p.22 e seguintes) de acordo com a ilustração 4-12, em que o autor mostra na sua obra “*Analytic Methods for Design Practice*”: trata-se do projecto de uma simples torneira, em que o utilizador deve ser capaz de controlar a temperatura e o caudal da água. São comercializados diversos modelos deste equipamento doméstico tão comum. Assim, designa-se por FR<sub>1</sub> o controlo do caudal de água (Q) e por FR<sub>2</sub> o controlo da temperatura (T).



**Ilustração 4-12 - Exemplo da torneira de água com controlo do caudal e da temperatura.**

Fonte: Park (2007; p.22)

Nestas condições, o referido autor começa por analisar a solução apresentada na alínea a). Em seguida, aplica a matriz independência e conclui que se trata de uma solução acoplada, porém a solução é inaceitável, dado não cumprir o axioma. Seguidamente, analisa a solução preconizada na alínea b) e detecta que o projecto é desacoplado, cumpre o axioma o que equivale a dizer que a solução é aceitável. Em ambos os casos considerou:

$$DP_1 = \phi_1 \quad (\text{Equação 4-5})$$

$$DP_2 = \phi_2 \quad (\text{Equação 4-6})$$

Finalmente analisa a solução apresentada na alínea c) e desta vez considera:

$$DP_1 = \text{Deslocamento vertical} \quad (\text{Equação 4-7})$$

$$DP_2 = \phi \quad (\text{Equação 4-8})$$

Nesta solução também conclui que o projecto é desacoplado e cumpre o axioma, o que equivale a concluir que a solução é aceitável. Resumindo, são encontradas duas soluções aceitáveis. Mas, ainda assim, o autor questiona-se sobre qual das duas será melhor.

Não importa aqui explicitar razões matemáticas, mas pode no entanto dizer-se que, Park (2007) concluiu que o projecto representado pela alínea c) é o melhor do ponto de vista do axioma da informação. Além disto a solução é mais popular junto do mercado, o que não é de somenos importância, na medida em que respeita a “voz do cliente”, visto que não se podem negligenciar os aspectos estéticos nos requisitos funcionais. Da abordagem efectuada à ferramenta metodológica “projecto axiomático”, é possível detectar algumas vantagens que a poderiam remeter para o DNP em certas situações, visto que tem capacidade de incorporar inovação e criatividade.

#### 4.3.1.4 Análise de Pugh

De uma forma sumária, aborda-se uma outra ferramenta, desta vez tão-só instrumental e já não metodológica, denominada “Análise de Pugh”. Esta análise decorre, na fase do projecto, da selecção do melhor conceito de produto e Yang e El-Haik (2009; p.152) integram-na na fase 5 do que designa de algoritmo DFSS. Ou seja, consideram-na como ferramenta de apoio ao DFSS, bem como aos projectos axiomático e criativo.

A “análise”, “matriz” ou “diagrama de Pugh” (criada por Stuart Pugh na década de 90 do século XX), corresponde a uma ferramenta que compara os diversos conceitos de produto em análise, em torno de um conceito de referência, o que permitirá facilitar a selecção do conceito que sobressaia, de entre todos os que estão em presença. Será importante, neste tema recorrer aos referidos estes autores para enumerar as diferentes fases deste algoritmo. Assim, a primeira fase corresponde à formação de uma equipa que forme sinergias<sup>39</sup> a ser vertidas no projecto. A segunda destina-se à exacta determinação das expectativas do mercado (voz do cliente), a quarta fase à compreensão dos requisitos funcionais e sua evolução. A sexta fase corresponde à selecção do melhor conceito onde, como se referiu, se utiliza a análise de Pugh. Existem mais fases nesta abordagem algorítmica do DFSS, de acordo com Yang e El-Haik (2009), que não são relevantes para a presente análise.

---

<sup>39</sup> Por sinergia entende-se um efeito sistémico, ou seja, aquele em que o somatório das partes é maior que o conjunto no seu todo. Conforme se depreende não pode ser analisado por matemáticas do “contínuo” em que o todo é igual ao somatório das partes. Também as matemáticas estocásticas não são aplicáveis na medida em que os dados do passado são irrelevantes para a determinação do fenómeno que é complexo. As formas matemáticas mais passíveis de ser utilizadas na análise destes fenómenos sistémicos são as abordagens de aproximação algorítmica.

Esta ferramenta consiste numa matriz em que as colunas correspondem aos já mencionados FRs do projecto axiomático e, nas filas, os diversos conceitos em presença (tabela 4-7).

**Tabela 4-7 - Matriz de Pugh (geração-selecção).**  
 Fonte: Adaptação de Yang e El-Haik (2009; p.153)

FRs / Conceitos	A (referência)	B	C	...	K
FR <sub>1</sub>	0	-2	-3	...	-2
FR <sub>2</sub>	0	-1	+2	...	0
...	0	...	...	...	+3
FR <sub>m</sub>	0	+2	+1	...	-2
Total (-)					
Total (+)					
<i>Trade-off</i>					

Os valores colocados nas células da matriz de *Pugh* são obtidos durante a fase de mapeamento do QFD, de acordo com os critérios determinados pela equipa responsável pelo projecto. Os somatórios finais determinarão a melhor escolha entre os conceitos em presença ou, se for caso disso, terão de ser objecto de avaliação dos respectivos *trade-offs* Yang e El-Haik (2009).

Ou seja: a análise das vantagens (pontos positivos), desvantagens (pontos negativos) e equivalência dos conceitos propostos em relação ao conceito de referência, vão possibilitar a escolha do melhor conceito, chamado de conceito “vencedor”, a ser adoptado para o produto. Do exemplo da tabela 4-7, o sinal (+) corresponde a vantagem sobre o conceito de referência e o (-) desvantagem sobre o conceito de referência. Um zero (igual) significa que que será quivalente ao conceito de referência. Creveling *et al.* (2003; p.408 e seguintes) apresentam com detalhe diversos *checklists* auxiliares de determinação das classificações tais como (e.g. -5 = muito pobre ou +5 = excelente) entre vários outros tópicos passíveis de serem analisados.

#### 4.3.1.5 Design of Experiment (DOE)

Aborda-se em seguida o DOE enquanto ferramenta instrumental e criativa. Trata-se de uma ferramenta de otimização do planeamento, execução e análise de uma experiência fortemente apoiada em conceitos estatísticos, com vista a obter soluções para problemas de desenvolvimento de produtos (Ribeiro e Caten, 2000; p.5).

Também designada por “*statistically designed experiments*” (SDE) (Yang e El-Haik, 2009; p.413), pode referir-se que se propõe determinar a relação causa-efeito, num processo, entre os *outputs* obtidos e os factores experimentais utilizados como *inputs* nesse mesmo processo

(ilustração 4-13). De acordo com os referidos autores, os factores considerados experimentais são mudados deliberadamente, observando-se de seguida os efeitos destas mudanças nos respectivos resultados (*outputs*). Ou seja: os dados obtidos através da experimentação serão ajustados sob a forma de modelos empíricos, que irão relacionar os resultados obtidos com os factores experimentados.

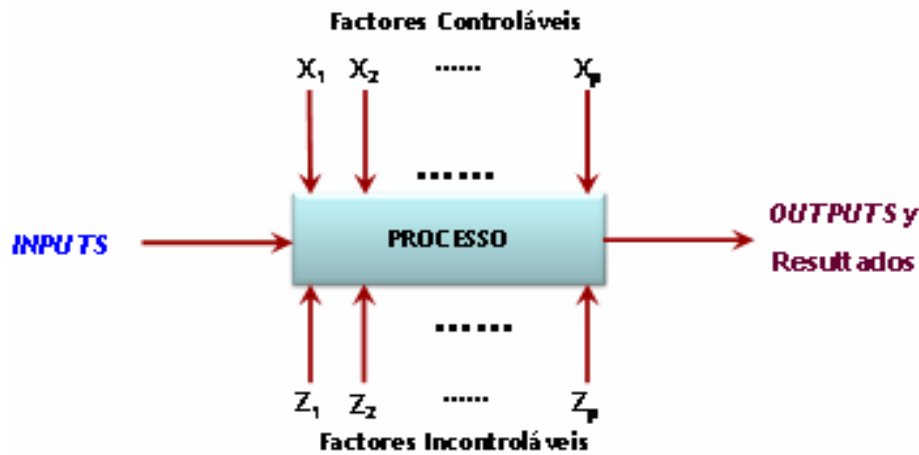


Ilustração 4-13 - O Modelo de um processo DOE.  
 Fonte: Adaptação de (Yang e El-Haik, 2009; p.414)

Matematicamente tentará encontrar-se a seguinte relação funcional:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \varepsilon \quad \text{(Equação 4-9)}$$

Em que  $\varepsilon$  corresponde ao erro da experiência ou variação experimental. A existência deste desvio só pode significar, ainda de acordo com (Yang e El-Haik, 2009; p.414), que não existe uma relação funcional exacta entre  $y$  e  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , porque existem factores incontroláveis que influenciam o resultado  $y$  e que não são passíveis de integrar na respectiva equação. Além disto, ainda são passíveis de ocorrer erros nas medições experimentais dos factores controláveis  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , que serão seguramente cumulativos com os anteriores. Uma abordagem DOE conhecida como “experimentação sequencial”, pode ser usada com eficácia no desenvolvimento de parâmetros críticos de dados e conhecimento (Creveling *et al.*, 2003).

Anda de acordo com os referidos autores, o DOE, é usado frequentemente pelo DFSS, como ferramenta instrumental criativa, com o fim de assegurar o controlo de quatro condições essenciais:

1. Rastreabilidade da experimentação (esta abordagem apenas costuma considerar os efeitos, independentemente das  $x$  variáveis);
2. Identificação dos principais efeitos e a interacção entre as experiências, que permitem definir esses efeitos  $x$  e suas interacções com as variáveis  $y$ ;
3. Consideração dos efeitos não lineares, a partir da colheita de dados e respectiva análise, que permitam identificar e quantificar a importância dos efeitos não lineares de certas variáveis  $x$ ;

4. Superficialidade das experiências efectuadas relativamente à pequena quantidade de efeitos  $x$ , e os pontos de optimização de colocação de um  $y$  ou múltiplos  $y_s$ , dentro de um objectivo específico.

Um projecto que utilize a ferramenta DOE deverá respeitar as seguintes sete fases conforme (Yang e El-Haik, 2009; p.414 e seguintes):

1. A definição do projecto, ou seja, o seu objectivo e o respectivo âmbito;
2. Definição dos resultados a atingir (*outputs*);
3. Escolha dos factores, níveis e respectivos alcances;
4. Selecção de um bom projecto experimental;
5. Desempenho da experimentação;
6. Análise dos dados obtidos pela ferramenta DOE (com eventual utilização da “*Analysis of Variance*” - ANOVA);
7. Conclusões e recomendações.

Roy (2001; p.21 e 22), referindo-se a sistemas de projecto que utilizem a ferramenta DOE, trata de investigação inovativa, o que significa que se pode aplicar com êxito ao DNP. Trata-se de uma conclusão relevante no contexto do presente trabalho. Aproveita-se a oportunidade para referenciar o livro deste autor específico sobre o DOE, no qual esta ferramenta se encontra ilustrada, com excelentes exemplos numéricos explicativos, através de uma abordagem inspirada nos métodos de *Taguchi*.

Resumindo: o DOE é uma técnica utilizada no planeamento de experiências, que pretende definir quais dados, em que quantidade e em que condições devem ser corrigidos, procurando satisfazer dois objectivos: a maior precisão estatística possível na resposta e o menor custo total. A sua aplicação no DNP é muito importante, já que, uma maior qualidade dos resultados dos testes pode levar a um projecto com maior desempenho, seja em termos de suas características funcionais, como também da sua robustez. Não será de estranhar associá-lo também à ferramenta metodológica designada por projecto robusto, a abordar mais adiante. Futuramente, caso o DOE assuma um papel de maior relevo no DNP, acompanhado de um maior reconhecimento científico, talvez evolua como metodologia/ferramenta metodológica.

#### **4.3.1.6 Design for Excellence (DFX)**

Abordar-se-á agora uma outra ferramenta criativa, referenciada nos trabalhos de investigação: o DFX que se apresenta bem conectada conforme mostram os grafos correspondentes aos gráficos 4-1 e 4-2. O DFX foi desenvolvido no final dos anos 70 do século XX, de acordo com Kuo *et al.* (2001).

Em primeiro lugar, o entendimento da sigla da designação da ferramenta de suporte ao projecto pode sugerir que o “X” como uma variável que pode significar “disponibilidade”, “fiabilidade”, “qualidade”, entre outros. Esta variável “X”, nestas condições, define o

enfoque da ferramenta que se decompõe em duas partes:  $X = x + \text{“bilidade”}$  (*bility*). Este sufixo “bilidade” corresponde às matrizes de desempenho e a parte “x” representará um ou mais processos que se desenvolvem ao longo da vida do produto, de acordo com Yang *et al.* (2007).

Em segundo lugar, o “X” também pode significar “excelência” (*design for methods to achieve excellence* ou simplesmente *design for excellence*), e costuma abordar-se como uma parte integrante da ES (Yang *et al.*, 2007), daí considerar-se como ferramenta instrumental e não metodológica. Conforme Yang e El-Haik (2009; p.366 e seguintes), algumas das variantes referentes ao primeiro entendimento de “X”, implementam diversos parâmetros de qualidade nas diversas fases do DNP e posterior controlo da qualidade do produto. No entanto, directamente no que concerne ao âmbito do DNP, o DFX (com “X” a definir fiabilidade) é útil quando minimiza a complexidade de projecto. Também é útil ao DNP, quando o projecto tem em conta a utilização de um mínimo de ferramentas manuais, para uso posterior durante a vida do produto. E.g., quando o “X” significa manufacturabilidade (*manufacturability*) e/ou serviçabilidade (*serviceability*), o respectivo DFX é mais adequado à melhoria da qualidade durante a fase da produção, e não o é, no entanto nas fases do âmbito do DNP.

De acordo com Creveling *et al.* (2003; p.384 e seguintes), o DFX da concepção multifacetada do “X” é útil ao DNP, em diversas fases do desenvolvimento de produtos. Os autores referem a utilização deste DFX na fase da concepção sistémica, na concepção de subsistemas, e nos métodos da concepção da formação de pré-montagem dos módulos e depois na concepção dos componentes, ou seja, uma ferramenta suporte dos processos criativos. Da análise do trabalho de Yang *et al.* (2007), transparece uma panóplia de aplicações do DFX, relativas ao ciclo de vida do produto, e que estão para além do âmbito do DNP. Xie *et al.* (2004), também partilhavam desta opinião, apesar de reconhecerem ao DFX uma interessante aplicação ao DNP.

De acordo com estes autores, na década de 90 do século XX, foram desenvolvidos diversos sistemas baseados na *internet* que originaram o que os autores designaram de produtos de desenvolvimento rápido (*Rapid Product Development - RPD*). Entre estes sistemas foram reconhecidas algumas ferramentas muito eficientes, das quais destacaram o DFX na implementação da engenharia concorrente utilizada no RPD.

Pode finalmente concluir-se que, apesar de por vezes se associar o DOE ao DFX, talvez por uma questão de similitude de acrónimos sob a forma DOE/DFX, são efectivamente ferramentas de âmbito diferente sem evidências efectivas de sistemática aplicação conjunta.

### **4.3.2 Envolvimento dos Fornecedores (SDI)**

Em diversos trabalhos nomeadamente em Walter (2003), Jayaram (2008) e Tripathy e Eppinger (2011), constata-se da grande importância do envolvimento dos fornecedores para o êxito do DNP em muitas das suas fases, se não mesmo na sua totalidade. De acordo com Yang

*et al.* (2006), este envolvimento processual pode ser classificado como ferramenta do DNP. Assim sendo, considera-se o SDI (*Supplier Design Involvement*) ou RCF (Relação Colaborativa dos Fornecedores) como uma metodologia estruturante, ou seja metodológica do DNP, dado consistir num caminho estratégico seguido por muitas empresas focais no desenvolvimento dos seus produtos. Esta metodologia é, muitas vezes, suportada por ferramentas instrumentais: tanto complementares como alternativas.

As empresas e os académicos colocam forte ênfase na importância do envolvimento dos fornecedores na implementação do DNP (Jayaram, 2008). No entanto, a respectiva selecção será um aspecto instrumental crítico na prossecução da metodologia SDI. Este facto é relevado por Zolghadri *et al.* (2011), especialmente quando detectaram falhanços no envolvimento de fornecedores nalguns projectos de DNP, devido a disfunções durante a sua colaboração por alguns motivos imprevistos. Nas ligações em redes colaborativas, de acordo com Camarinha-Matos *et al.* (2004), Acur *et al.* (2012), Chuah e Wong (2012) e Barczak e Kahn (2012), decorrem por vezes do SDI: desconfianças; incompreensões; problemas judiciais; incumprimentos contratuais ou, muito correntemente, uso ou abuso de poder da parte de parceiros mais fortes e detentores de estratégias agressivas (Zolghadri *et al.*, 2011).

Potter e Lawson (2013) colocam mesmo a curiosa questão quanto ao envolvimento dos fornecedores no DNP: os fornecedores serão uma ajuda ou motivo de atrapalhação? (*help or hindrance?*) Como resposta, afirmam que a ajuda será tanto maior e menos ambígua, quando as relações entre as firmas focais de DNP e os seus fornecedores são de longo prazo.

Também não se pode descartar a efectiva realidade de muitos destes parceiros serem classificados como pequenas ou médias empresas (PMEs), advindo daí algumas das realidades apontadas, no que respeita ao relacionamento transparente (relativamente à informação) entre si próprias, no interior da rede e com as mais poderosas empresas focais. Senk *et al.* (2010) tratam com algum pormenor a integração destas PMEs em projectos de DNP, chegando mesmo a propor uma metodologia para que a sua integração em projectos de DNP seja vantajosa para todas as partes.

Ainda nesta temática do SDI, Zolghadri *et al.* (2011) apostam em modelos credíveis de selecção de parceiros e fornecedores, participantes na concepção e desenvolvimento de novos produtos, de modo a garantir o seu efectivo e eficaz envolvimento no projecto.

Muitos autores demonstraram empiricamente que, num projecto de DNP os fornecedores participantes induzem diversos benefícios nomeadamente ao nível da redução de *lead-times*, redução de diversos custos, custos do projecto, incluindo os do produto e melhoria da qualidade de projecto e do produto (Wynstra *et al.*, 2012). Ou seja, o SDI tem um efeito decisivo no desempenho no projecto de DNP. Tal afirmação é corroborada por Jayaram (2008), após ter tratado e testado uma larga amostragem de empresas norte-americanas produtoras de “alta tecnologia”, chegando às mesmas conclusões. Nesse estudo, detectou

ainda que são três os factores distintos que compõem o evidente envolvimento dos fornecedores: partilha da informação e comunicação; envolvimento no próprio projecto; conformidade da qualidade e desenvolvimento das respectivas infra-estruturas. Ou seja, o envolvimento dos fornecedores no DNP, compreende uma natureza claramente multidimensional.

Do seu trabalho, este mesmo autor, Jayaram (2008) retirou outras importantes conclusões e nomeadamente que:

- Os factores SDI no projecto DNP, revelaram como muito positivos os desempenhos: custo do produto; conformidade da qualidade; qualidade do projecto e também rapidez na chegada e colocação do produto no mercado. Algumas destas conclusões foram posteriormente detectadas e corroboradas por Wynstra *et al.* (2012);
- O impacto da integração dos fornecedores no projecto de DNP não depende tanto do tamanho e dimensão do mercado, mas muito mais da sua estabilidade;
- No que concerne às medidas do desempenho, custo do produto e qualidade do projecto, a dimensão do efeito da integração dos fornecedores teve maior impacto nos mercados estáveis que nos mercados instáveis;
- No desempenho referente ao tempo de colocação do produto no mercado ou *time-to-market*, (Lindgren e O'Connor, 2011), a importância da integração dos fornecedores foi muito mais forte nos mercados instáveis que nos mercados estáveis;
- A integração dos fornecedores no factor conformidade da qualidade influenciou positivamente e sem diferenças marcantes, tanto os mercados estáveis como os instáveis.

A integração dos fornecedores constitui, portanto, uma vantagem crítica das empresas focais no âmbito da concepção e desenvolvimento de novos produtos, com influência reconhecida nos diversos parâmetros já atrás referidos e reiterados por uma forte lista de investigadores dos quais se salientam apenas a título de exemplo, Peterson *et al.* (2003) e Lee e Wang (2012).

Torna-se necessário acrescentar o envolvimento dos fornecedores ao relacionamento entre os processos de DNP, desde os *inputs* iniciais, durante as restantes fases até a jusante do próprio DNP, ou seja à fase normal da produção em massa.

Mas como se integram os fornecedores das empresas focais nos respectivos projectos de DNP? Lee e Wang (2012) descrevem da seguinte forma, o que resumem em quatro modos de integração (os modos 3 e 4 podem ser representados pela ilustração 4-14):

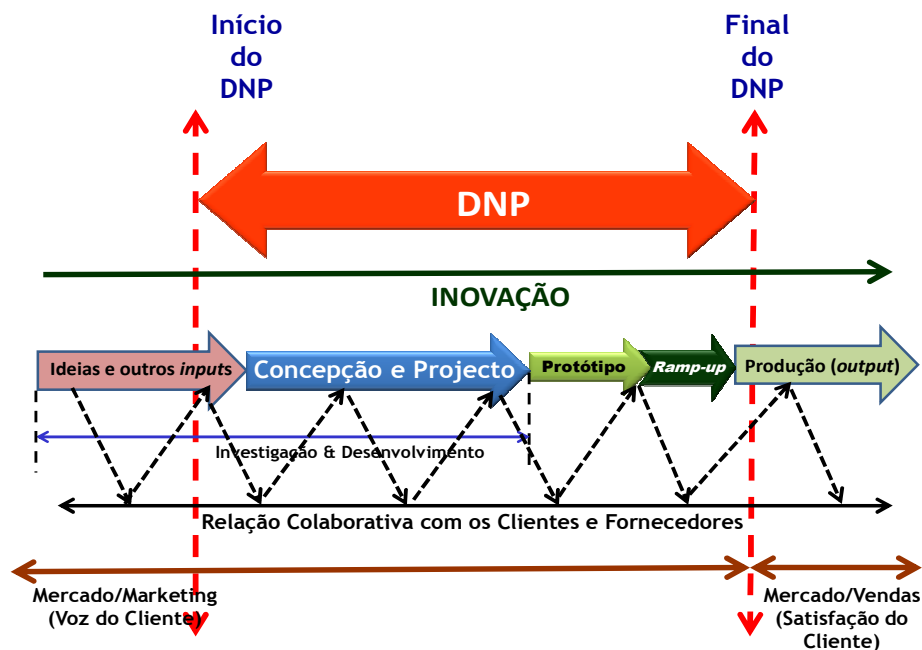


Ilustração 4-14 - O envolvimento dos fornecedores no processo DNP.

1. O “*modo sequencial*”, em que o tipo de envolvimento do fornecedor é caracterizado por uma natureza discreta típica, e também por um baixo grau de comunicação relacionado com o projecto. Numa característica do modo sequencial, para atender a uma data de lançamento, o fabricante coloca mais recursos na fase de projecto final, mas nem nas fases iniciais do projecto os fornecedores necessitam de realizar esforços extra.
2. A “*integração passiva do fornecedor*” também evidencia um baixo grau de comunicação. O fornecedor participa conjuntamente em responsabilidades de projecto, mas tem menos influência sobre as especificações e na fase pós-conceitos. Em qualquer dos casos, as comunicações não são muito intensas. Apenas alguma informação sobre a tecnologia é partilhada entre fabricantes focais e os seus fornecedores. Nestas fases iniciais do projecto, os fabricantes não investem muito, pelo que em complemento, fortalecem o seu relacionamento com os fornecedores.
3. O “*envolvimento activo dos fornecedores*”, em que o envolvimento dos fornecedores se caracteriza por um pronunciado envolvimento comunicacional com os fabricantes focais. Todos estes participantes se empenham fortemente na prossecução do projecto, o que constitui uma característica marcante. Os fornecedores assumem altos níveis de responsabilidade no projecto, e exercem alguma influência sobre as especificações e conceitos subjacentes. A partir do momento em que o processo passa à fase da integração real, fabricantes e fornecedores, integram-se através de uma comunicação bidireccional, na parte tecnológica de projecto, embora não se forme entre eles qualquer aliança estratégica.

4. O “*envolvimento estratégico*”, em que os fornecedores assumem um alto nível de responsabilidades no projecto, colaborando com os fabricantes nas fases de especificações e pré-conceito. Aqui, o fabricante e os fornecedores trabalham juntos desde o início do processo de DNP de uma forma aberta e oportuna, rica em comunicação relevante. Assim, o fabricante investe recursos consideráveis durante a fase inicial do projecto, e para reforçar a sua relação com o fabricante, também os fornecedores dedicam recursos significativos para o projecto. A comunicação acelera os processos de DNP, e minimiza lacunas entre o projecto e o produto final, e os requisitos do cliente. Este tipo de relacionamento envolve o mais alto grau de relacionamento e comunicação a todos os níveis. Embora os autores o não refiram, será de prever a existência de alianças estratégicas entre fabricantes focais e os seus fornecedores.

A utilização sistemática do SDI nos processos de DNP, através da formação de movimentos colaborativos, promove a emergência da complexidade pela formação de sistemas adaptativos complexos (um tipo de sistema dinâmico abordado por Lee e Wang, 2012), e dos fenómenos colaterais de risco e incerteza. Evidências relevantes deste aspecto são: a interdependência; a retroalimentação da informação; a interacção mútua e casualidade; e as características típicas dos Sistemas Adaptativos Complexos (SAC) ou “*adaptive complex systems*”(ACS), tal como aqueles autores também referem.

Além disso, como ingredientes essenciais para o sucesso da relação de colaboração entre empresas focais e fornecedores do DNP, é apontado o elevado nível da confiança mútua e de compromisso, conforme confirmam os trabalhos de Walter (2003). SDI enquanto fonte de risco e incerteza, mas também de vantagem competitiva quando assente em relações de confiança mútua a mais longo termo.

Face à natureza estratégica do SDI, como são os casos do envolvimento activo e do envolvimento estratégico, deve considerar-se uma ferramenta metodológica de trabalho. No entanto, poderá funcionar apenas como uma ferramenta instrumental, nos casos do modo sequencial e da integração passiva do fornecedor, conforme evidencia o trabalho de Lee e Wang (2012).

### **4.3.3 Função Qualidade no Projecto de DNP**

A Gestão pela Qualidade Total (GQT) ou Gestão Total da Qualidade (GTQ) ou ainda TQM, tem sido considerado como uma estratégia em que toda a organização está focalizada na melhoria contínua (Mendonça e Dias, 2007). Essa atitude empresarial tem obrigatoriamente de ter em conta, em todos os momentos, a vontade e necessidades dos clientes, de acordo com Campbell *et al.* (2007), cujo trabalho analisa duas importantes ferramentas metodológicas: o Desdobramento da Função Qualidade (DFQ) e também o DFSS, além das respectivas ferramentas instrumentais.

#### 4.3.3.1 Desdobramento da Função Qualidade (DFQ)

Num contexto de abordagem de metodologias e ferramentas, baseadas na função qualidade integra-se, sem dúvida, a estratégia ou metodologia de desdobramento ou desenvolvimento da Função da Qualidade (Li<sup>c</sup> *et al.*, 2012) QFD (Quality Function Deployment)<sup>40</sup> é retratada fundamentalmente pelas suas ferramentas específicas ou outras associadas ao projecto, à produção e à inovação (Ghinato, 1998). Em abono desta asserção pode invocar-se Sun e Zhao (2010) que correlacionam, de uma forma sólida, uma maior rapidez no DNP com uma gestão mais exigente dos processos de qualidade e das respectivas ferramentas. Como ferramentas instrumentais do QFD, são abordadas no presente trabalho de investigação: a HOQ; o modelo de *Kano*; os BSC/KPis (*Balanced Scorecard/Key-Performance Indicators*); a FMEA e a DFMEA; o diagrama causa-efeito (ou em espinha-de-peixe - *fishbone*, ainda conhecido por diagrama de *Ishikawa*) e a lei de *Pareto* (ou análise ABC).

De acordo com Li<sup>d</sup> *et al.* (2012), o QFD é uma metodologia de planeamento e solução de problemas desenvolvida em 1972 pela *Mitsubishi* (Partovi e Corredoira, 2002) e utilizada para traduzir e transformar as exigências e expectativas dos clientes em características de engenharia do DNP, tendo em conta a concorrência. Estimar as medidas de correlação entre as características de engenharia, constitui um passo crucial para o planeamento do DNP através do processo de construção da HOQ. Isto porque, conforme referem os citados autores, essas medidas quando mal estimadas, podem afectar seriamente os esforços de planeamento e desenvolvimento do produto.

Como antes se concluiu relativamente ao projecto DNP, também para a QFD, os autores aconselham a formação de equipas multidisciplinares conhecedoras das necessidades do cliente e das tecnologias e processos da engenharia, havendo ainda a necessidade da incorporação de um ou mais moderadores internos ou externos. Acerca do papel das equipas, Li<sup>d</sup> *et al.* (2012) descrevem com detalhe as respectivas tarefas de intervenção ao longo do processo, ou seja, têm sido usadas abundantemente não só antes da fase de concepção/projecto como durante o próprio DNP (Lee e Lin, 2011). Para tanto utilizam-se múltiplas ferramentas de índole matemática, das quais têm relevância para o DNP, nomeadamente as seguintes: as matrizes *Fuzzy Delphi* (a abordar no ponto 4.3.3.2); a FMEA (Chen e Ko, 2010 e Chen *et al.*, 2013); os processos de redes analíticas para seleccionar factores críticos; os BSC e a matriz HOQ (Lee e Lin, 2011). Ainda de acordo com Lee e Lin (2011), num sistema QFD completo existem quatro fases de planeamento típicas: do produto; por partes; do processo e da produção. Cada fase implica o recurso à matriz HOQ, tal como referem Ramasamy e Selladurai (2004). Estas ferramentas de índole matemática vão ser designadas por ferramentas instrumentais, sendo abordadas no contexto mais alargado do QFD, enquanto ferramenta metodológica.

---

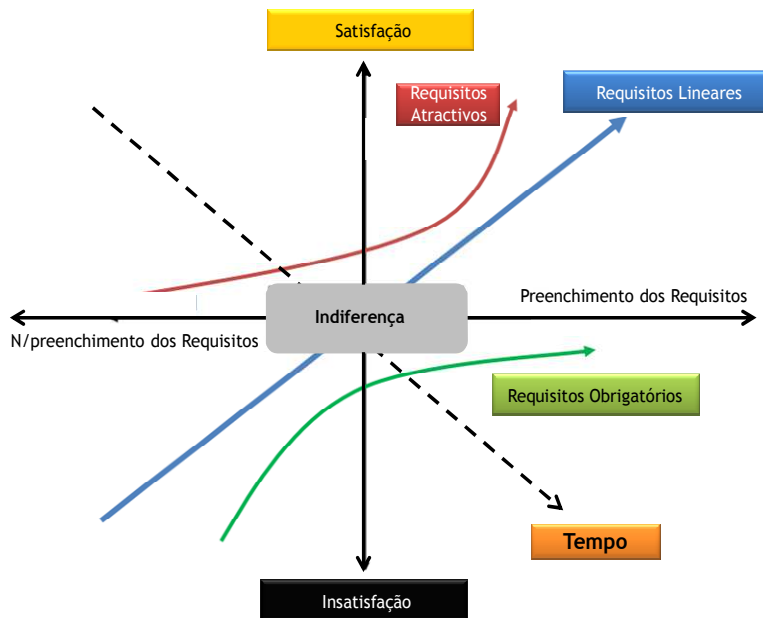
<sup>40</sup> Que na terminologia portuguesa se poderia reproduzir como sendo “Desdobramento da Função Qualidade” ou DFQ.

### 4.3.3.2 Ferramentas instrumentais do QFD

Destas ferramentas aborda-se, em primeiro lugar, o modelo de *Kano*. Lin *et al.* (2008), na resolução de problemas inovativos associados a tecnologias RFID (*Radio Frequency Identification*), não dispensam uma fase prévia, às atrás referidas quatro fases de planeamento típicas, e que tem que ver com a detecção das necessidades dinâmicas do cliente, utilizando para tal o modelo de *Kano*. Este modelo inovador foi desenvolvido por Kano, no sentido de categorizar atributos de produtos ou serviços, baseados na ideia de que é fundamental satisfazer as necessidades dos clientes, ajudando, por isso, a identificar “a voz do cliente” (Kano *et al.*, 1984). Deste modo, pode portanto assumir-se que o QFD utiliza o modelo de *Kano*, enquanto ferramenta dinâmica de estruturação das matrizes associadas à HOQ.

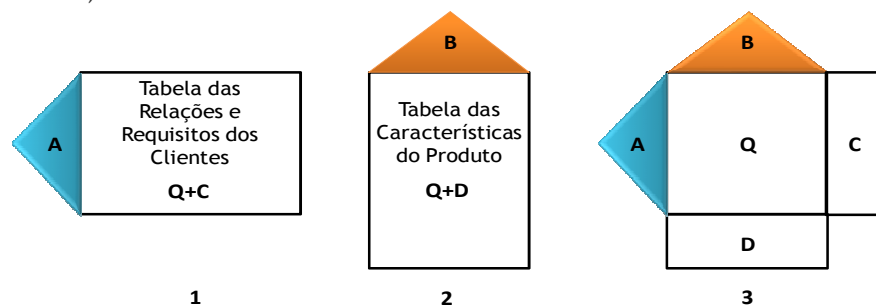
No que concerne ao modelo de *Kano*, a literatura em geral e os textos do próprio autor (Kano *et al.*, 1984), permitem sumarizar um conjunto de características fundamentais na relação produto/serviço e cliente. Assim, são definidos três tipos de requisitos que influenciam a satisfação do cliente:

1. Os “requisitos obrigatórios”, sem os quais o cliente ficará extremamente insatisfeito. Por outro lado, do ponto de vista do cliente, tais requisitos já estão integrados no produto/serviço oferecido, podendo tal considerar-se, um pré-requisito. Isto significa que, apenas o facto de serem acrescentados, não tornarão o cliente totalmente satisfeito;
2. Os designados “requisitos lineares”, em que a satisfação do cliente é proporcional ao nível de preenchimento desses requisitos, ou seja, quanto maior o nível de preenchimento, maior será a satisfação do cliente e vice-versa;
3. Os “requisitos atractivos ou atraentes” são os requisitos do produto/serviço, que têm maior influência na satisfação do cliente, e que raramente são explicitamente expressos ou esperados pelos clientes, representando o que se poderá designar de “agradável surpresa”. O preenchimento desses requisitos proporciona maior um nível de satisfação, porém não representa insatisfação caso não estejam presentes. São estes requisitos que representam o diferencial de cativação do cliente. Na ilustração 4-15 apresentam-se as diversas condicionantes, mas também a condicionante tempo, na medida em que os atrasos e a não satisfação do cliente em prazos tão curtos quanto possível, conduzirão à sua insatisfação e eventual infidelização (condição atestada por inúmeros autores anteriormente citados). De acordo com Lin *et al.* (2008), as situações representadas no 1º quadrante (superior direito) são propícias à adição de valor, enquanto que as representadas no 3º quadrante (inferior esquerdo) remetem para o baixo valor acrescentado, quando não ao desperdício de valor.



**Ilustração 4-15 - Representação gráfica do modelo de Kano.**  
 Fonte: Adaptação de Lin *et al.* (2008)

Nesta fase do trabalho, torna-se importante integrar o modelo de *Kano* numa ferramenta mais abrangente e já referida, a HOQ (Chen *et al.*, 2013), a qual também se poderia designar por matriz da qualidade. A HOQ é definida por Akao e Mazur (2003), como uma matriz que tem a finalidade de executar um projecto com qualidade, sistematizando as qualidades exigidas pelos clientes, por meio de expressões do tipo linguístico, convertendo-as em características de engenharia, ou seja da qualidade, e pondo em evidência a correlação entre essas características substitutas (características da qualidade) e aquelas características verdadeiras ou reais provenientes do cliente (os 3 requisitos do cliente mencionados anteriormente). Na literatura, a descrição detalhada da HOQ é correntemente utilizada como base para a descrição do QFD (Lin *et al.*, 2008 e Lee e Lin, 2011), porque todas as matrizes dessa ferramenta metodológica apresentam grande semelhança. De acordo com Akao e Mazur (2003), a HOQ é um sistema que se obtém pelo cruzamento da tabela dos requisitos do cliente “1” com a tabela das características de qualidade “2”. O resultado deste cruzamento “3”, configura uma HOQ. O triângulo “A” e a aba direita “C” compõem a tabela dos requisitos dos clientes. O triângulo “B” e a aba inferior “D”, compõem a tabela das características de qualidade. O quadrado “Q”, intersecção das duas tabelas, denomina-se “matriz de relações” (ilustração 4-16).



**Ilustração 4-16 - Cruzamento das Tabelas dos requisitos dos clientes e características de qualidade dos produtos.**

A entrada no sistema é a denominada “voz do cliente”, na forma de expressões linguísticas descritivas. O processo corresponde ao conjunto das três actividades seguintes:

1. Sistematização das qualidades verdadeiras exigidas pelos clientes;
2. Transformação das qualidades exigidas pelos clientes em características da qualidade (características técnicas ou características substitutas);
3. Identificação das relações entre as qualidades verdadeiras ou reais e as características da qualidade.

A saída do sistema consiste nas especificações do produto, ou seja, no conjunto de características técnicas do produto, de acordo com as respectivas qualidades projectadas (valores de especificações). Assim sendo, pode entender-se que a tabela dos requisitos dos clientes (horizontal) é a entrada da casa da qualidade, e a tabela das características de qualidade (vertical) é, então, a saída do sistema.

Existem várias formas ou formatos de HOQ, sendo até comum dividir ou denominar cada parte, tabela ou matriz, como sendo um aposento da casa (quartos, telhado ou sótão), havendo algumas que chegam mesmo a configurar uma chaminé, tal com apresentam Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000; p.537), sendo que, todas estas subpartes têm aplicações específicas face ao problema concreto que se tenha que tratar. O modelo de *Kano* apresenta extrema utilidade na transformação das necessidades dos clientes e nas características de engenharia, aquando da construção da HOQ (ilustração 4-17).

Para a determinação dos pesos, a utilização de painéis de especialistas (painéis *Delphi*) será a ferramenta mais adequada, e para a construção das matrizes, em muitos casos, as matrizes *Fuzzy* e *Fuzzy Delphi* (Lee e Lin, 2011) são ferramentas correntes (Chen e Ko, 2010 e Chen *et al.*, 2013).

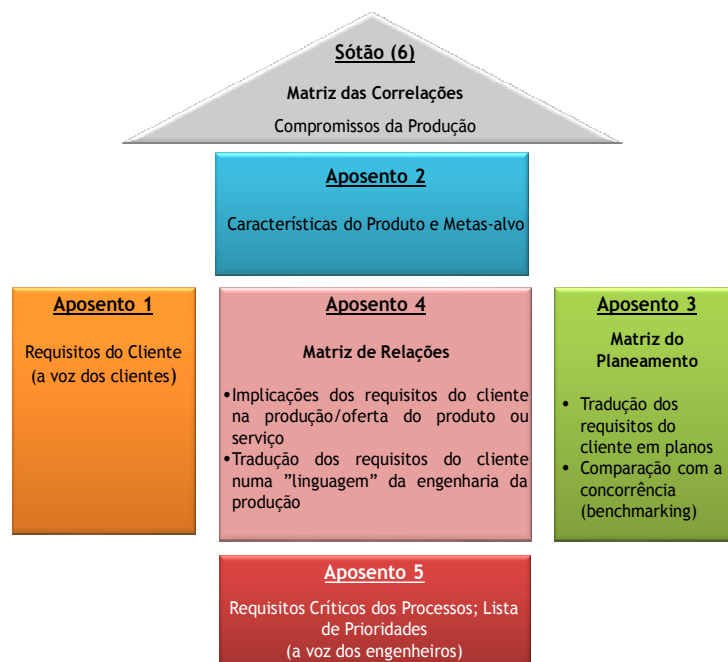


Ilustração 4-17 - Casa da qualidade (HOQ) tipificada.

De acordo com Lee e Lin (2011), estas ferramentas integrantes do modelo *Fuzzy Delphi*, visam seleccionar na HOQ, de entre todos os factores envolvidos, apenas os críticos (os mais importantes), a fim de limitar os recursos afectos ao DNP. Apesar das formas diferentes da HOQ, consoante as necessidades do problema a resolver, apresenta-se na ilustração 4-18 uma das formas possíveis, de acordo com Lin *et al.* (2011).

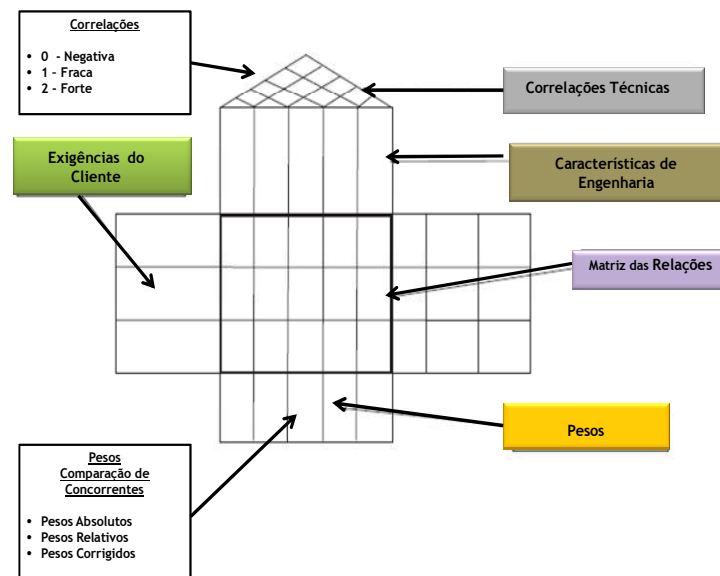


Ilustração 4-18 - Casa da Qualidade (HOQ).

Fonte: Adaptação de Lin *et al.* (2011)

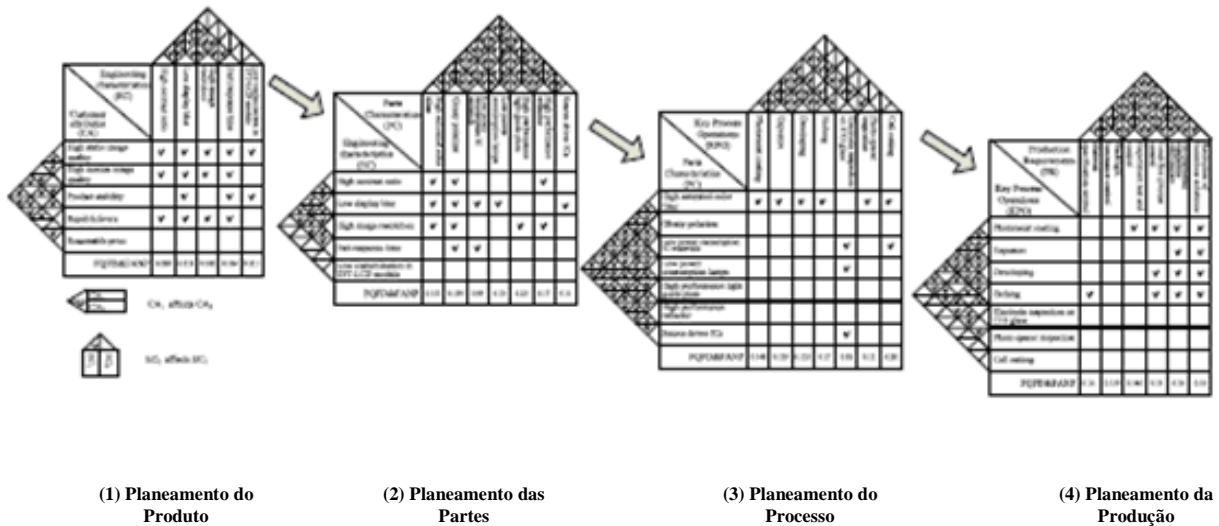
Os já referidos autores Lee e Lin (2011) apresentam um artigo, cuja investigação se pode considerar de grande interesse, e cuja ferramenta metodológica QFD contém um vasto conjunto de ferramentas, já antes mencionadas. Adoptaram o modelo *Fuzzy Delphi*, de modo a seleccionarem os factores críticos, tal como atrás se referiu e, depois, a modelação interpretativa *Fuzzy* estrutural, na determinação da relação entre esses mesmos factores críticos.

Os resultados obtidos foram utilizados na construção de quatro HOQ, as quais incorporaram outra ferramenta: o processo analítico de redes *Fuzzy*. Obtiveram também a colaboração de diversos especialistas, a quem propuseram algumas rondas de questionários até conseguirem a homogeneidade das opiniões tal como na metodologia empírica da presente investigação a abordar no Subcapítulo 6.1.1.

Ainda de acordo com Lee e Lin (2011) e como também já foi referenciado, num sistema QFD completo existem as já referidas quatro fases de planeamento típicas de um sistema QFD completo, em que cada fase implicará a referida matriz HOQ. No caso concreto que os autores estudaram, reportaram a uma amostragem significativa de produtores sediados em *Taiwan*. Os resultados que obtiveram mostraram que, para a informação e rápida consecução do projecto de DNP, são muito relevantes os seguintes atributos: requisitos dos clientes;

características e requisitos de engenharia e do planeamento das partes; requisitos dos processos-chave de projecto; e requisitos da produção.

Na ilustração 4-19, apresenta-se apenas a título exemplificativo, o modelo das quatro HOQ referente às já referidas quatro fases de planeamento de um sistema QFD completo.



**Ilustração 4-19 - HOQ - As quatro fases típicas de um sistema QFD completo.**

Fonte: Adaptação de Lee e Lin (2011)

São muito evidentes as quatro fases típicas de planeamento referidas: do produto; por partes; do processo e da produção, bem como a transposição entre as quatro matrizes HOQ. Tendo em conta os inicialmente referidos objectivos deste Capítulo, são mencionadas apenas sucintamente, quer os BSC (ou em Português, Cartas de Registo Balanceadas - CRB, e que pode também ser traduzida como “Indicadores Balanceados de Desempenho”) quer a FMEA, aquando da relação obtida entre ferramentas e metodologias conseguidas da inventariação na literatura existente (*web of science*). Relativamente à ferramenta BSC, enquadrada na ferramenta metodológica QFD, juntamente com a HOQ, o DEA já analisado no Supacítulo 2.4, deste trabalho, os trabalhos de Eliat *et al.* (2008), Li<sup>a</sup> *et al.* (2011), Li<sup>b</sup> *et al.* (2011), Lee e Lin (2011) e Li<sup>c</sup> *et al.* (2012) apresentam uma abordagem bastante aprofundada destas temáticas. A sigla BSC, é considerada como sendo uma ferramenta de medição e gestão de desempenho, desenvolvida pelos professores da *Harvard Business School*, Robert Kaplan e David Norton, em 1992. De acordo com esses mesmo a autores (Kaplan e Norton, 1996), os BSC reflectem o equilíbrio entre objectivos de curto e longo prazo, entre medidas financeiras e não-financeiras, indicadores de tendências e ocorrências, e ainda, entre as perspectivas interna e externa de desempenho.

Este conjunto abrangente de medidas, constitui a base do sistema de medição e gestão estratégica, por meio do qual o desempenho da organização é medido equilibradamente, sob as quatro perspectivas de planeamento referidas. Inicialmente Kaplan e Norton propuseram

os BSC como métodos ou ferramentas destinados, não só a revelar problemas dentro das organizações, mas também apontando aspectos de melhoria para esses mesmos problemas (Li<sup>a</sup> *et al.*, 2011 e Li<sup>b</sup> *et al.*, 2011). Estes autores citam Kaplan e Norton (1996) para referir ainda que os BSC (abordado de forma profunda no trabalho de Gupta, 2004) foram também desenvolvidos no sentido de alinhar pequenas com grandes organizações, de uma forma integral, através de implementação de estratégias, num processo conduzido de forma *topdown*. Também se reconhece que os BSC (Eliat, 2008) surgem num contexto em que os sistemas contabilísticos tradicionais são limitados, no que concerne ao fornecimento e à gestão de informação estratégica (Silva, 2005).

De acordo com este autor, o modelo genérico BSC apresenta quatro perspectivas: financeira; cliente; interna e aprendizagem/crescimento (ilustração 4-20). Neste tipo de organização, costumam desenvolver-se painéis de indicadores específicos aos diversos níveis da gestão (painéis de KPIs).

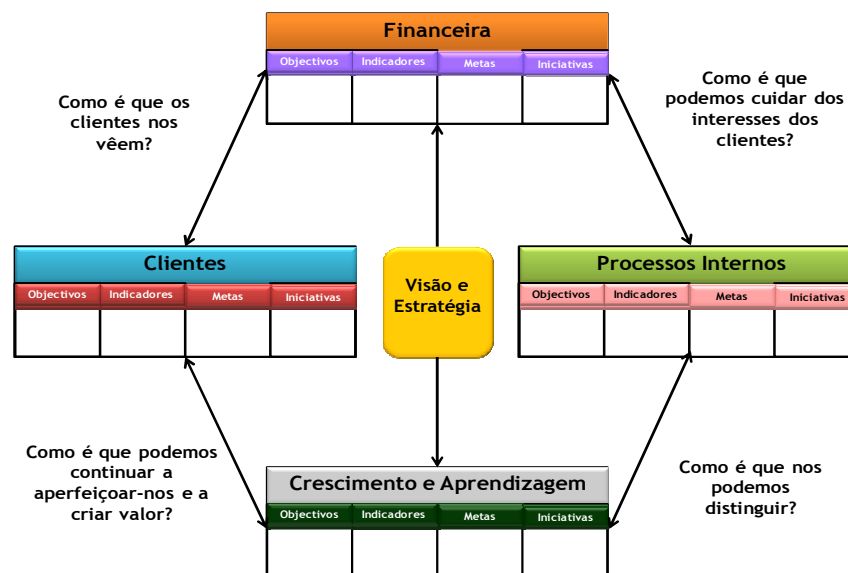


Ilustração 4-20 - O Modelo BSC.  
Fonte: Adaptação de Silva (2005)

Assim, para cada objectivo, definem-se os conhecidos factores críticos de sucesso, os indicadores (KPIs), as metas e iniciativas estratégicas, de acordo com um processo em cascata, pelo estabelecimento de relações causa-efeito. Conforme se pode constatar, o BSC é um modelo de gestão interna das organizações, que destaca o relevo e a importância que, em termos estratégicos, têm de ser dados, às necessidades e a criação de valor para os clientes.

Seguidamente vai ser abordada a temática no que concerne à outra ferramenta instrumental muitas vezes associada ao QFD: a FMEA (Thia *et al.*, 2005). O que se entende por FMEA? Pode utilizar-se a definição de autores muito recentes Liu *et al.* (2013), que a classificam como uma ferramenta qualitativa de avaliação de risco, que minimiza potenciais falhas em sistemas, processos, projectos, produtos e serviços, tendo sido utilizada numa ampla gama de

indústrias. Inicialmente a FMEA foi desenvolvida como uma ferramenta destinada à indústria aeroespacial, na década de 60 do século XX (Bowles e Pelaez, 1995), tendo provado desde essa época, a sua capacidade de avaliar potenciais falhas e além disso, de impedir a sua ocorrência (Sankar e Prabhu, 2001).

Na verdade existem outras ferramentas complementares, ou alternativas, mais ou menos robustas para a determinação do risco, tais como e.g., a “matriz de risco”, mais associada aos casos que envolvem riscos de segurança de pessoas (*safety*), de acordo com Silva (2005). De qualquer forma, as ferramentas que conduzam à inexistência ou à minimização das falhas, ou da probabilidade da sua ocorrência são, simultaneamente ferramentas da qualidade que são aplicáveis durante os processos de DNP, mas também em casos de melhoria contínua, ou seja, integráveis na prática que se desenrola já no domínio dos processos da produção em massa. Nas fases de projecto do DNP, a ferramenta assume a designação DFMEA, que é a que mais se ajusta ao presente trabalho.

Para analisar um produto ou sistema específico Liu *et al.* (2013) aconselham a formação de equipas multidimensionais para a implementação da DFMEA, tal como ocorre noutras ferramentas que têm sido estudadas. O primeiro passo no seu desenvolvimento consiste na identificação de modos potenciais de falhas do produto ou sistema, através de sessões sistemáticas de *brainstorming*. Formar-se inicialmente um grupo de trabalho multidimensional, tal como se referiu, que irá definir as funções ou características daquele sistema, relacionando ainda todos os tipos de falhas que possam ocorrer, descrevendo para cada tipo de falha possíveis causas e efeitos. Além disso, o grupo deverá relacionar as medidas de detecção e prevenção de falhas que estão a ser tomadas, ou que já o foram, atribuindo a cada causa índices de avaliação de risco, discutindo depois por intermédio deles, as medidas de melhoria que forem consideradas mais adequadas. Depois disso, a análise crítica das falhas é desenvolvida, tendo em conta os factores de risco: ocorrência (O) ou seja a probabilidade de falha, severidade da falha (S) e detecção (D) que significa a probabilidade de detecção da mesma falha. Em consequência, o objectivo da DFMEA consiste em priorizar os modos de falha do sistema de produção, de modo a assinalar os recursos cujos itens correm os riscos mais graves (Su e Chou, 2008). Genericamente, ainda de acordo com Liu *et al.* (2013) e Su e Chou (2008), a priorização dos modos de falha é determinada pelo “*Risk Priority Number*” (RPN)/Número de Prioridade do Risco (NPR), o qual se obtém através da multiplicação dos factores de risco da falha O, S e D, para cada um dos itens considerados.

$$\text{RPN} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D} \quad (\text{Equação 4-10})$$

A DFMEA pode ser dividida em duas fases (Su e Chou, 2008): a primeira corresponde à decisão dos valores de S, O e D; e na segunda, o responsável pela gestão do projecto, processo ou produto, deverá fazer as recomendações que conduzam às adequadas acções, após as quais se deverá proceder ao recálculo do valor do RPN, até serem atingidos os valores mais

interessantes possíveis. A ilustração 4-21 mostra o processo recomendado por Su e Chou (2008).

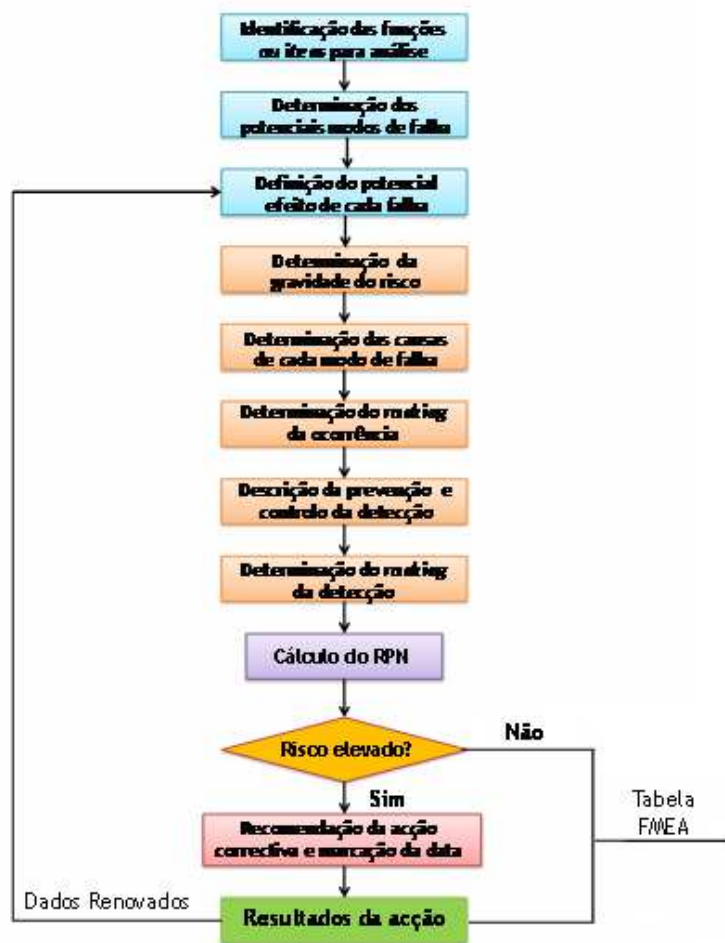


Ilustração 4-21 - O Processo DFMEA.  
Fonte: Adaptação de Su e Chou (2008)

A DFMEA é uma ferramenta muito utilizada na minimização de falhas e maximização da qualidade do projecto, processo ou produto e no DNP, se for caso disso. Surge sistematicamente associada a muitas outras ferramentas do domínio da produção, ou outras fases mais avançadas da vida do produto: SS (*Six Sigma/Seis Sigma*) (Su e Chou, 2008 ou Shahin, 2008); o ciclo da vida do produto (Liu *et al.*, 2013); o “*Critical Function Responses*” (CFR) (Shahin, 2008). Mas também pode surgir relativamente ao DNP, para além do QFD, com a metodologia TRIZ (Bradd, 2008). De acordo com aqueles autores a DFMEA não é mais do que a ferramenta FMEA, especificamente dedicada ao projecto e, no caso vertente ao projecto DNP. Existem variantes da ferramenta FMEA como é o caso da *Failure Modes and Effects Criticality Analysis* (FMECA), considerada como extensão da primeira e analisada por alguns autores dos quais se podem mencionar Ahmad *et al.* (2012), Zammori e Gabrielli (2011) ou Chang e Wenb (2010).

Uma outra ferramenta que é útil em certas fases do DNP, nomeadamente aquelas em que as equipas multifuncionais se reúnem para discutir entre si os problemas que têm de ser ultrapassados, de uma forma organizada e consistente, normalmente em conjunto com o *brainstorming*, é o diagrama causa-efeito. Esta ferramenta também designada por espinha de peixe (*fishbone*), dado que a sua envoltura pode sugerir uma forma de espinha de peixe, ou diagrama de *Ishikawa*, é efectivamente uma ferramenta instrumental, em forma de gráfico, que permite identificar e organizar, de forma estruturada, as causas dos problemas que surgem ao longo dos respectivos processos (ilustração 4-22). Karau Ishikawa foi o seu autor, nos anos 60 do século XX e, considerado como uma das personalidades japonesas mais conhecidas do movimento pela qualidade total.

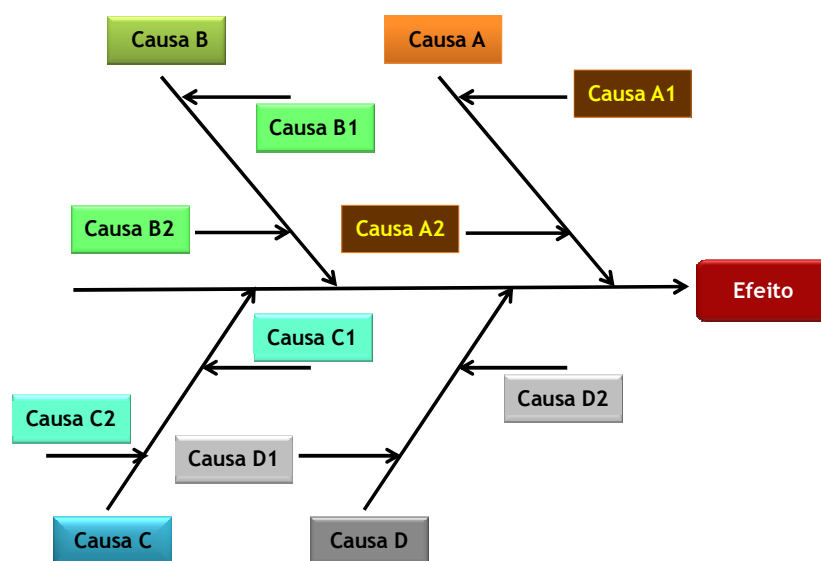


Ilustração 4-22 - Modelo simplificado do diagrama causa-efeito.

O primeiro momento da realização do diagrama corresponde à existência de um problema, entretanto detectado, e que precisa de ser resolvido. Para tanto, ele deve ser bem concreto e definido, de modo a que o grupo de peritos que desenvolve ou projecta o produto realize, num segundo momento, um *brainstorming* eficaz.

Finalmente, após terem sido efectuadas as sessões necessárias, e detectadas, não só as causas principais como outras em que estas se podem subdividir, será previsível que o grupo atinja o objectivo que se propôs alcançar: o efeito que corresponderá ao problema inicial. Caso o problema ocorra na fase do projecto do DNP, em que se dimensiona o processo e se prepara a prototipagem, o diagrama espinha-de-peixe passa a ter em consideração um conjunto de problemas, que podem ser classificados em 6 tipos diferentes de causas principais, que afectam os processos: método; máquina; medida; meio ambiente; mão-de-obra e material, de acordo com Li *et al.* (2008), Gijo *et al.* (2011) e Antony *et al.* (2012).

Pelo facto da denominação das 6 causas principais se iniciarem com a letra “M”, também pode ser chamado “Diagrama dos 6M’s”. No entanto, pode ainda tomar a designação dos

“7M’s”, caso uma das causas principais do problema a resolver seja inerente à própria gestão de algum módulo do projecto (*Management*).

Outra ferramenta que pode ser utilizada em certas reuniões de reflexão das equipas que participam no DNP é a lei de *Pareto* (Perez-Escobedo *et al.*, 2012), ou os 80-20, ou ainda análise ABC. Na verdade esta regra mostra que apenas 20% do conjunto total dos componentes do sistema é que é verdadeiramente relevante, visto corresponder ao elevado montante de 80% do valor ou importância desse todo. No entanto, esta regularidade estatística só é obtida para conjuntos de milhares de itens, portanto, quando as bases amostrais são significativas. Ou seja: para diversos tipos de fenómenos, 80% das consequências advêm de 20% das respectivas causas (tabela 4-8).

**Tabela 4-8 - Prioridades ABC (método de *Pareto*).**  
 Fonte: Adaptação de Perez-Escobedo *et al.* (2012)

	Problemas	Ocorrências	Acumulado	Ocorrências (%)	Prioridade
1 (10%)	P1	1926	1926	47,7	A
2 (20%)	P2	1190	3116	77,1	A
3 (30%)	P3	201	3317	82,1	B
4 (40%)	P4	190	3507	86,8	C
5 (50%)	P5	159	3666	90,7	C
6 (60%)	P6	129	3795	94,0	C
7 (70%)	P7	99	3894	96,4	C
8 (80%)	P8	66	3960	98,0	C
9 (90%)	P9	51	4011	99,3	C
10 (100%)	P10	29	4040	100,0	C

A curva é obtida através da classificação sequencial dos problemas de acordo com a sua grandeza, e é conseguida pelo somatório dos sucessivos itens da lista, sendo depois cada um desses somatórios, dividido pelo total do somatório, resultando para o último o valor 100%. Classificam-se como itens A, os prioritários, todos aqueles que se encontram entre os 80% e os 100% dos problemas em análise.

Verifica-se que 80% da quantidade de ocorrências corresponde, muito sensivelmente, a 20% dos problemas a resolver. As ocorrências que formam uma curva de baixo gradiente até ao eixo das ordenadas correspondem à zona C, maioritária, em que apenas 20% das ocorrências correspondem a 80% dos problemas, ou seja, os de menor importância. Considera-se como zona B a parte da transição da curva inicial de mais elevado gradiente com a de mais baixo.

Corresponde a uma reduzida quantidade de itens, que tanto podem ser considerados prioritários ou não, conforme a opinião dos gestores.

A partir deste aproveitamento da lei de *Pareto* ou método ABC, será possível verificar que, para uma reduzida quantidade de problemas com muitos eventos evidencia que, neste simples exemplo, 20% dos problemas são responsáveis por 77% das ocorrências. O que significa que os problemas P1 e P2 (e eventualmente o P3), são aqueles que devem merecer a maior atenção das equipas que realizam a gestão do projecto. Sobre a forma do gráfico 4-3, a evolução da curva seria a seguinte:

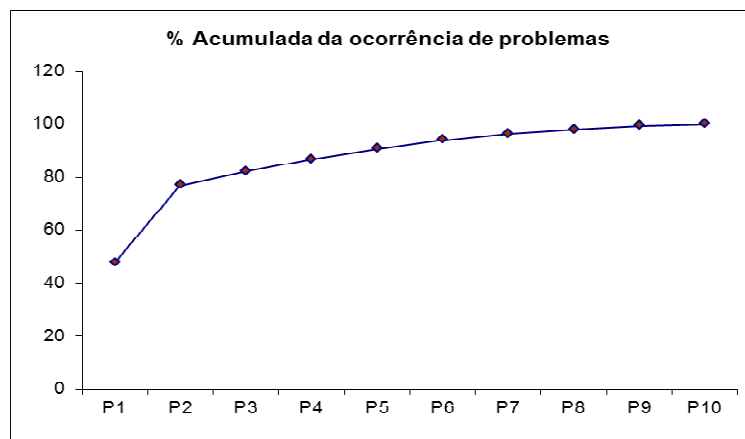


Gráfico 4-3 - Diagrama de *Pareto*.

Trata-se de uma boa ferramenta para certos problemas correntes na gestão da produção, o que não é o caso do DNP (Perez-Escobedo *et al.*, 2012). Assim, para o caso vertente, quando existem algumas dezenas de problemas para resolver, o exercício pode ser considerado, não se esperando a regularidade estatística de 80-20 mas algo de semelhante (e.g. 68-32) o que, apesar de tudo, pode facilitar uma escolha ou selecção de prioridades a decidir pela equipa de trabalho que projecta o DNP, ainda de acordo com estes autores. Após priorizar os problemas, e caso sejam efectivamente inovadores, podem equacionar-se as respectivas soluções, e.g., através da metodologia TRIZ já analisada.

Surgem na literatura alguns problemas sobre qualidade, envolvendo soluções que recorrem a modelos associados a diversos tipos de algoritmos (genéticos, redes neuronais etc.). Algumas das abordagens mais gerais para alguns desses problemas, envolvem ainda a aplicação do conceito de dominância ou não dominância de *Pareto* (Perez-Escobedo *et al.*, 2012) ou optimização multiobjectivo, com soluções denominadas *Pareto*-óptimas. Para além do artigo destes autores sobre este assunto, e associado ao DNP, não se encontrou muito mais matéria significativa. Daí não fazer muito sentido desenvolver tais ferramentas matemáticas no âmbito da presente investigação.

#### 4.3.4 Projecto de Produtos “Zero Defeitos” ou Seis Sigma (DFSS)

Nesta fase do trabalho, abordam-se modelos de gestão da qualidade que tendam para a perfeição dos produtos, ou seja para os zero defeitos decorrentes dos processos de fabrico. A filosofia SS foi desenvolvida precisamente para atingir tal desiderato. De acordo com (Dias<sup>a</sup> *et al.*, 2011), o SS, a sua correspondente ferramenta metodológica de projecto DFSS/Projecto para Seis Sigma (PPSS), bem como as suas ferramentas instrumentais também denominados ciclos: DMAIC e DMADV (“*Define, Measure, Analyse, Design, Verify*”/Definir, Medir, Analisar, Projectar, Verificar), entre outros, podem considerar-se um conjunto integrado no universo mais abrangente da qualidade ou na metodologia DFSS. Assim sendo, optou-se por abordar neste Subcapítulo de uma forma integrada esse conjunto de ferramentas, dado que são utilizadas quase sempre em conjunto.

##### 4.3.4.1 Introdução à Filosofia de Produção Seis Sigma

Neste trabalho, optou-se por iniciar esta temática com a abordagem à estratégia de produção SS. Desta maneira, ao abordar-se depois o DFSS já se conhecem quais os requisitos da produção e comportamentos do produto aos quais o projecto anterior, ainda na fase de DNP, deverá corresponder. Assim, de acordo com Linderman *et al.* (2003), o princípio fundamental do SS é o de reduzir de forma continuada e sistemática a variação nos processos, eliminando defeitos ou falhas nos produtos e serviços. São muitos os autores internacionais que descrevem a base teórica da metodologia, tendo Wang (2008), Su e Chou (2008) e Linderman *et al.* (2006) apresentado trabalhos de reconhecida importância.

De acordo com os referidos autores, tal como noutros casos, o SS pode considerar-se tanto uma estratégia como uma filosofia que, se aplica às organizações seja qual for a sua qualquer dimensão e inicialmente desenvolvida pela *Motorola* em 1986<sup>41</sup>. Naquele tempo, o principal objectivo foi o de reduzir de forma contínua, a variabilidade nos processos. Estatisticamente, o SS refere-se a um processo no qual o intervalo entre a média de uma medida de qualidade do processo e o limite de especificação é o mais próximo, pelo menos, seis vezes o desvio padrão desse mesmo processo.

Assim, esta metodologia tem a capacidade de, através da sua aplicação, conduzir à realização de produtos e serviços com apenas 3,4 defeitos por milhão de unidades produzidas (Wang, 2008), o que se pode considerar um desempenho de classe mundial. Ou seja: esta metodologia constitui-se como um processo altamente disciplinador, que permitirá desenvolver os produtos e serviços de uma forma próxima da perfeição de acordo com os padrões da produção e das necessidades dos clientes (Su e Chou, 2008), traduzindo-se ainda num importante processo de redução de desperdícios.

---

<sup>41</sup> Em 1991, a *Motorola* certificou o seu primeiro perito “*Black Belt*” Seis Sigma (o cinturão negro, constitui a mais alta qualificação que existe para os praticantes de certas artes marciais), iniciando a formalização da formação acreditada em métodos Seis Sigma.

Nestas condições, quando se projectam e desenvolvem novos produtos, esta meta de quasi-perfeição proporcionada pela filosofia 5S é essencial para o seu êxito no mercado, ou seja, para a consecução da sua eficácia. Como desperdício e perfeição são ocorrências antagónicas, tal significa que a organização também se aproveita também do 5S para melhorar significativamente a sua eficiência.

O melhor desempenho encontra-se nas empresas que operam a um nível de variação baixo nos seus processos. No início do desenvolvimento da metodologia, acreditava-se que reduzindo-se a variação, os custos aumentariam. Tal concepção verificou-se posteriormente errada, pois baseado em diversos estudos, consolidou-se uma nova ideia: mais qualidade não implicaria mais custo, ou seja, mais qualidade, baixa variação e baixo custo poderiam ser alcançados simultaneamente, e o melhor desempenho encontra-se nas empresas que operam a um nível de variação baixo (Mendonça, 2010).

A medida mais útil e comum de variação é o desvio-padrão, que é representado pela letra grega  $\sigma$  (sigma), podendo ser calculado para qualquer conjunto de dados. Para introduzir o conceito de desvio-padrão, utiliza-se uma abordagem geométrica de acordo com a ilustração 4-23.

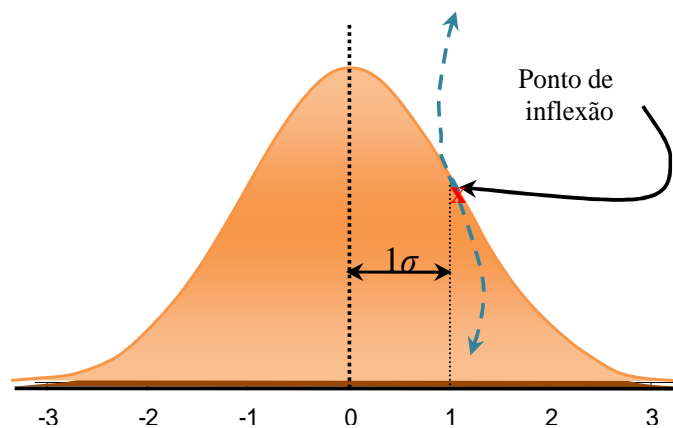


Ilustração 4-23 - A distribuição normal de Gauss.

Assim, verifica-se a existência de um ponto de inflexão, onde as duas curvas se encontram. Traçando a linha a partir deste ponto de inflexão em direcção à linha de base, a distância entre esta linha vertical e a média é a de um desvio-padrão de valor  $1\sigma$ .

Numa distribuição normal, as percentagens das variações de acontecimentos para  $1\sigma$ ,  $2\sigma$  e  $3\sigma$ , face à média, são as seguintes:

- 68,3% localizadas entre  $\pm 1\sigma$ ;
- 95,5% localizadas entre  $\pm 2\sigma$ ;
- 99,7% localizadas entre  $\pm 3\sigma$ .

Observando os sistemas três e seis sigma, verifica-se que depois de se utilizarem técnicas e instrumentos de redução da variabilidade, o resultado final é metade do nível inicial da

variação. Desta forma, o novo sistema é considerado e/ou designado pelo conhecido SS (tabela 4-9).

**Tabela 4-9 - Três, quatro, cinco e seis sigma (assumindo estabilidade).**  
**Fonte: Mendonça (2010)**

Nº de Acontecimentos	Sistema 3σ (%)	Sistema 4σ (%)	Sistema 5σ (%)	Sistema 6σ (%)
1	99,73	99,99	99,99	99,99
10	97,33	99,94	99,99	99,99
20	94,74	99,87	99,99	99,99
40	89,75	99,75	99,99	99,99
60	85,03	99,62	99,99	99,99
80	80,54	99,49	99,99	99,99
100	76,31	99,36	99,99	99,99
200	58,23	98,74	99,99	99,99
400	33,91	97,49	99,98	99,99
700	15,06	95,66	99,59	99,99
1000	6,70	93,86	99,94	99,99
3000	0	82,69	99,83	99,99
10000	0	53,08	99,43	99,99

Neste processo, os Factores Críticos da Qualidade (FCQs) são muito importantes, e têm que ser obrigatoriamente respeitados, de modo que as especificações estejam de acordo com as expectativas dos clientes, de tal forma que, a especificação mais próxima esteja o SS da média do processo. A taxa de falha de um acontecimento três sigma é de 0,3% porque 99,7% dos dados caem dentro da margem  $\pm 3\sigma$ , que corresponde, conjuntamente com as especificações, a um sistema três sigma. Conforme se pode constatar, o sistema SS é quase perfeito. Na primeira fase de um processo três sigma, três produtos apresentam não conformidades em 997 de produtos conformes. Estes 997 produtos conformes são sujeitos a uma segunda fase de medição do processo três sigma com, novamente, uma taxa de falha de 0,3%, ficando 994 produtos conformes, os quais são sujeitos a uma terceira fase, e assim sucessivamente. Assim, perde-se 0,3%, a cada fase e este prejuízo vai-se acumulando ao longo do processo (Mendonça, 2010). Ainda de acordo com esta autora, os resultados obtidos pela *Motorola* através do *benchmarking* realizado, indicavam que muitas das empresas ocidentais estariam a operar num sistema de 4 a 4,5 sigma. Cabrita<sup>a,b</sup> (2009) havia concluído ser este o intervalo mais realista.

Para tanto, este autor considera que a distribuição contínua de probabilidades de *Gauss*, corresponde a operações de curto prazo designando-a, assim, por “*distribuição normal de curto prazo, 6σ verdadeiro*”, sendo ainda esta distribuição caracterizada por uma média  $\mu_c$  e por um desvio padrão  $\sigma_c$ , o que corresponde ao facto de esta média e este desvio padrão se reportam às operações de curto prazo. Ainda de acordo com Cabrita<sup>a,b</sup> (2009), recorrendo-se a esta distribuição normal e tendo em atenção os processos de fabricação de produtos, a

probabilidade de se ter um acontecimento  $x$  situado entre o Limite Inferior da Especificação (LIE) e o Limite Superior de Especificações (LSE), representa a probabilidade dos produtos fabricados se encontrarem em conformidade com as especificações previamente definidas. Ou, dito de outra maneira, representa o número provável de produtos fabricados em conformidade, num determinado lote, e.g. um milhão de peças fabricadas. Por conseguinte, como complemento, a probabilidade dos produtos fabricados se encontrarem fora das especificações, ou seja, com defeitos (ou então, o número provável de produtos fabricados com defeito) é a soma da probabilidade de se verificar um acontecimento  $x$  situado entre  $-\infty$  e o LIE, com a probabilidade desse mesmo acontecimento se situar entre o LSE e  $+\infty$ .

Assim, de acordo com esta análise de questões de longo prazo mais realistas, apresentam-se na tabela 4-10, as estimativas de produtos fabricados em conformidade e defeituosos em função do desvio padrão.

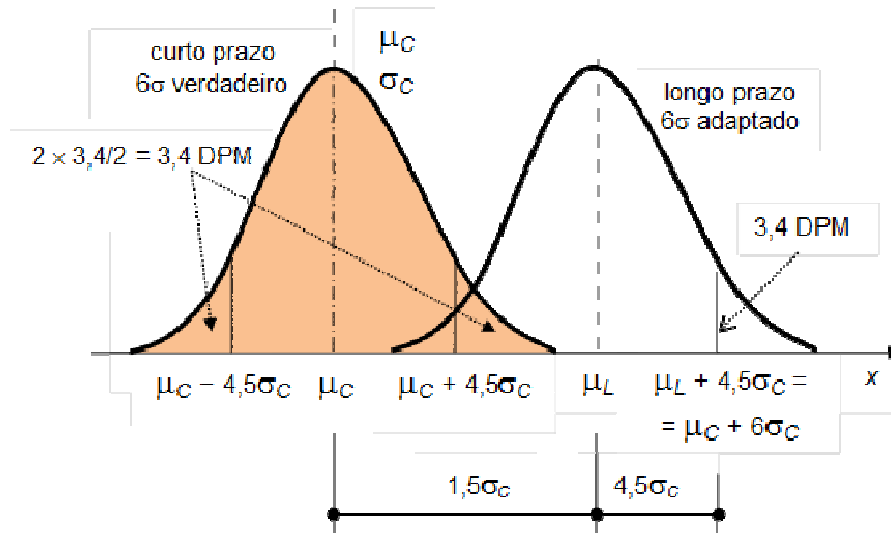
**Tabela 4-10 - Probabilidades de obtenção de produtos conformes e defeituosos em operações de curto prazo.**  
Fonte: Cabrita<sup>a</sup>(2009)

Intervalos de variação (LIE e LSE)	Percentagem de produtos em conformidade	Percentagem de produtos com defeito	Produtos com defeito por milhão (DPM)
$\mu_c \pm 1\sigma_c$	68,26	31,74	317400
$\mu_c \pm 2\sigma_c$	95,46	4,54	45400
$\mu_c \pm 3\sigma_c$	99,73	0,27	2700
$\mu_c \pm 4\sigma_c$	99,9937	0,0063	63
$\mu_c \pm 4,5\sigma_c$	99,99966	0,00034	3,4
$\mu_c \pm 5\sigma_c$	99,999943	0,000057	0,57
$\mu_c \pm 6\sigma_c$	99,9999998	0,0000002	0,002

Como se pode constatar, para um intervalo de variação situado entre  $\mu - 3\sigma$  e  $\mu + 3\sigma$ , a estimativa de produtos fabricados em conformidade é 99,73 % e de produtos defeituosos,  $100 - 99,73 = 0,27$  %, ou seja, 2700 DPM, verificando-se não só que, para  $6\sigma$  não há praticamente componentes defeituosos, mas também que a situação de 3,4 DPM acontece para o intervalo  $\mu_c \pm 4,5\sigma_c$ , o que não deixa de ser uma evidência passível de gerar controvérsia: deve designar-se a metodologia por  $6\sigma$  ou por  $4,5\sigma$ ?

A abordagem de Cabrita<sup>b</sup> (2009) vai no sentido de considerar que a atitude mais correcta é estabilizar o processo em torno de um valor óptimo, tornando irrelevante a questão do desvio 1,5 sigma, porque os distúrbios introduzidos por este desvio são inevitáveis, e devem ser tidos em conta pelos responsáveis pela gestão do processo. Na prática, o nível 6 sigma (3,4 DPM) na distribuição de eventos de curto prazo corresponde, na verdadeira distribuição normal, a 4,5 desvios padrão.

Assim, não sendo muito correcto efectuar uma análise baseada nessa distribuição de curto prazo, arranjou-se uma outra distribuição normal adaptada em que o mesmo nível 6 sigma, para processos de curto prazo, que corresponde a 0,002 DPM, enquanto para processos de longo prazo, corresponde a 3,4 DPM: num caso o critério 6 sigma; e no outro caso o critério 4,5 sigma.



**Ilustração 4-24 - Particularização do processo SS partindo da distribuição normal, para a situação de 3,4 DPM.**  
Fonte: Cabrita<sup>a</sup> (2009)

A ilustração 4-24, evidencia a forma como através desta concepção mais elucubrada (que consiste na translação da curva normal inicial), se mantém o coeficiente 6 que, como se pode constatar, é obtido pela soma dos coeficientes 1,5 e 4,5 que afectam o respectivo desvio padrão. Nestas condições, para que as bases probabilísticas e estatísticas seguissem rigorosamente a distribuição normal, sem desvios e evitando críticas pertinentes, dever-se-ia designar a metodologia por 4,5 sigma em vez de 6 sigma. Além disso, é sempre possível calcular-se um nível sigma equivalente para as operações de longo prazo, independentemente das especificações impostas, isto é, do nível sigma para as operações de curto prazo. Como tal, será que, ao adoptar-se um nível inferior a 4,5 sigma para um determinado processo produtivo, poder-se-á afirmar que a filosofia vigente é a SS? (Mendonça, 2010)

Na opinião de Cabrita<sup>a</sup> (2009), a resposta inequívoca é não, na medida em que esta filosofia se baseia exactamente na produção com 3,4 DPM, caso contrário não faria sentido a sua designação. Pode então concluir-se que quanto maior for o nível sigma de uma empresa, maior será o nível da qualidade dos seus projectos, produtos e serviços. Não parece, no entanto, relevante para a presente investigação aprofundar esta interessante discussão, dado que o que se pretende é tão-só uma apresentação da filosofia de quasi-perfeição na produção, baseada num projecto anterior, aquando da fase de desenvolvimento do produto em que essa perfeição da produção posterior teve de ser prevista e considerada.

Retomando o desenvolvimento das questões da melhoria da qualidade, conforme (Mendonça, 2010), diversos modelos de melhoria de processos de produção foram criados, adaptados e aplicados, desde há décadas. Muitos deles são baseados no ciclo Planear-Executar-Verificar-Agir/“Plan-Do-Check-Act” (PDCA), criado por *Deming*, que descreve e sequencia a lógica básica de melhoria de processos através da análise de dados. Tal lógica que apresenta-se como um arco (*loop*) de melhoria contínua sendo utilizada por muitas indústrias tal como referem Reniers *et al.* (2011). Na abordagem de um ciclo PDCA de uma forma simplista e conforme Reniers *et al.* (2011), pode dizer-se genericamente o seguinte (ilustração 4-25):

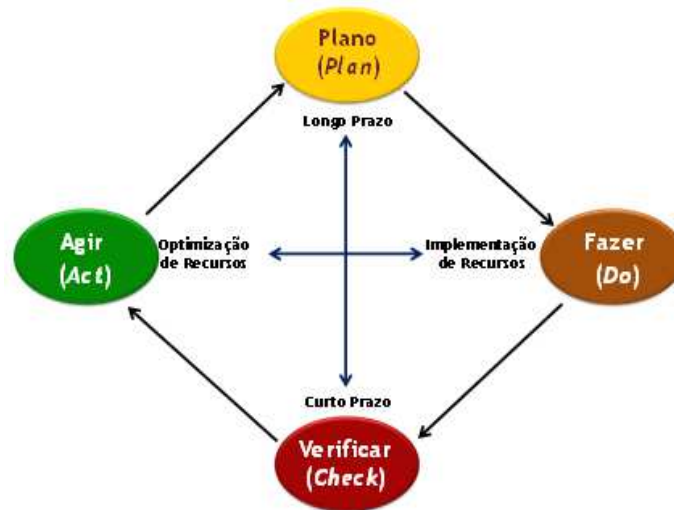


Ilustração 4-25 - Ciclo PDCA.

Fonte: Adaptação de Reniers *et al.* (2011)

- “Planear/(Plan)” consiste no estabelecimento de metas e objetivos, bem como dos respectivos métodos e meios que se prevê serem utilizados no DNP, para que tais metas e objectivos se possam realizar;
- “Executar/(Do)” corresponde à fase de implementação, no caso vertente do DNP, de acordo com que foi previsto no plano;
- “Verificar/(Check)”, é a fase em que se medem e avaliam os dados, de modo a se constatar se os objectivos foram ou não alcançados conforme o previsto. Parece natural que esta fase corresponda à fase última do DNP, ou seja, a prototipagem e mesmo ao início do lançamento do produto;
- “Agir/(Act)”, corresponde aos actos de introdução das mudanças necessárias à melhoria contínua, reportadas a melhorias incrementais no produto, o que corresponde a um *up-grading*, o que ainda se pode considerar no âmbito do DNP. Caso se trate de melhorias contínuas no processo produtivo, então, esta fase está associadas a etapas específicas da produção, que já não se encontram associadas ao DNP.

Neste ciclo, e como a ilustração 4-25, evidencia, a sequência das fases, em que, “Planear” se apresenta como uma acção a prazo para o futuro, enquanto “Verificar” é uma acção imediata ou realizada no curto prazo. Ao “Executar” implementam-se recursos, e ao “Agir”,

otimizam-se recursos. Como atrás se referiu, no movimento de aprofundamento das questões da melhoria da qualidade que se iniciou há algumas décadas (Mendonça, 2010), diversos modelos de melhoria corresponderam à evolução natural do ciclo PDCA descrito.

Um deles, desenvolvido inicialmente pela *Motorola* foi designado por “*Measure, Analyse, Improve, Control*” (MAIC)/Medir, Analisar, Melhorar, Controlar. Este modelo foi adaptado, mais tarde, pela *General Electric* que incluiu mais uma nova fase inicial denominada “*Define*” (“Definir”), com a finalidade de reconhecer a importância de se ter um projecto bem focalizado. Assim, o ciclo MAIC migrou para outro mais evoluído e designado por DMAIC (Leaphart *et al.*, 2012 e Mast e Lokkerbol, 2012), já atrás referido.

De acordo com a metodologia SS existem dois ciclos de melhoria contínua distintos (Antony e Coronado, 2002): o ciclo DMAIC e o ciclo de carácter preventivo DMADV. O ciclo DMAIC encontra-se associado ao próprio SS, direccionado para as fases da produção, e o ciclo DMADV encontra-se associado ao DFSS, direccionado para a fase do projecto e, concomitantemente, aplicável ao DNP. Assim, o ciclo DMAIC direcciona-se no sentido de:

- Encontrar e solucionar defeitos existentes nos produtos existentes;
- Eliminar os desperdícios gerados nos processos de produção.

E a metodologia ou ferramenta metodológica, DFSS (que integra o ciclo DMADV) é direccionada no sentido de:

- Criar novos produtos que motivassem à sua compra por parte dos clientes, de modo à obtenção de maior lucro;
- Descobrir e prevenir a ocorrência de falhas, antes destas ocorrerem nos produtos (ou seja, evitar que estas ocorressem durante ou após a fase de produção).

Apresenta-se de seguida o ciclo de melhoria contínua DMAIC, e no Subcapítulo seguinte será abordado o ciclo de melhoria contínua DMADV de carácter preventivo. Este ciclo passou a ser a base filosófica da metodologia SS para as empresas, e considerou-se fundamental para o seu sucesso (Choo *et al.*, 2007). As iniciais, de uma forma simples podem significar (Mast e Lokkerbol, 2012):

- “D” *Define*/Definir - define-se o projecto que se pretende tratar. Nesta fase, a equipe de trabalho é definida e realizam-se as primeiras reuniões de formalização do projecto tal como já foi atrás referido no subcapítulo 3.3;
- “M” *Measure*/Medir - determinam-se as métricas que estão ligadas ao projecto em estudo juntamente com a colheita de dados;
- “A” *Analyse*/Analisar - realizam-se os estudos dos dados colhidos, mapeamentos necessários, etc.;
- “I” *Improve*/Melhorar (também se pode traduzir “Implementar”, mas no contexto de “melhorar”) - implementação das melhorias assumidas com base nos dados e estudos realizados nas fases anteriores;

- "C" *Control/Controlar* - verificação e garantia de que as melhorias implementadas são seguidas, e que fazem efectivamente parte do novo processo ou projecto.

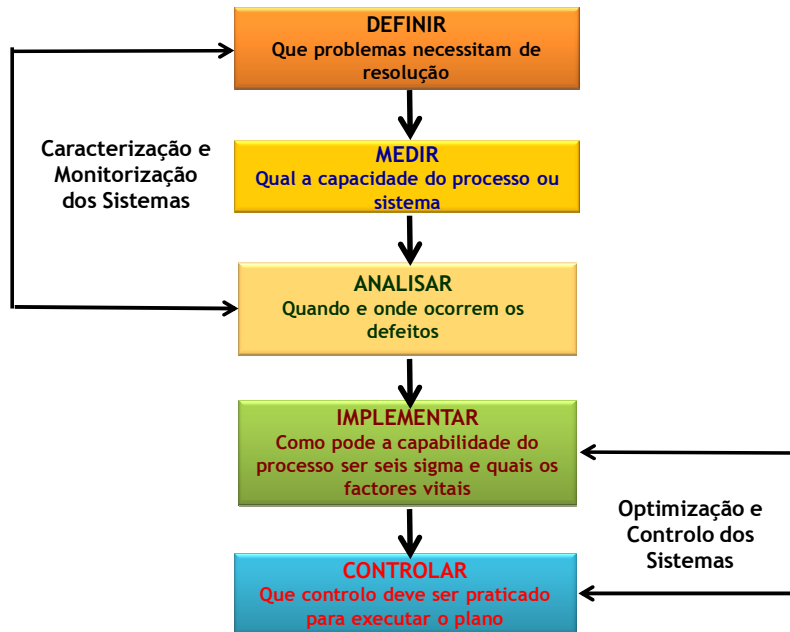


Ilustração 4-26 - O ciclo DMAIC para a produção em curso.

Fonte: Adaptação de <http://www.ssqi.com/media/new-graphics/DMAIC.jpg> (01/03/2013)

Mas por análise da ilustração 4-26, e para a compreensão do ciclo DMAIC (Mast e Lokkerbol, 2012), detecta-se a necessidade de apresentar, ainda que de forma superficial, o conceito de “capabilidade” (Dejaegher *et al.*, 2006) de um sistema ou processo que também se poderá designar de “aptidão” desse mesmo sistema ou processo, conforme Gijo *et al.* (2011) e Antony *et al.* (2012). No entanto, para melhor se compreender este conceito, recorreu-se a Mendonça (2010), que o apresenta em detalhe. A autora refere a capabilidade como o rácio entre o desempenho (*performance*) exigido e estabelecida no caderno de encargos a que se tem de responder, relativamente ao processo ou sistema, e o seu desempenho (*performance*) real. A este rácio, Gijo *et al.* (2011) designaram também por taxa sigma, o que significa que, aptidão ou capabilidade de um sistema ou processo também se pode denominar por taxa sigma.

Acrescenta-se, de acordo com Mendonça (2010), que a capabilidade do processo ( $C_p$ ) mede, fundamentalmente a sua dispersão (gaussiana) a curto prazo. Com o fim de superar esta dificuldade surgiram os indicadores denominados coeficientes de prejuízo ( $C_{pm}$ ) ou perda ( $P_{pm}$ ). O indicador  $C_{pm}$  considera, simultaneamente, a dispersão e a centragem, e tem como finalidade disponibilizar uma imagem global do processo, através de um só indicador. Permite pois garantir que as condições de centragem e de dispersão mínima sejam efectivamente cumpridas. Quanto ao indicador  $P_{pm}$ , ele baseia-se na função prejuízo ou perda de *Taguchi*. É por isso considerado o “Índice de Capabilidade *Taguchi*”, e combina a variabilidade com a distância ao objectivo a atingir. Os ciclos DMAIC e DMADV são fortemente baseados no uso da estatística, porém na maioria dos casos, não são necessárias técnicas estatísticas avançadas

(Mendonça, 2010)<sup>42</sup>. Não se deixou de mencionar que este indicador, capacidade, apesar da sua própria natureza ser muito mais útil nos processos produtivos que na fase de desenvolvimento do produto. Daí não ser necessário dar-lhe maior relevo do que foi dado.

#### 4.3.4.2 Design for Six Sigma - DFSS

Após a anterior incursão sobre os fundamentos teóricos relativos à filosofia SS, aborda-se, nesta fase, o projecto que conduz a um tal nível de qualidade do produto, particularmente no caso de novos produtos. A ferramenta metodológica DFSS promoveu o desenvolvimento em si mesma, de diversos modelos de melhoria de processos ou ciclos que foram criados, adaptados e aplicados desde então, conforme referem Sahoo *et al.* (2008) e Mendonça (2010).

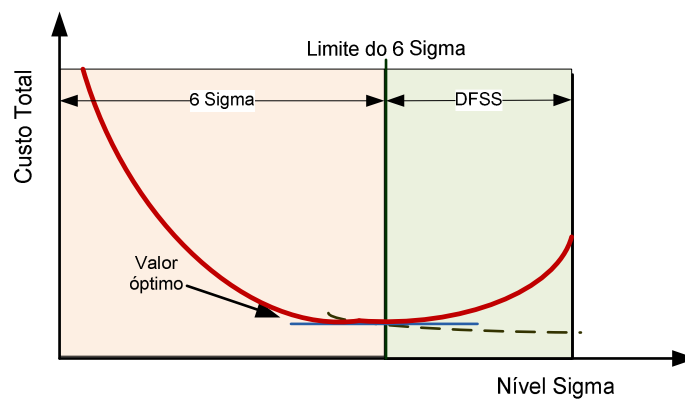


Ilustração 4-27 - Evolução dos custos com o nível da qualidade.

Fonte: Dias<sup>a</sup> *et al.* (2011)

De acordo com a ilustração 4.27, a implementação de um programa SS vai produzir uma redução dos custos à medida que o nível sigma aumenta até se atingir um determinado valor sigma, a partir do qual deixa de ser economicamente atractivo para as empresas fazerem um esforço, no sentido do aumento do seu nível de qualidade. Quando o esforço financeiro na melhoria continua não é compensado pela redução dos custos da não conformidade, atinge-se a zona limite de  $6\sigma$ . A partir dessa zona limite, a prossecução do aumento do nível de qualidade só se torna rentável se houver uma reconfiguração dos processos ou uma alteração do produto, recorrendo à filosofia (teoria, de acordo com Yang e El-Haik, 2009; p.87) designada por DFSS, conforme, De Feo e Bar-El (2002), Shahin (2008) e Jou *et al.* (2010), sendo que este último aborda o tema específico do DNP, cuja metodologia base (a primeira que surgiu e que posteriormente, originou variantes, como se verá adiante) é o ciclo DMADV, já anteriormente referido. Os fundamentos do ciclo DMADV podem ser visualizados de forma esquemática na ilustração 4-28.

<sup>42</sup> Podem citar-se entre outras a ANOVA, também conhecida por *Gage R&R*, abordado por Mathiassen *et al.* (2003) e Li *et al.* (2008) e ainda “*one-way Analysis of Variance*” (Bonnini *et al.*, 2006), que permite avaliar as diferenças entre médias para uma variável critério ou outra técnica estatística, a MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*), que conforme Reis (1997) procede à comparação entre médias, de uma forma simultânea, para diferentes variáveis critério.



Ilustração 4-28 - Ciclo DMADV.

Fonte: Jou *et al.* (2010)

O DFSS é pois uma metodologia de projecto desenvolvida no âmbito do SS, com o objectivo de suportar a melhoria contínua na fase da produção em massa, e cujo foco é a concepção e desenvolvimento rentável de produtos, processos e serviços, satisfazendo as necessidades e expectativas dos clientes (voz do cliente) e das restantes partes interessadas (*stakeholders*) (Jou *et al.*, 2010), nomeadamente fornecedores, como já se constatou. Tal objectivo envolve a utilização integrada de um conjunto de ferramentas, qualitativas e quantitativas, com o propósito de prever e melhorar o nível de qualidade a obter, antes do início da fase de produção ou exploração. Insiste-se na colocação da questão: quais as diferenças essenciais entre o SS e o DFSS, embora já se tendo consolidado que o primeiro se aplica na fase de produção em curso e o segundo se aplica a montante, ou seja, ainda na fase de desenvolvimento do produto.

Assim, tomando como referencial o ciclo de vida do produto, serviço ou processo, percebe-se que o enfoque SS se centra na fase de produção e/ou operação, e que o DFSS tem o seu enfoque na fase de concepção e desenvolvimento. Deste modo, é possível diminuir substancialmente os custos associados ao ciclo de vida do produto, serviço ou processo, uma vez que o DFSS representa uma abordagem preventiva (Yang e El-Haik, 2009; p.86), a qual visa prever a ocorrência de falhas e impedir que se manifestem em fases seguintes. É por este motivo e pela complexidade de algumas das ferramentas instrumentais utilizadas e da sua interligação, que os projectos de DFSS se podem tornar morosos e de maior risco comparativamente aos projectos SS, que são tidos em conta já com a produção em curso (Creveling *et al.*, 2003; p.45 e seguintes, e Yang *et al.*, 2007; p.97 e seguintes).

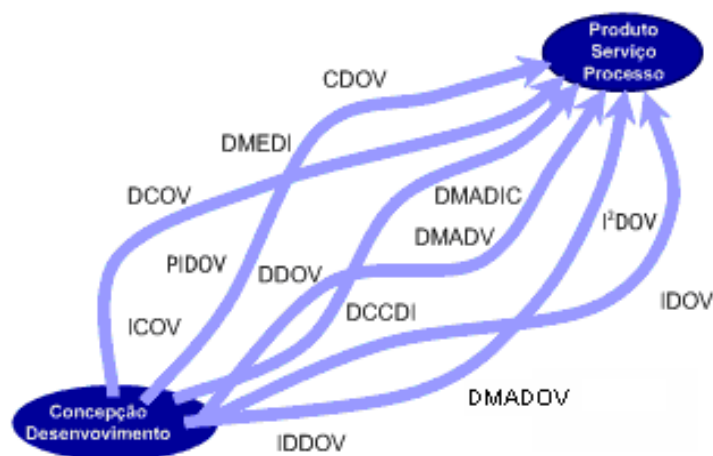


Ilustração 4-29 - Ferramentas instrumentais ou ciclos utilizados em projectos de DNP.

Fonte: Dias<sup>a</sup> *et al.* (2011)

De qualquer modo, e no que concerne à presente investigação direccionada para o DNP, a ferramenta metodológica adequada à sua fase de projecto é a teoria DFSS e as suas ferramentas instrumentais serão o ciclo DMAVD e os que se desenvolveram a partir deste, tal como mostra a ilustração 4-29.

A tabela 4-11 apresenta de forma concisa as principais diferenças entre as abordagens DFSS e SS. Conclui-se, portanto, que o tipo de abordagem baseado no DFSS torna-se mais adequado à criação e ao desenvolvimento de novos produtos, serviços e processos e não tanto à melhoria dos já existentes, ficando este aspecto e o das intervenções de carácter curativo direccionados para o SS (Treichler, *et al.*, 2002).

**Tabela 4-11 - DFSS vs. SS.**

Fonte: Dias<sup>a</sup> *et al.* (2011)

	Projecto para Seis Sigma (DFSS)	Seis Sigma (SS)
Ciclo base	DMADV - <i>Define, Measure, Analyse, Design, Verify</i> /Definir, Medir, Analisar, Projectar, Verificar	DMAIC - <i>Define, Measure, Analyse, Improve, Control</i> / Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar
Âmbito	Concepção e desenvolvimento de novos produtos, serviços e processos	Melhoria e/ou resolução de problemas em produtos, serviços e processos existentes
Problemas	Carácter preventivo	Carácter correctivo/reactivo
Melhoria	Muito significativa	Significativa
Oportunidades	Diferenciação do produto/serviço, inovação, crescimento do mercado, melhoria significativa da eficiência dos processos, redução do <i>tempo de lançamento no mercado</i>	Melhoria da qualidade, aumento da satisfação do Cliente, redução de custos, aumento da produtividade
Duração do projecto	Depende da complexidade da entidade em causa, podendo variar entre alguns (poucos) meses até vários anos	Depende da natureza do projecto em causa, mas em média cerca de 6 meses
Investimento no projecto	Geralmente superior comparativamente aos projectos de SS	Geralmente inferior comparativamente aos projectos de DFSS
Risco associado ao projecto	Normalmente o grau de risco é superior comparativamente aos projectos de SS	Normalmente o grau de risco é inferior comparativamente ao dos projectos de DFSS
Benefícios do projecto	Mais difíceis de quantificar todas as componentes, dado terem um efeito preventivo; são mais perceptíveis a médio e longo prazo	Quantificáveis na maioria dos casos e perceptíveis num curto espaço de tempo
Requisitos do Cliente e do negócio	A sua análise possui uma natureza exploratória, no sentido de identificar oportunidades para inovar e acrescentar valor	A sua análise tem por objectivo estabelecer a(s) razão(ões) pela(s) qual(ais) o produto, serviço ou processo não está a satisfazer os requisitos dos clientes e/ou do negócio

A ilustração 4-30, mostra as várias etapas do ciclo de vida do produto (serviço ou processo), e o enfoque das duas referidas abordagens. Como se pode verificar, é na área de actuação do DFSS que os custos associados à correcção das não conformidades são menores. No entanto, a sua detecção é mais difícil, razão pela qual é necessário recorrer a várias ferramentas de análise, com o objectivo de antecipar potenciais deficiências.

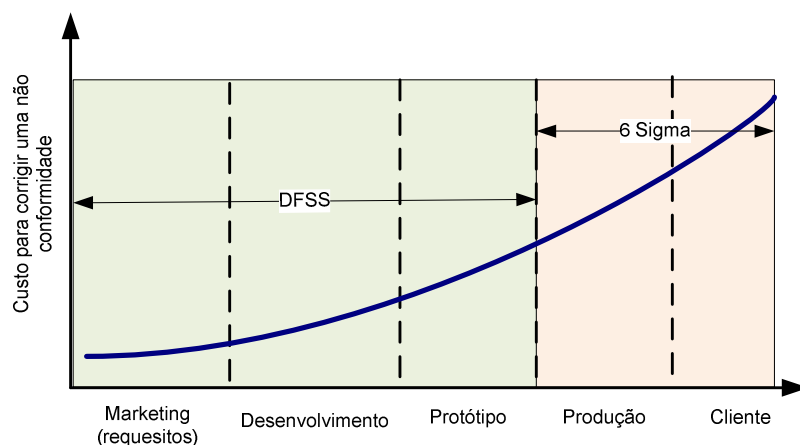


Ilustração 4-30 - Enfoque do DFSS e do SS no ciclo de vida do produto.

A ilustração 4-30 também evidencia o facto de o DFSS ser uma ferramenta metodológica adequada quando se trata de projecto de DNP. Também se evidencia o facto de o SS estar direccionado para o ciclo da vida do produto, claramente a jusante do âmbito da concepção do novo produto. Não teria sido, no entanto, curial abordar directamente o DFSS enquanto metodologia vocacionada para o projecto de DNP sem, anteriormente, se ter tratado o SS tal como se procedeu no Subcapítulo 4.3.3. Assim sendo, parece adequado caracterizar nesta fase do trabalho, os diversos caminhos metodológicos através dos quais a teoria DFSS pode ser utilizada. Apesar de ser uma filosofia de âmbito operacional, a sua aplicação envolve facetas de natureza tão diversa como os aspectos culturais, legais, tecnológicos, organizacionais, geográficos, económicos, estratégicos, entre outros (Dias<sup>a</sup> *et al.*, 2011).

Logo, como cada empresa possui características únicas e típicas, as empresas foram desenvolvendo alternativas ao ciclo de melhoria contínua DMADV com o propósito de assegurar a criação de uma cultura eficiente e eficaz para o desenvolvimento de produtos, nomeadamente de novos produtos (Soderborg, 2004). Ainda de acordo com este autor, as ferramentas metodológicas utilizadas nas actividades de produção e I&D não se adequam ao sector dos serviços. Para este caso, o ciclo “*Identify, Design, Optimize, Verify*”/Identificar, Projectar, Optimizar, Verificar (IDOV), desenvolvido pela *General Electric*, é um dos mais utilizados neste sector de actividade (Soderborg, 2004).

Por outro lado, algumas organizações usam diferentes ferramentas metodológicas, de acordo com a natureza do âmbito do projecto em desenvolvimento. Se por um lado o ciclo de “*Invent and Innovate, Develop, Optimize, Verify*”/Inventar e Inovar, Desenvolver, Optimizar, Verificar (IIDOV ou I<sup>2</sup>DOV) é muito utilizado em projectos de desenvolvimento de produtos e tecnologias, por outro, nos projectos de comercialização desses mesmos produtos e tecnologias, é comum utilizar-se o ciclo “*Concept, Design, Optimize, Verify*” (CDOV) ou Conceber, Projectar, Optimizar, Verificar. Outras empresas utilizam sistematicamente um único processo de trabalho. Como exemplo, a *Ford*, utiliza o ciclo de “*Define, Characterize, Optimize, Verify*”/Definir, Caracterizar, Optimizar, Verificar (DCOV) para todas as categorias de projectos DFSS (Shahin, 2008). Na tabela 4-12 estão caracterizadas as várias etapas

associadas às ferramentas metodológicas de suporte à implementação do DFSS, que foram identificadas na literatura. Pode verificar-se que as que não contemplam o termo “Definir” têm outro termo, no máximo na segunda etapa, cujo significado visa o mesmo objectivo, que é incluir a “voz do cliente”. Por outro lado, é possível ainda verificar que, duas designações iguais para uma etapa em ferramentas metodológicas distintas, não têm necessariamente o mesmo significado.

**Tabela 4-12 - As etapas dos ciclos mais utilizados em DFSS e seu significado.**

Fontes: Tennant (2002); Creveling *et al.* (2003); Yung *et al.* (2004) e Yang e El-Haik (2009)

Ciclo	Significado	Objectivos das etapas
<b>CDOV</b>	Conceber, Projectar, Optimizar, Verificar ( <i>Concept, Design, Optimize, Verify</i> )	<b>Conceber</b> os fundamentos do projecto com base nas necessidades do Cliente. <b>Projectar</b> para cumprir os fundamentos estabelecidos. <b>Optimizar</b> o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos. <b>Verificar</b> o desempenho do projecto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.
<b>DCCDI</b>	Definir, Cliente, Conceber, Projectar, Implementar ( <i>Define, Customer, Concept, Design, Implement</i> )	<b>Definir</b> os objectivos do projecto. Concluir sobre as especificações do projecto da análise efectuada ao Cliente. <b>Conceber</b> as ideias desenvolvidas, revistas e seleccionadas. <b>Projectar</b> para atingir as metas do negócio de do Cliente. Concluir a <b>implementação</b> para desenvolver e comercializar o produto/serviço.
<b>DCOV</b>	Definir, Caracterizar, Optimizar, Verificar ( <i>Define, Characterize, Optimize, Verify</i> )	<b>Definir</b> os objectivos do projecto e os requisitos (internos e externos) do Cliente. <b>Caracterizar</b> as fases do projecto a elaborar, para cumprir os objectivos definidos. <b>Optimizar</b> o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos. <b>Verificar</b> o desempenho do projecto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.
<b>DDOV</b>	Definir, Projectar, Optimizar, Validar ( <i>Define, Design, Optimize, Validate</i> )	<b>Definir</b> os objectivos do projecto e os requisitos (internos e externos) do Cliente. Elaborar um <b>projecto</b> que transforme as necessidades e requerimentos do Cliente em soluções funcionais. <b>Optimizar</b> o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos. <b>Validar</b> o projecto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente
<b>DMADIC</b>	Definir, Medir, Analisar, Projectar, Implementar, Controlar ( <i>Define, Measure, Analyse, Design, Implement, Control</i> )	<b>Definir</b> os objectivos do projecto e os requisitos (internos e externos) do Cliente. <b>Medir</b> as necessidades e especificações do Cliente definidas pelo Cliente. <b>Analisar</b> das opções do processo para atingir as necessidades do Cliente. Elaborar um <b>projecto</b> que realize as necessidades e requerimentos do Cliente. <b>Implementar</b> processos de controlo para evitar a ocorrência de erros no produto/serviço. <b>Controlar</b> o projecto para melhor cumprir os objectivos e requisitos inicialmente definidos, tendo em conta o desempenho do produto/serviço.

Continuação da Tabela 4-142 - As etapas dos ciclos mais utilizados em DFSS e seu significado.

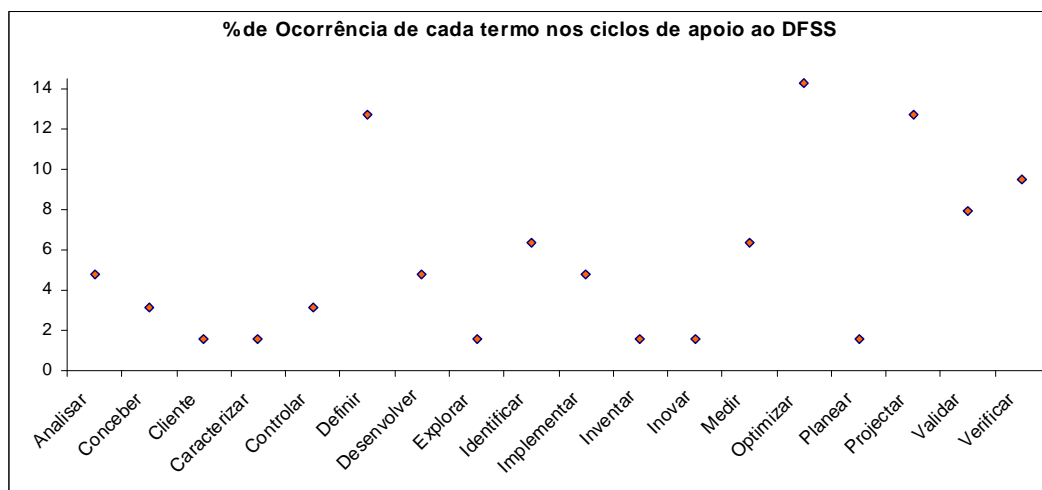
<p><b>DMADOV</b></p>	<p>Definir, Medir, Analisar, Projectar, Optimizar, Verificar (<i>Define, Measure, Analyse, Design, Optimize, Verify</i>)</p>	<p>Definir os objectivos do projecto e os requisitos (internos e externos) do Cliente.  <b>Medir</b> e determinar as necessidades e especificações do Cliente.  <b>Analisar</b> das opções do processo para atingir as necessidades do Cliente.  <b>Projectar</b> para atingir as metas do negócio de do Cliente.  <b>Optimizar</b> o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos.  <b>Verificar</b> o desempenho do projecto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.</p>
<p><b>DMEDI</b></p>	<p>Definir, Medir, Explorar, Desenvolver, Implementar (<i>Define, Measure, Explore, Develop, Implement</i>)</p>	<p>Definir os objectivos do projecto e os requisitos (internos e externos) do Cliente.  <b>Medir</b> para definir o Cliente e as suas necessidades e especificações.  <b>Explorar</b> estratégias a desenvolver de forma a se obter um projecto conceptual que atenda às necessidades e requisitos do Cliente.  <b>Desenvolver</b> as estratégias que permitam articular completamente o projecto às necessidades e requisitos do Cliente.  <b>Implementar</b> processos de simulação de funcionamento do produto/serviço.</p>
<p><b>ICOV</b></p>	<p>Identificar, Caracterizar, Optimizar, Validar (<i>Identify, Characterize, Optimize, Validate</i>)</p>	<p><b>Identificar</b> o Cliente e os seus requisitos.  <b>Caracterizar</b> o projecto para cumprir os requisitos do Cliente.  <b>Optimizar</b> o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos.  <b>Validar</b> o projecto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.</p>
<p><b>IDOV</b></p>	<p>Identificar, Projectar, Optimizar, Validar (<i>Identify, Design, Optimize, Validate</i>)</p>	<p><b>Identificar</b> o Cliente e os seus requisitos.  Elaborar um <b>projecto</b> que realize as necessidades e requerimentos do Cliente.  <b>Optimizar</b> o projecto utilizando ferramentas de estatística avançada e modelação para prever e melhorar o desempenho do projecto.  <b>Validar</b> o projecto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.</p>
<p><b>IDDOV</b></p>	<p>Identificar, Definir, Desenvolver, Optimizar, Verificar, Validar (<i>Identify, Define, Develop, Optimize, Verify&amp; Validate</i>)</p>	<p><b>Identificar</b> o Cliente e os seus requisitos.  <b>Definir</b> os objectivos do projecto e dos requisitos (internos e externos) do Cliente.  <b>Desenvolver</b> estratégias que permitam articular o projecto às necessidades e requisitos do Cliente.  <b>Optimizar</b> o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos.  <b>Verificar</b> o desempenho do projecto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.  <b>Validar</b> o projecto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.</p>
<p><b>I<sup>2</sup>DOV</b></p>	<p>Inventar e Inovar, Desenvolver, Optimizar, Verificar (<i>Invention and Innovation, Develop, Optimize, Verify</i>)</p>	<p>Criar e melhorar requisitos do e para o Cliente, tendo em conta as suas necessidades e objectivos, explorando capacidades <b>inventivas, inovadoras</b> e criativas.  <b>Desenvolver</b> estratégias que permitam articular completamente o projecto às necessidades e requisitos do Cliente.  <b>Optimizar</b> o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos.  <b>Verificar</b> o desempenho do projecto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.</p>
<p><b>PIDOV</b></p>	<p>Planear, Identificar, Projectar, Optimizar, Validar (<i>Plan, Identify, Design, Optimize, Validate</i>)</p>	<p><b>Planear</b> todas as etapas do projecto de forma a satisfazer as necessidades e requisitos do Cliente.  <b>Identificar</b> as etapas críticas do projecto, tendo em conta a voz do Cliente.  Elaborar um <b>projecto</b> que realize as necessidades e requerimentos do Cliente.  <b>Optimizar</b> o projecto para eliminar os aspectos das etapas críticas que possam afastar o projecto das metas estabelecidas.  <b>Validar</b> o projecto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.</p>

Na tabela 4-13 apresenta-se o mapeamento entre as etapas que são comuns aos vários ciclos que foram identificadas na tabela anterior.

**Tabela 4-153 - Partilha de etapas nos ciclos mais utilizados em DFSS.**  
 Fonte: Dias<sup>a</sup> et al. (2011)

Etapa	Ciclo												
	CDOV	DCCDI	DCOV	DDOV	DMADIC	DMADV	DMADOV	DMEDI	ICOV	IDOV	IDDOV	I <sup>2</sup> DOV	PIDOV
Analisar					•	•	•						
Conceber	•	•											
Cliente		•											
Caracterizar			•										
Controlar					•				•				
Definir		•	•	•	•	•	•	•			•		
Desenvolver								•			•	•	
Explorar								•					
Identificar									•	•	•		•
Implementar		•			•			•					
Inventar												•	
Inovar												•	
Medir					•	•	•	•					
Optimizar	•		•	•			•		•	•	•	•	•
Planear													•
Projectar	•	•		•	•	•	•			•			•
Validar				•					•	•	•		•
Verificar	•		•			•	•				•	•	

Do gráfico 4-4 constata-se que, os termos mais frequentemente utilizados pelos ciclos de apoio ao DFSS, são os seguintes: “Optimizar” (com 14%); “Definir” e “Projectar” (ambos com 13%); e “Verificar” (com 10%). Estes termos mostram a importância do carácter preventivo, já atrás referido, que caracteriza a metodologia DFSS.



**Gráfico 4-4 - Percentagens de ocorrência dos termos integrantes dos ciclos DFSS.**

No extremo oposto, os termos menos frequentes correspondem a: “Cliente”, “Caracterizar”, “Explorar”, “Planear”, “Inventar” e “Inovar”, todos com 2%. Quanto aos termos “Cliente”, “Caracterizar” e “Planear” (que integram os ciclos DCCDI, DCOV e ICOV, e PIDOV, respectivamente), estão relacionados com a definição do projecto, tal como em muitos outros ciclos, como evidenciado na tabela 4-13, pelo que, esta baixa percentagem não deve ser considerada, mas sim uma próxima dos 14%. Ainda para uma percentagem de ocorrência de 2%, surgem os termos “Explorar”, “Inventar” e “Inovar” (que correspondem aos ciclo DMEDI e I<sup>2</sup>DOV, respectivamente), mas que não se integram noutros termos, pelo descrito na tabela referida. Sendo, portanto, termos que se podem encontrar relacionados com mudanças algo radicais e disruptivas, as quais comportam normalmente riscos que poderão revelar-se complexos de ultrapassar, sobretudo com a envolvente económico-financeira que o mundo atravessa actualmente.

A operacionalização da metodologia DFSS envolve pois, a utilização integrada de um vasto conjunto de ferramentas instrumentais, com o propósito de prever e melhorar o nível de qualidade a obter, antes da entrada na fase de produção ou exploração (Tennant, 2002). No entanto, e como se depreende da tabela 4-13, a panóplia de ferramentas metodológicas utilizada para assegurar a satisfação das expectativas dos clientes ou das partes interessadas “*stakeholders*”, vai depender da complexidade do projecto. Em projectos complexos, há que ter em conta que, pode haver necessidade de utilizar instrumentos que permitam efectuar análises, tanto a um nível macro (genérico) como micro (específico), além de realizar abordagens qualitativas e/ou quantitativas (Mader, 2002).

É conveniente notar que não está estabelecido em que etapa do processo é que deve ser requerida a utilização de uma determinada ferramenta. Aliás, da pesquisa efectuada, não se encontraram evidências que contrariassem esta constatação. Logo, numa determinada etapa, duas empresas podem adoptar diferentes ferramentas apesar do ciclo ser comum, ou até na mesma empresa para o desenvolvimento de produtos diferentes. Contudo, existem ferramentas em que se pode considerar a sua utilização mais adequada numa determinada etapa, em vez de noutra etapa de um mesmo ciclo.

A título de exemplo, a tabela 4-14 apresenta as principais ferramentas (metodológicas e instrumentais) utilizadas em cada uma das etapas do ciclo ICOV (Shahin, 2008; Yang e El-Haik, 2009).

**Tabela 4-164 - Ferramentas metodológicas e instrumentais utilizadas no ciclo ICOV.**  
 Fonte: Dias<sup>a</sup> *et al.* (2011) e Yang e El-Haik (2009).

ICOV	Identificar	Caracterizar	Optimizar	Validar
Ferramentas metodológicas e instrumentais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa de mercado</li> <li>• Análise de risco</li> <li>• QFD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Triz</li> <li>• QFD</li> <li>• Projecto axiomático</li> <li>• Projecto criativo</li> <li>• DFX</li> <li>• FMEA</li> <li>• Simulação (CAD/CAM, etc.)</li> <li>• Revisão de projecto</li> <li>• Gestão do projecto (técnica <i>Gantt</i>, Gráficos PERT, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DOE (Método de <i>Taguchi</i>)</li> <li>• Projecto de toleranciamento</li> <li>• Simulação</li> <li>• Projecto robusto</li> <li>• Análise de fiabilidade (DFMEA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelação da aptidão do projecto</li> <li>• DOE (Método de <i>Taguchi</i>)</li> <li>• Análise de fiabilidade</li> <li>• Plano de controlo dos processos (DFMEA)</li> <li>• Formação das equipas de trabalho</li> </ul>

Uma das conclusões mais salientes que resultam da análise desta tabela é a de que uma simples ferramenta instrumental, no caso o ICOV, pode utilizar de ferramentas metodológicas como é o caso do QFD ou do TRIZ em simultâneo com as FMEA, DFX ou outras. Esta eventualidade foi já abordada, no Subcapítulo 4.1, onde ficou patente a dificuldade conceptual e terminológica dos próprios autores destrinçarem as ferramentas das metodologias das técnicas, e estas dos métodos, quando se reportam ao DNP. Esta tabela evidencia essas mesmas dificuldades quando as ferramentas e metodologias se fundem confundem nos respectivos usos sem qualquer aparente norma reguladora.

O modelo final, objecto da presente investigação, deverá atender às diversas conexões inter-ferramentas detectadas ao longo da presente revisão da literatura.

#### 4.3.5 Outras Ferramentas de Suporte ao Projecto de DNP

Além do DFSS, uma ferramenta metodológica de suporte ao projecto de DNP, mas específica para soluções de produção muito exigente SS, neste Subcapítulo vão abordar-se mais três ferramentas de suporte ao projecto, e também de índole metodológica e estruturante: o projecto robusto; o projecto de toleranciamento e o projecto modular.

##### 4.3.5.1 Projecto Robusto

O chamado método *Taguchi* corresponde ao que se designa por engenharia robusta e/ou projecto robusto, e fazendo uso de ferramentas instrumentais, utiliza-se de uma forma estratégica, o que leva a que seja classificada como ferramenta metodológica. As questões relacionadas com as características do novo produto, desejadas pelo cliente ou por ele percebidas, são portanto fulcrais para o êxito desse produto no mercado Yang (2012). Sobre a função qualidade, pode também referir-se que a engenharia robusta ou projecto robusto lhe está associada, assente na sua consecução ao longo do DNP de acordo com Taguchi (1986), mas outros autores têm trabalhado nesta abordagem segundo várias perspectivas, como exemplo Appley e Kim (2010). Sobre esta metodologia pode resumir-se o

seguinte: o projecto robusto corresponde a uma abordagem da qualidade vocacionada tanto para o projecto do produto, como dos respectivos processos.

Esta abordagem é ainda denominada de controlo de qualidade *off-line*, em que, esta é medida pelo desvio que determinados parâmetros funcionais (Appley e Kim, 2010) apresentam relativamente ao valor espectável. Segundo Taguchi (1986), existem factores terminologicamente denominados por "ruídos", tais como: temperatura, humidade, poeira, deterioração (sendo estes dos mais referidos pela literatura), etc., e que são os causadores desses desvios, cujo resultado é a perda de qualidade do produto. Tal prejuízo pode ser avaliado através de uma função "perda" através dos Cpm e dos Ppm (Lee e Tang, 2000), que foi inicialmente proposta por Taguchi (1986). Esta proposta visa determinar a função perda do produto, para a otimizar através de técnicas estatísticas. Estas análises permitem identificar os parâmetros óptimos de projecto, que minimizam ou eliminam as influências nefastas dos referidos factores "ruído", no desempenho do produto ou do DNP. Assim, em lugar de isolar o produto a desenvolver dos factores ruído, o que além de uma eventual difícil execução, encareceria sem dúvida, o processo produtivo, a engenharia robusta apresenta-se, ao invés, como uma proposta válida de realização de projectos que eliminem esses mesmos factores ruídos no produto. A intenção do método *Taguchi*, é a de obter produtos suficientemente robustos, de alta qualidade, no que concerne às eventuais flutuações que influenciem o ambiente envolvente do DNP e, até mesmo, as que venham a ocorrer no decurso do processo produtivo (Kang *et al.*, 2007). Em projecto robusto podem utilizar-se ferramentas de índole matemática, nomeadamente as denominadas matrizes ortogonais.

Em entrevista dada a Taguchi, na sequência do projecto robusto, o investigador avançou com o conceito de engenharia robusta<sup>43</sup>. Acerca do conceito referiu que *"uma tecnologia, um produto ou um processo são robustos quando o desempenho de sua função não sofre a influência de factores de ruído. Um produto robusto é "insensível" a esses factores. E o que são factores de ruído? São aqueles que se associam às condições de uso, às condições ambientais e o envelhecimento ou desgaste."* E acrescentou ainda que: *"a Engenharia Robusta é o sistema de engenharia que faz com que isto aconteça."* Sem dúvida que se podem apresentar como sendo factores de melhoria da fiabilidade, que começa desde logo na fase do projecto, e prosseguir depois na fase pós-projecto, ou seja, durante a vida útil do produto através da qualidade dos programas de manutenção a que for submetido.

#### **4.3.5.2 Projecto de Tolerâncias (*Tolerance Design*)**

No DFSS costuma usar-se a unidade defeitos por milhão de oportunidades (DPMO), de acordo com Santos (2009). Esta medição é a média do número de defeitos por unidade normalizada, no caso um milhão, observados durante uma amostra da produção média, dividida pelo número de oportunidades para a existência de um defeito no produto, sendo considerado um

---

<sup>43</sup> <http://www.qualiplus.com.br/blog-q/artigos/104-engenharia-robusta-uma-entrevista-com-shin-taguchi.html> (consulta efectuada em 29/03/2013).

defeito como a não conformidade com os requisitos. Estes requisitos são definidos na especificação ou tolerância dos produtos ou processos, ainda na fase de projecto do DNP e pode determinar uma ou mais formas de produção de cada uma das partes componentes, em detrimento da utilização de outros processos produtivos (Singh *et al.*, 2005). O projecto de tolerâncias ou de toleranciamento constitui-se, portanto, como uma ferramenta metodológica, que poderá usar ferramentas instrumentais, no sentido da optimização das tolerâncias, mesmo antes do próprio dimensionamento geométrico e mecânico (Creveling *et al.*, 2003; p.749).

Esta ferramenta metodológica no DNP, é por vezes utilizada em conjunto com o DFSS e com o projecto robusto (Zhang, *et al.*, 2010). A engenharia robusta não é compaginável com projectos com dimensionamentos largos das folgas toleradas, que terão custos de manutenção também fora dos critérios de uma produção SS (Hagen e Park, 2013). Trata-se pois, de um tipo de projecto destinado fundamentalmente à produção e construção de máquinas seus órgãos e componentes onde as folgas toleradas são função dos equilíbrios dinâmicos e da estabilidade estrutural.

As tolerâncias devem ser definidas durante o processo de desenvolvimento do produto. Elas devem ser estabelecidas, a fim de que os produtos possam ser facilmente montados, de modo a que eles possam desempenhar a respectiva função, com um ajustamento mínimo: com especificações devidamente projectadas podem reduzir o DPMO. Quando as especificações das tolerâncias são demasiado apertadas podem garantir-se com rigor os requisitos funcionais, no entanto, o produto não será porventura rentável. Quando as especificações das tolerâncias admitem maiores folgas, isso facilitará o processo de montagem e baixará os seus custos, mas o desempenho teria de ser mantido com recurso a frequentes trabalhos de manutenção. O projecto ideal é aquele cujo custo total se encontra optimizado (Wu *et al.*, 1998). Trata-se, portanto, de uma questão de avaliação de *trade-offs*.

Dois métodos diferentes podem ser usados para determinar as especificações de tolerância. Um deles é convencional e depende de experiências e percepção dos projectistas. A outra é um método de perda de função, que é baseado no custo de má qualidade. O método da função de perda também é chamado de método de optimização de tolerância.

A função de perda de tolerância de *Taguchi* é dada por Creveling *et al.* (2003; p.631 e seguintes), e encontra-se bem documentada em Lee e Tang (2000), e também foi já referida através da sua citação no projecto robusto. Muito do desenvolvimento matemático desta função passa pela elaboração e utilização de algoritmos específicos (Salcedo-Sanz *et al.*, 2012) e respectivos *software* para ajuda ao cálculo realizado através do computador, análise estatística mais elaborada como é o caso da ANOVA, ou do método de simulação *Monte Carlo* (Rout e Mittal, 2006) e ainda de outras ajudas tão diversas, tal como a análise de *Pareto* (Sivakumar *et al.*, 2011).

### 4.3.5.3 Projecto Modular

Relativamente ao “Projecto Modular” (“*Modular Design*”), da pesquisa efectuada verificou-se que, embora a “modularização” (que significa a introdução de subconjuntos, ou seja, de “módulos” nos produtos) enquanto estratégia de produção integrada das partes de múltiplos equipamentos, seja muito abordada pelos investigadores (veja-se i.e. Jacobs *et al.*, 2010), no entanto, do ponto de vista do projecto propriamente dito, a investigação é rarefeita e, além disso dicotómica. Tal significa que, os poucos autores que tratam a filosofia baseada no projecto modular, têm duas opiniões distintas do que é e em que consiste esta ferramenta metodológica. Uns entendem que da modularização decorrem produtos cada vez mais similares e menos inovativos cedendo-se na inovação (Salvador e Villena, 2013), mas ganhando-se na diminuição da complexidade dos mesmos (Dias, 2013; p.183). Outros, pelo contrário, avaliam a capacidade de introdução de módulos inovadores dos produtos como um factor de flexibilização do produto e ainda um factor de inovação não tanto do produto, mas dos processos produtivos (Huang *et al.*, 2010). Restará a dúvida quanto à inserção da modularização como ferramenta do projecto, se como base de soluções inovativas e criativas. Face às posições divididas dos autores, pareceu mais prudente classificar o projecto modular como uma ferramenta de suporte ao projecto, independentemente da questão referente ao contributo inovativo. Já ponto de vista do projecto, a modularização constitui-se como sendo uma ferramenta que lhe serve de suporte. Além disso, como poderá utilizar ferramentas instrumentais a sua implementação é sem dúvida estratégica e metodologicamente determinante. Assim, aborda-se a modularização como uma ferramenta metodológica.

Para Salvador e Villena (2013), o projecto modular corresponde à externalização ou *outsourcing*, tanto de partes de projecto, como de produção de partes ou componentes a terceiros (3pl), cuja integração é uma tarefa crucial tanto no que concerne às fases do projecto, como quando essa terciarização respeita ao processo produtivo. A integração dos fornecedores no DNP foi já tratada na presente investigação, tanto na descentralização das fases de projecto no Subcapítulo 3.1.5, como no SDI no Subcapítulo 4.3.2, referente à integração dos fornecedores, enquanto estratégia metodológica no desenvolvimento do projecto propriamente dito. Huang *et al.* (2010) apresentam o projecto modular pela faceta da partilha do conhecimento no DNP, e concluem que esta estratégia tem impactos positivos nas respectivas organizações e nos produtos desenvolvidos. Tal conclusão não é inesperada, e não parece dar um relevo decisivo a esta metodologia ainda pouco desenvolvida e ainda não definida com nitidez, do ponto de vista conceptual. Mas que referir sobre projectos que envolvam, posteriormente, uma produção sob a forma de módulos?

A modularização é uma prática relativamente antiga<sup>44</sup>, cujo início ocorreu no início da segunda metade do século XX, com utilização crescente na indústria automóvel em vários

---

<sup>44</sup> Pode compara-se com um sistema “LEGO”, cujo conceito se baseia em partes modulares de várias formas, tamanhos e cores que, encaixadas ao gosto e à imaginação do utilizador, permitem uma

tipos de órgãos, em especial, nas caixas de velocidades. Nessa época, (Orlicky, 1975; p.218) referia a modularização como uma “técnica” de reestruturar o produto por meio de uma lista de material de formato modular, e mostrava como, a partir da constituição modular, se podiam constituir listas de módulos para vários produtos distintos, levando com tal prática a poupanças e racionalização no processo produtivo.

De acordo com (Dornier *et al.*, 1998; p.40, 256 e 257), a modularização é uma abordagem de concepção do produto, em que este é constituído e montado a partir de um conjunto de unidades modulares ou subconjuntos, standardizados. Diferentes combinações de montagem destas unidades modulares, em certas circunstâncias podem resultar em novas gamas ou variedades de produtos finais, também eles diferentes entre si.

Pode, portanto, concluir-se que esta metodologia de concepção modular do produto, a partir da normalização das partes constituintes, lhe introduz uma grande margem de flexibilidade quanto à variedade de gama do produto final. Embora proporcione, fundamentalmente, economias de escala (*scale*), dada a variedade de produtos finais que permite, também potencia em certas circunstâncias, economias de diversidade ou gama (*scope*), também de acordo com (Dornier *et al.*, 1998; p.40, 256 e 257). Relativamente à modularização que reporta a este tipo de “projecto modularizado”, consiste na prática de projecto, produção e montagem de produtos completos, a partir de diferentes módulos provenientes de várias fontes, tal como ocorre e.g. na montagem modular de computadores, automóveis, etc. Além disso, a sua implementação favorece as várias formas de externalização, *outsourcing*, subcontratação, ou outros tipos de partneriatos, com vista à produção e obtenção das unidades modulares ou subconjuntos (Dornier *et al.*, 1998; p.40, 256 e 257).

Esta característica, terá certamente conduzido à conexão conceptual que Salvador e Villena (2013) efectuaram, na abordagem do projecto modularizado no DNP, com o envolvimento dos fornecedores externos. Mas não se pode afirmar que os novos produtos que resultam deste tipo de projecto sejam muito inovadores.

Com efeito, conforme expressa (Dias 2013; p.183 e 184), aponta-se à modularização a importante desvantagem de criar produtos cada vez mais idênticos, coarctando a inovação e a criatividade, impedindo assim, uma maior possibilidade de diversidade e mudança. Isto porque, da modularização, advém uma forte acção sobre a diminuição do ritmo e complexidade do processo de inovação no controlo do próprio processo de mudança. Trata-se, portanto, de uma estratégia que reduz a complexidade na produção. Isto é compreensível, pois está na génese do próprio projecto minimizar o número de módulos, e em contrapartida, maximizar o maior número possível de produtos fabricados com esses mesmos módulos.

---

multiplicidade de combinações. Este tipo de sistemas de lazer, produzido desde meados da década de 1950 do século XX, popularizou-se em todo o mundo até aos dias de hoje, e com módulos cada vez mais sofisticados.

Ainda de acordo com Dias (2013; p.183 e 184), ao evitar a proliferação de uma cada vez maior diversidade de produtos fabricados com componentes sempre diferentes sem aproveitar combinações, complementaridades e/ou melhorias dos já existentes, ou seja, cerceando estas possibilidades, minimiza-se a complexidade na produção, e concomitantemente, insustentáveis níveis de incerteza, o que deste ponto de vista constituirá uma vantagem. Ao tornar-se a produção mais normalizada, troca-se a inovação obtida através da utilização de componentes mais variados e extravagantes, pela redução do nível de complexidade que emana das redes. Este facto mostra que, embora a produção modularizada (desenvolvida pelo projecto modularizado) seja porventura útil no desenvolvimento incremental dos produtos, ao cercear a criatividade e a diversidade, não torna este tipo de projecto atractivo ou útil no projecto de DNP de índole radical (associado à inovação radical), relativamente aos produtos das gerações anteriores. Apesar de Martins (2003; p.47 e 48) referir que o projecto modular diminui sensivelmente o tempo de desenvolvimento do produto, e Jacobs *et al.* (2010) chegarem a conclusão similar, dado que, traduzem redução do tempo por redução de custos, conclui-se assim, quanto a esta limitação do projecto modularizado, que terá possibilidades de ser aplicável em ROS, mas muito diminutas quando em situações que exijam BOS. Sempre que no decurso do projecto de modularização no DNP, ocorrem problemas inovativos na concepção dos módulos, pode recorrer-se, e.g., à combinação com o TRIZ, tal como evidenciam com Xu *et al.* (2008), ou ainda de índole criativa, com a utilização do projecto criativo, de acordo com Zheng *et al.* (2002), Qiao *et al.* (2009) e Zheng e Li (2011).

#### **4.3.6 Ferramentas de Apoio à Decisão**

Finalmente abordam-se mais duas ferramentas: uma instrumental, o já várias vezes referido AHP e outra metodológica e de muita utilidade no DNP, o CBR. Atribuiu-se-lhes uma classificação, que se denominou de “ferramentas de apoio à decisão” em processos de DNP.

##### **4.3.6.1 Analytical Hierarchy Process (AHP)**

Não existem fortes evidências de utilização pelas empresas desta ferramenta como se pode ver da tabela 4-1, (Yeh *et al.*, 2010) de que não faz parte. Da parte dos académicos a investigação é relevante (ver os grafos ilustrados nos gráficos 4-1 e 4-2) e da consulta da *web of science*, é importante a quantidade de artigos (Anexo I) associáveis tema. No entanto, ainda de acordo com os grafos, é evidente a sua complementaridade com um vasto leque de ferramentas metodológicas. Nos seus respectivos livros, Creveling *et al.* (2003) e Yang e El-Haik (2009), não se referem a esta ferramenta. No entanto não deixará de se lhe fazer uma abordagem, ainda que ligeira. Baseada em matemática e psicologia, ela foi desenvolvida na década de 1970 por Thomas Saaty (Saaty, 1980), na Escola *Wharton* da Universidade da Pensilvânia.

Trata-se de uma ferramenta de apoio à decisão no âmbito do projecto de DNP. De acordo com Chin *et al.* (2008) e Chan *et al.* (2006), o AHP é uma metodologia muito útil na triagem e hierarquização das diversas decisões que devem ser tomadas nas empresas que se dediquem

ao DNP, fundamentalmente no tocante às diversas alternativas em apreço. Apesar de possuir diversas características consideradas interessantes ao fim em vista, ainda de acordo com Chin *et al.* (2008), a ferramenta tem duas limitações relevantes:

1. Em primeiro lugar, a incapacidade de se lidar com o problema da incerteza, e este não pode deixar de se considerar um problema sério. Devido à consideração de um grande número de critérios quantitativos e qualitativos e pela falta de dados suficientes e concretos, é frequente a situação em que os membros do grupo do projecto de DNP têm de tomar decisões nas referidas situações de incerteza<sup>45</sup>.
2. Em segundo lugar o problema da reversão da classificação das alternativas para o novo produto, de acordo com uma dada hierarquia. Conforme explicam Chin *et al.* (2008), as causas deste problema têm sido analisadas por vários investigadores e são: a normalização dos valores relativos das alternativas propostas em cada critério e a ponderação da fórmula de cálculo que leva à pontuação total de cada alternativa. Ou seja: tal como noutras ferramentas ou técnicas, e.g. o DEA ou, na fase do projecto aquando das especificações do produto ou ainda no caso já abordado da HOQ, a ponderação (atribuição de pesos) de factores e critérios é um exercício essencial, e que deve ser realizado de uma maneira tão fiável quanto possível. Tais critérios precisam ser considerados e avaliados nas fases de projecto, como foi já referido e, à semelhança dos outros métodos, a solução pode passar pelo envolvimento de um grupo de especialistas multifuncionais (*Fuzzy Delphi*).

De acordo com Ayag e Ozdemir (2009), na obtenção da hierarquia adoptada para a tomada das decisões, a aplicação da ferramenta AHP, permite a distribuição e selecção dos objectivos mais importantes entre os diversos comparados e em apreciação. Nesta ferramenta, não é só a importância dos atributos mas a importância das alternativas, elas-próprias, que por sua vez influenciam a importância dos atributos.

Tal implica a necessidade de uma abordagem holística, dada a interacção entre atributos e alternativas, que se constituem como uma rede de interconexões que aceitam essa multiplicidade de dependências. É esta dificuldade que, muitas vezes, impede uma hierarquização estruturada das decisões a tomar, incluindo na decisão respeitante à escolha de solução final de um problema quando em presença de várias soluções alternativas (e não apenas uma) e conseqüentemente a aplicação fiável do AHP. Não deixa de ser um grande desafio para a equipa de projecto do produto consultar os peritos e especialistas, de forma a tornar científica a decisão de triagem que pode ser obtida com base na experiência (CBR), uma ferramenta específica a abordar um pouco adiante. A aplicação do AHP envolve normalmente a síntese matemática dos diversos julgamentos (é corrente serem realizadas dezenas de julgamentos, dado que muitas vezes os julgamentos têm de ser revistos) sobre o problema da decisão, visto que as comparações entre os atributos e as alternativas são

---

<sup>45</sup> Ver Subcapítulo 2.3

registadas em matrizes específicas, no seguimento de várias fases de desenvolvimento do método. É comum o uso de um entre os vários modelos de *software* disponíveis no mercado para a entrada dos dados e obtenção da síntese dos resultados. Resumindo: a ferramenta AHP, qualitativa e quantitativa que pode ser usada numa vasta gama de novos produtos, constitui-se como sendo um precioso auxiliar de resolução de problemas complexos, de hierarquização, por via da rede de interconexões referida. Trata-se pois, do ponto de vista do presente trabalho, de uma ferramenta instrumental e não metodológica.

#### **4.3.6.2 Case-Based Reasoning (CBR)**

O CBR é uma ferramenta metodológica que, de acordo com Virkki-Hatakka *et al.* (1997), aparece associada a outras e de suporte à decisão em projectos de DNP. O CBR, que corresponde em terminologia portuguesa à expressão “raciocínio baseado em casos” (RBC), é uma ferramenta que se destina a resolver novos problemas, adaptando soluções utilizadas na resolução de problemas anteriores. Ou seja, o substrato essencial do CBR é o de que problemas similares poderão ter soluções também similares (Avramenko e Kraslawski, 2006).

Em 1983, Janet Kolodner desenvolveu a primeira versão do CBR baseado no modelo de “memória dinâmica” de Schank (1982), que serviu de suporte para novos sistemas CBR (Robles *et al.*, 2009). Esta técnica a par de outras actuais, como e.g., a constituição de um portfólio ou uma adequada base de dados, podem considerar-se ferramentas instrumentais, cuja utilização pode ser de uso corrente no DNP e incorporada nos seus processos de gestão. As principais características do CBR são, em primeiro lugar, a obtenção do conhecimento a partir de casos ou experiências, com que o próprio sistema se depara. Depois, a identificação das características mais relevantes dos casos conhecidos, a fim de devolver uma melhor solução para o novo problema. O arquivamento do(s) caso(s) e sua(s) respectiva(s) solução(ões) para memória futura, é efectuado eventualmente através da construção de uma adequada base de dados. A qualidade de um sistema CBR depende da experiência acumulada, ou seja, do número de casos relevantes que farão parte dessa base de casos. No entanto, de acordo com Robles *et al.* (2009) esta ferramenta metodológica assenta em soluções que tiveram êxito no passado, pelo que o projecto de DNP pode ser acelerado, mas a panóplia de soluções é limitada e a criatividade não é muito estimulada. Por via desta conclusão, o CBR, não é uma ferramenta adequada a soluções de inovação disruptiva e/ou estratégias do tipo BOS.

De acordo com Virkki-Hatakka *et al.* (1997), há cinco etapas na aplicação do CBR:

1. Introdução de um novo problema;
2. Recuperação dos casos mais similares;
3. Adaptação das soluções mais semelhante ao da solução actual;
4. Validação e actualização do sistema;
5. Adição da nova solução encontrada ao banco de dados.

Estes procedimentos implicam a necessidade de realizar uma selecção de informação (i.e. um sistema de banco de dados), que supostamente contenha o conhecimento necessário à

solução do problema em análise. Relativamente ao novo problema propriamente dito, será crucial obter a informação que permita a definição dos atributos relevantes a utilizar na solução. Não se podem deixar de definir índices ou indexar os casos, para que seja possível a sua recuperação, sempre e quando for necessário.

Na indexação deve decidir-se o que armazenar em cada novo caso, encontrando uma estrutura apropriada para a descrição dos seus conteúdos, e decidir como deve ser armazenada ou carregada a base de casos. Finalmente, é necessário definir os métodos de recuperação de casos contidos na base, para verificação da similaridade entre estes e os novos problemas. Robles *et al.* (2009) apresentam o ciclo CBR de uma forma mais integrada, como se mostra na ilustração 4-31.

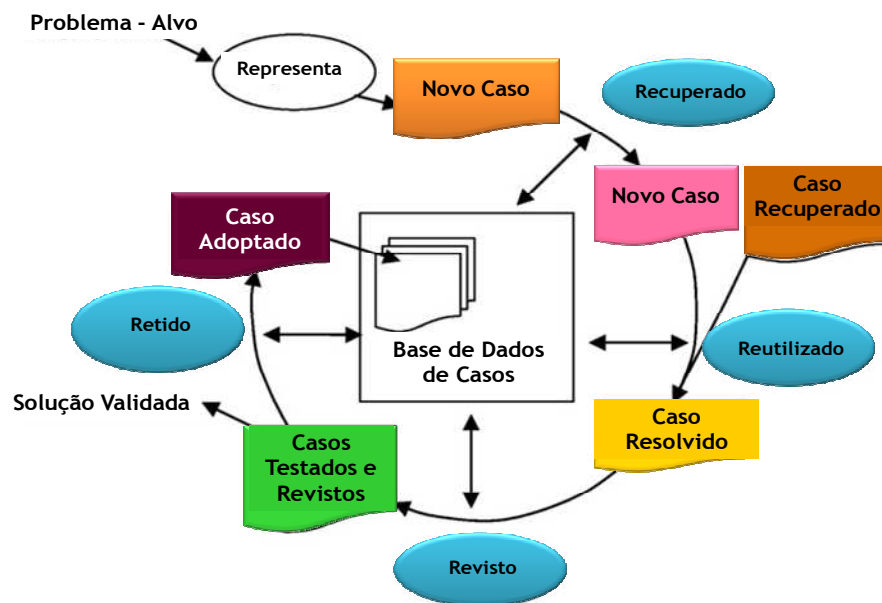


Ilustração 4-31 - Ciclo CBR.  
 Fonte: Adaptação de Robles *et al.* (2009)

A adaptação de casos pode ter de ser realizada através de um trabalho criativo de adequação. No entanto, pode ocorrer que muitas soluções possam adoptar-se directamente. São possíveis diversas formas de representação do CBR para os diferentes casos, sendo que, cada caso é um caso. No entanto, o mais utilizado consiste num vector de valor característico equivalente ao seu par similar, no desenvolvimento do problema, e descrição da respectiva solução. Quanto a esta descrição, ela baseia-se nas propriedades relevantes que caracterizam o problema e em problemas de engenharia, que podem ser diversas tais como: componentes; módulos; caudais; pressões; temperaturas; etc. (Dias<sup>a</sup> *et al.*, 2012).

#### 4.4 Nota conclusiva e adequação do modelo preliminar

Aquando do encerramento do Capítulo 3, avançou-se com um contributo preliminar para a proposta de modelo final do presente trabalho. Aí induziu-se a necessidade de utilização de ferramentas adequadas à resolução de problema de DNP. No presente capítulo, com recurso à

literatura existente e em primeiro lugar, abordaram-se as ferramentas no seu conjunto e de forma individualizada. Constatou-se da variedade e utilidade dessas ferramentas, umas mais estruturantes que foram designadas de ferramentas metodológicas e, além destas, outras de suporte à materialização das primeiras, técnicas ou outras e que se classificaram de instrumentais, apesar de se verificar que, nalgumas situações, recorrem ao apoio de uma ou outra metodológica. Como qualquer classificação, esta não é estanque pelo que, nalgumas circunstâncias será possível dar-lhes uso diverso daquele que aqui lhe foi atribuído. Uma dificuldade conceptual que se tentou contornar em conformidade à terminologia assumida. Escolheram-se 22 ferramentas das quais 10 metodológicas e 12 de suporte ou instrumentais tendo-se analisado a amostra colhida da *web of science*, cerca de doze mil artigos (Anexo I) publicados até final de 2013. Identificaram-se e utilizaram-se seis tipos de ferramentas que foram analisadas do seguinte modo:

- Ferramentas que promovem soluções ou que resolvem problemas de forma inovativa e criativa (TRIZ, projectos, criativo, axiomático, análise de *Pugh*, DOE e DFX nas suas vertentes específicas);
- Em segundo lugar o SDI no DNP, enquanto ferramenta metodológica apesar da sua dimensão mais reduzida face ao peso das restantes na base amostral avaliada;
- Em terceiro lugar a função qualidade no suporte ao DNP, destacando-se o QFD, enquanto ferramenta metodológica associada a uma panóplia de ferramentas instrumentais, tais como: o modelo de *Kano*; a HOQ; os BSC com a definição dos KPIs; a FMEA; o diagrama de causa-efeito (espinha de peixe ou *Ishikawa*); bem como a análise de *Pareto* (ou análise ABC);
- Em quarto lugar foi a vez da análise das ferramentas de suporte ao projecto de produtos objecto de produção zero defeitos, com introdução à produção SS e do DFSS, esta sim uma ferramenta metodológica, considerando-se também os seus diversos ciclos enquanto ferramentas instrumentais;
- Em quinto lugar abordaram-se mais três ferramentas metodológicas de suporte ao projecto de DNP: os projectos robusto; de toleranciamento e modular;
- Finalmente abordaram-se as ferramentas de apoio à decisão, uma instrumental, o AHP e outra metodológica, o CBR;
- De referir que foram também abordadas ferramentas instrumentais de apoio à decisão, o modelo DEA e o painel *Delphi*.

Relativamente a estas duas ferramentas de suporte, no primeiro caso especificamente para avaliação de desempenho e *benchmarking* e, no segundo para a detecção e selecção de factores críticos de projecto, são analisadas no presente trabalho em locais distintos. O DEA, no Subcapítulo 2.4, referente às áreas sistémicas do DNP e o método *Delphi*, no Subcapítulo 6.1.1, referente a uma das metodologias específicas de validação empírica do presente trabalho de investigação. Refira-se ainda nesta nota conclusiva, a confirmação da evidência

da verificação do constructo reconhecido no Subcapítulo 1.5: de que *o DNP se serve de metodologias, técnicas e ferramentas*.

Deve notar-se ainda uma teoria existente que poderia ser considerada ferramenta metodológica, eventualmente de apoio ao projecto, inovativa ou até criativa, denominada *concept knowledge (c-k) design theory*, cujos autores são Hatchuel e Weill (2003), e que retomam o assunto nos trabalhos Hatchuel e Weill (2009) e Hatchuel *et al.* (2011). Da *web of science* verifica-se que esta teoria, trabalhada por estes autores, é muito pouco referida e/ou utilizada por outros. Trata-se, portanto, de um conceito muito teórico de projecto ainda muito pouco experimentado. Esta teoria aborda a disjunção existente entre “o espaço do conceito C” e “o espaço do conhecimento K”, que em ambiente criativo e inovador, deve ser transformada de uma forma dinâmica em conjugação para a resolução dos problemas, que emanam do projecto de DNP. Como critério da presente investigação não foram abordadas diversas ferramentas, pelo facto de não serem minimamente experimentadas ou conhecidas. Assim, também se seguiu o mesmo critério para a teoria C-K, enquanto contributo para o modelo abrangente a que se pretende chegar.

Da interconexão entre as 22 ferramentas analisadas vai ser produzido, no Capítulo 5, um ferramental, abrangente e integrado de tudo o que concerne à concepção e desenvolvimento de novos produtos, que incorporará as ferramentas analisadas neste Capítulo, enquanto caminhos de abordagem e soluções para problemas que surgem no decorrer dos processos do DNP, de acordo com a ilustração 4-32.

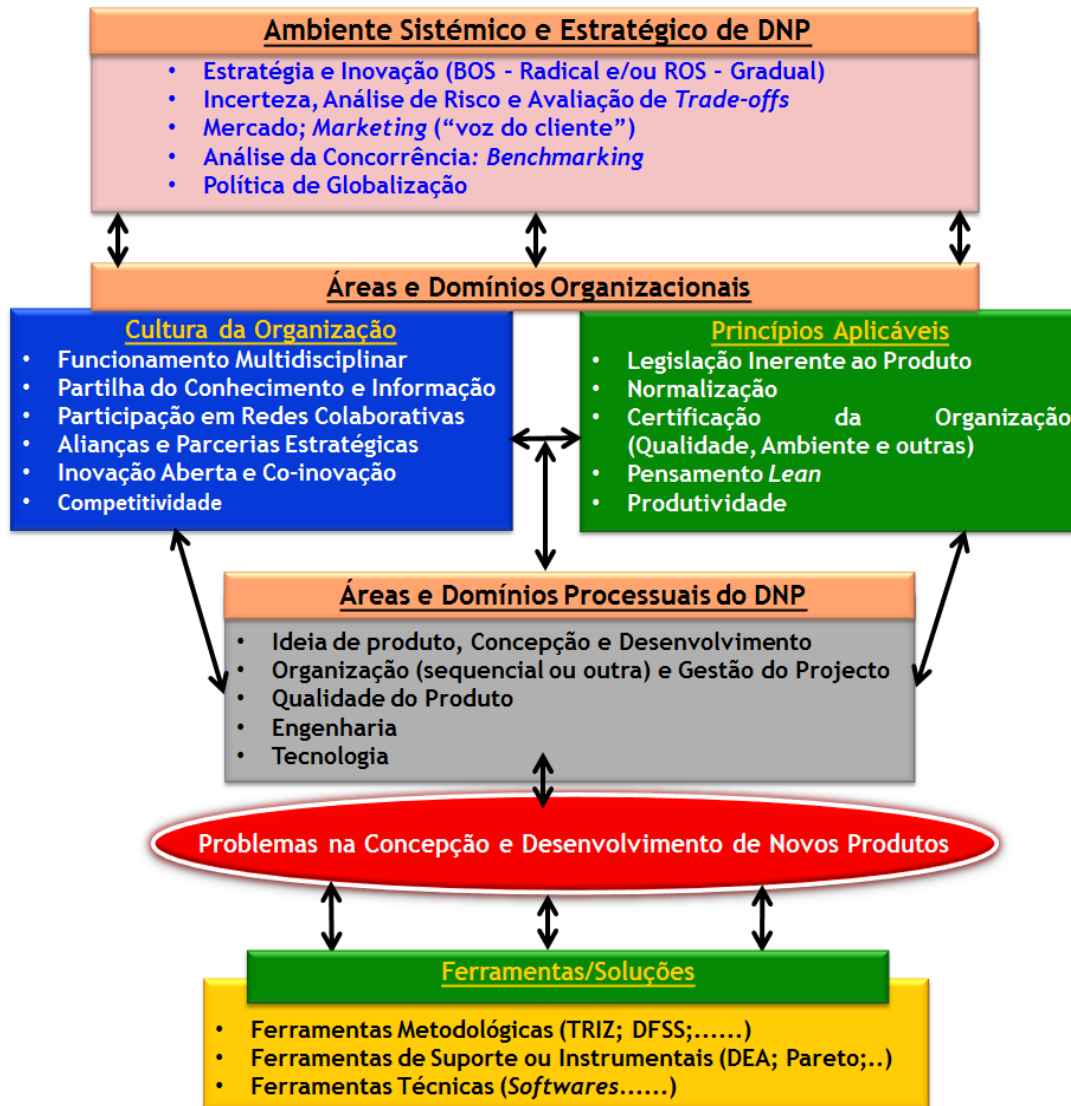


Ilustração 4-32 - Evolução do contributo para o modelo final de concepção e desenvolvimento de novos produtos.

## Capítulo 5

### Modelo Abrangente e Integrado de DNP

O presente trabalho aproxima-se do objectivo inicialmente enunciado: a busca de um modelo holístico e sistémico que abarque estratégias, ferramentas metodológicas ou outros parâmetros que garantam o maior espectro possível de inovação com vista ao DNP. Aliás, durante uma fase prévia à própria investigação foram enunciadas diversas asserções basilares ou constructos dos quais se destacava o seguinte: “a construção de modelos de DNP pode ser tratada e aperfeiçoada cientificamente”.

Este Capítulo inicia-se com uma abordagem genérica e teórica sobre sistemas e modelos, funções e objectivos, bem como as suas principais características. Através da revisão da literatura, e de uma forma dedutiva, realizou-se um levantamento tão exaustivo quanto possível, do actual estado da arte. Analisam-se e avaliam-se alguns modelos existentes, relativamente aos quais se detectou serem parcelares face aos objectivos propostos neste trabalho. Foram especialmente seleccionados para um estudo mais aprofundado três propostas: Nunes (2004); Mendes (2008) e Waal e Knott (2010).

Para o conjunto, verificou-se a inexistência de integração de ferramentas de DNP nos respectivos modelos, tendo ficado evidente que, em qualquer caso, não eram ou pretendiam ser abrangentes ou integradores. Ou seja, nunca evidenciaram o papel e campo de aplicação específico das ferramentas e o seu contributo sistémico, nem sequer foram seleccionadas e classificadas com base nalgum critério. Também não evidenciaram pretender assumir a integração de áreas ou domínios, estratégicos, organizacionais ou processuais do DNP. Provavelmente tal não caberia no âmbito desses mesmos trabalhos.

A presente investigação teórica foi conduzida de forma explanatória através de uma estratégia dedutiva-indutiva, como já foi referido no Subcapítulo 1.7.2. Assim se chegou a um Modelo Abrangente e Integrado de DNP, que por via destas iniciais se denominará por “MAIDNP”.

#### 5.1 Introdução teórica

##### 5.1.1 O Conceito de “Sistema”

Um mundo complexo necessita de modelos para que possa ser compreendido pelos seres humanos. Trata-se de uma afirmação de Velten (2009; p.1) logo no início do seu trabalho “*Mathematical Modeling and Simulation*”. Este autor associa a necessidade de criação de modelos à compreensão dos sistemas que lhe estão subjacentes. Assim, para Velten (2009; p.8), um sistema corresponde a um objecto ou colecção de objectos cujas propriedades se pretendem estudar e conhecer. Dias (2013; p.77) apresenta uma definição de sistema um

pouco mais abrangente: o autor concebe um sistema como sendo um conjunto formado por partes e subpartes, que funciona com muitas interdependências, que interagem como um todo integrado e coerente e com capacidade de influenciar o meio que lhe é exterior, ao mesmo tempo que também é influenciável pelo que se passa nessa envolvente externa.

Da termodinâmica são conhecidos os respectivos sistemas que tanto podem ser estáticos (ou em movimento com velocidade constante) e, nestas condições, estudados em situação de equilíbrio, ou dinâmicos (com velocidades e acelerações variáveis) de análise comportamental complexa. Na mecânica, tal como noutras ciências, existem sistemas inanimados que tanto podem estar em equilíbrio com abordagens suportadas por modelos matemáticos rigorosos, ou em situações dinâmicas de difícil análise e controlo.

Existem, no entanto, sistemas dinâmicos ainda mais complexos dado estarem associados ao comportamento dos seres vivos, animados, e no caso dos humanos traduzidos por modelos adequados às várias áreas científicas tanto na economia, como na gestão, nas ciências sociais e comportamentais, etc. Nestes casos são denominados SAC ou ACS, sendo corrente detectar fenómenos estranhos, embora típicos, do seu próprio funcionamento. Uma ilustração deste fenómeno: toma-se uma decisão para se chegar a um dado estágio de evolução de um dado SAC e no fim, paradoxalmente, chega-se ao ponto oposto onde seria de todo indesejável e impensável ter-se chegado (Stacey, 1995; p.22 a 24).

Mais ainda: nos SAC é seguro que o todo é diferente do somatório das respectivas partes (Battram, 1997; p.231), não se lhe podendo, por isso, ser aplicadas as matemáticas convencionais da continuidade e dos meios contínuos ou sequer dos fenómenos discretos. Tal significa que, os dados do passado são, na maior parte das vezes, irrelevantes para a previsão dos acontecimentos do futuro. Ou seja, não se poderá prever o imprevisível (Cunha, 2007; p.107 e seguintes). Quando muito detectam-se padrões, nem sequer probabilidades, e muito menos resultados exactos e relacionamentos.

De acordo com Garcia (2001; p.54), ao lidar com a complexidade, o único objectivo viável de uma investigação é a compreensão e não a previsão. Esta asserção é muito relevante, visto que um modelo conceptual enquanto resultado de uma investigação, tal como a presente, servirá melhor a compreensão, sendo sempre possível adequá-lo e flexibilizá-lo a uma realidade complexa, mutante e adaptativa. Assim se passará ao longo do tempo e em cada instante, da comparação sistemática do modelo conceptual ao real ou funcional, através da adaptação aos casos de estudo das indústrias e dos mercados, como é o caso da concepção e desenvolvimento de novos produtos.

Relativamente à detecção de padrões, com o apoio da teoria ou ciência da complexidade, já é possível realizar abordagens com alguma credibilidade (Guedes, 1999; p.117 e seguintes). A geometria desta ciência não é euclidiana, mas fractal o que significa ser auto-semelhante nas escalas, tanto para o infinitamente pequeno como para o infinitamente grande (Guedes,

1999; p.180 e seguintes). Assim, da análise de grande quantidade de modelos representativos de sistemas dinâmicos não lineares evidenciam-se, de acordo com Garcia (2001), duas características fundamentais: auto-organização e evolução.

**Tabela 5-1 - Conceitos de Complexidade.**

Fonte: Garcia (2001; p.40).

<b>Auto-Organização</b>	<b>Evolução</b>
Emergência	Sensibilidade
Hierarquia	Bifurcação
Auto-Semelhança	Dependência de Percurso
Retro-alimentação ou <i>Feedback</i>	Criticalidade
Atractores	Co-Evolução

A capacidade dos SAC se auto-organizarem é detectada através dos seguintes fenómenos típicos: “emergência” (resposta a novas solicitações); “hierarquia” (eu e os outros; autopoiese<sup>46</sup>); “auto-semelhança” (geometria fractal<sup>47</sup>, não euclidiana); “retroacção” ou “*feedback*” (capacidade dos *outputs* influenciarem os novos *inputs*) e os “atractores” (um atractor - que funciona como padrão - pode ser definido como o conjunto de comportamentos característicos para o qual o sistema dinâmico evoluiu independentemente do ponto de partida<sup>48</sup>).

Quanto à capacidade destes sistemas evoluírem, tal é detectado de através da “sensibilidade” (às condições iniciais ou efeito borboleta<sup>49</sup>), “bifurcação” (capacidade de gerar alternativa), “dependência do percurso” (o ponto seguinte depende apenas do ponto anterior e assim sucessivamente), “criticalidade” (massa ou dimensão crítica que o sistema suporta sem se autodestruir) e “co-evolução” (capacidade de cada elemento evoluir em conjunto com os outros elementos do sistema). Sobre o tema da complexidade e dos SAC associados à gestão, podem ser consultados alguns trabalhos básicos e elucidativos, e por isso mais antigos: Stacey (2001), Battram (1997), Guedes (1999), Garcia (2001), Louçã (2001) e

<sup>46</sup> De acordo com Battram (1997; p.249 e seguintes), autopoiese significa auto-realização, ou seja um processo pelo qual as criaturas vivas se recriam e conservam constantemente a elas e à sua identidade: a separação entre o “eu” e o “não eu” (os outros). Trata-se de uma forma genuinamente nova de considerar os SAC.

<sup>47</sup> “Fractal” significa fracção auto-semelhante e é a simetria através das escalas, ou a propriedade de fracturar em modelos semelhantes, de acordo com Gleick (1989; p.141). A dimensão fractal mede o constante grau de irregularidade de um modelo caótico (Stacey, 1995; p.547).

<sup>48</sup> Um exemplo clássico que pode ser utilizado para a descrição de um atractor pode ser dado por uma bola rolando sobre um plano. Devido ao efeito do atrito, o movimento da bola tenderá a convergir sempre para uma situação cuja velocidade será nula. Este será então o atractor - o movimento zero (Gleick, 1989; p.275).

<sup>49</sup> De acordo com Gleick (1989; p.31 e seguintes): “a noção de que uma borboleta que agite o ar, hoje em Pequim, pode influenciar tempestades em Nova York no próximo mês” (expressão atribuída a Edward Norton Lorenz, meteorologista, filósofo e matemático que viveu entre 1917 e 2008, muito conhecido pela teoria do caos por volta da década de 60 do século XX). O efeito borboleta traduz-se no princípio da elevada sensibilidade destes sistemas às condições de partida (iniciais).

Choi *et al.* (2001). Porém, não parece ser demais insistir que, vários autores concluem que nos SAC os dados do passado são quase irrelevantes para prever o futuro. Tal conclusão arrasadora de projectos vultuosos, destinados ao futuro, mas assentes em dados conservados do passado. Este paradigma obriga à pesquisa de estratégias inovadoras e à adopção de novos parâmetros de gestão desses mesmos projectos.

### 5.1.2 O que se entende por “Modelo”

Sobre modelos, e de uma forma tão sucinta quanto possível, poderá referir-se que existem quatro grandes tipos de modelos (Velten, 2009; p.3 a 13 e Cousins, 2013):

1. Conceptuais ou verbais, que correspondem a descrições figurativas ou narrativas de ligações e suas inter-relações;
2. Diagramáticos, que se representam por diagramas;
3. Físicos, que correspondem a representações de pontes, barragens aviões, entre outras;
4. Analíticos, que são escritos em linguagem matemática.

Nestes vários tipos de modelos, podem representar-se sistemas em equilíbrio, sistemas dinâmicos e, dentro destes, aqueles que conceptualizam realidades da própria natureza da vida e dos seres vivos, que sendo dinâmicos se designaram por SAC, também associados aos fenómenos da formação ou autoformação de redes (Velten, 2009; p.3 a 13).

No presente trabalho pareceu adequado incluir os modelos diagramáticos que, daqui em diante se designam por modelos conceptuais, já que o diagrama apresenta e/ou representa um conceito, tanto ou melhor, que uma simples narrativa ou até mesmo uma descrição figurativa tal como refere (Cousins, 2013). Dado que o principal objectivo desta investigação é o de encontrar um modelo de referência abrangente (holístico) por via indutiva, que como se verificou da revisão da literatura efectuada até esta etapa, não poderá ou deverá ser analítico (matemático, computacional) e muito menos físico (como em muitos casos da física experimental, ou da própria engenharia de estruturas, ou outra capaz de ser simulada por modelos físicos e até mesmo computacionais). Assim, parece ser lógica a abordagem aos modelos conceptuais no Subcapítulo seguinte.

### 5.1.3 Os Modelos Conceptuais

O que se pode considerar por modelo conceptual, ou também por vezes designado por quadro de referência metodológico? De acordo com Preece *et al.* (2002), um modelo conceptual é uma descrição abstracta do sistema proposto, em termos de um conjunto integrado de ideias e conceitos sobre o que deve fazer-se, como deve comportar-se e mostrar-se, de maneira que seja entendível pelos utilizadores da forma pretendida.

De acordo com Johnson e Henderson (2002; p.26), um modelo conceptual é uma descrição de elevado nível de como um sistema está organizado, funciona ou opera. Ou seja: trata-se em qualquer dos casos de uma definição, que faz surgir a necessidade de pensar na forma como o

sistema se desvenda perante os utilizadores. Nestas condições, o espaço do problema em estudo descreve-se através de um modelo conceptual adequado ao modelo mental do utilizador que, pensando, influencia mais o desenvolvimento de determinados modelos mentais para a interacção, em detrimento de outros.

Os modelos mentais são especialmente estudados pelas ciências da psicologia. Preece *et al.* (2002) aconselham que é imprescindível entender e estruturar o problema no seu próprio espaço, entendendo por “próprio espaço” o seu contexto. Assim, entender correctamente o contexto do problema, traz informação útil para o espaço do projecto em apreço, pelo que, antes de decidir sobre estes contextos, é necessário formular um adequado modelo conceptual, construído de acordo com certas etapas.

De acordo com os autores Preece *et al.* (2002) e Cunha e Gonçalves (2003), há muitas formas de classificar os modelos conceptuais, e apontam duas: a primeira, baseada em actividades e objectos (i.e., descrições); e a segunda, em termos de metáforas de interfaces (i.e., esquemas, desenhos, diagramas, etc.). Ainda de acordo com Preece *et al.* (2002), colocam-se um conjunto de questões para a referida formulação de modelos conceptuais:

- Em primeiro lugar, sobre qual deverá ser o contexto durante a execução das tarefas, e como é que o sistema as vai suportar depois;
- De seguida, sobre qual o tipo de metáfora de interface se vai adequar. E para além disso, se a metáfora será necessária;
- Finalmente, sobre quais os modos e estilos de interacção que se adequam.

De acordo com as próximas etapas deste mesmo Capítulo, se concluirá pela necessidade de um modelo conceptual de metáfora de interface, ou seja, pela construção de um esquema ou quadro geral de referência metodológico. Em abono desta opinião e relativamente ao DNP, Suarez (2009; p.23), citado por Cardoso (2010), confirma que: “*um modelo de referência inovativo incorpora as melhores práticas com rotinas, etapas e ferramentas de forma a aumentar as possibilidades de êxito do novo produto*”.

Sobre a teoria do desenvolvimento de modelos conceptuais, é muito curiosa a forma como Cousins (2013) elogia um outro autor pela sua capacidade em induzir e intuir visualmente este tipo de modelos, ao serviço do empirismo e incluindo fenómenos que envolvem complexidade. Ou seja: a metodologia hipotético-dedutiva exige intuição e visualização mental. Muitas das vezes, tal indução implicou muita leitura, discussão, releitura, debate, etc. Foram Mark e Henry (2004) que retrataram a versão de modelo conceptual como um modelo de lógica, um termo que acentua a sua utilidade enquanto analogia da própria realidade.

Daí ter-se atrás referido a sistemática comparação do modelo conceptual com o funcional (o que existe realmente e que funciona), de modo a sintonizá-lo sistematicamente com a realidade existente, ou até mesmo, com a realidade futura que se pretende. De modo a criar a visão mental e a intuição necessárias para se atingir o objectivo desta investigação, torna-

se inevitável estudar junto da literatura existente alguns modelos, já testados, que tenham alguma base aproximativa à realidade (Paula e Ribeiro, 2007). Será um modelo de referência conceptual e funcionará como um referencial genérico útil e passível de ser aplicado com êxito, a um processo empresarial também genérico de estruturação e concepção de DNP. Na fase empírica o modelo conceptual poderá transformar-se, se for caso disso num modelo efectivamente funcional.

#### 5.1.4 Uma abordagem Holística?

Inicialmente na “Introdução” (Capítulo 1), foi referido o significado do conceito de holismo e dos sistemas considerados holísticos. De qualquer forma não se pode afirmar que as opiniões sejam coincidentes ou que não tenham, inclusive, evoluído com o decorrer do tempo.

Apesar do conceito de sistema ser estendido ao holismo - o todo que é diferente do somatório das suas partes constitutivas - segundo Fonseca *et al.* (2001; p.7), mas apenas enquanto o enfoque é colocado no sistema integral, em vez de o ser nas unidades internas, através das quais as partes trabalham umas com as outras, para desempenhar uma missão particular. Os autores sustentam que essas partes não existem independentemente umas das outras, antes sendo o resultado das interacções existentes do sistema consigo mesmo. Dir-se-á que o todo holístico interage consigo próprio, mas não altera o meio envolvente.

Os teóricos da complexidade e complexologistas, no entender de Guedes (1999; p.117), propõem o contextualismo ou abrangência total como método sistémico, dado que no seu entender, e também na opinião de Fonseca *et al.* (2001; p.7), o holismo apenas valoriza o sistema e não o meio. É por isso que, segundo estes autores, os sistemas além de serem estudados por dentro na interacção das suas partes (holismo), como uma unidade em si, o deverem ser além disso, como uma unidade em interacção com o seu meio e com outros sistemas num espaço necessariamente adaptativo. Ou seja: uma abordagem holística é menos integral do que outra, mais sistémica, quando considera o sistema interagindo com outros sistemas que lhe são exteriores.

Aliás, Ackoff (2001) refere que a perspectiva holística lida bem com a complexidade, visto considerar o conjunto em vez da simples análise das suas partes. E ainda mais: apenas através do conhecimento das partes, se obtém uma análise através da qual, dificilmente se compreenderá o todo. A compreensão do todo produz sínteses, e o conhecimento das partes apenas produz análises parcelares (Ackoff, 2001).

Pelo exposto, parece conveniente colocar a seguinte questão: o modelo conceptual a que se vai chegar deverá ser holístico ou, para além disso, deverá ser um modelo integral de um sistema em interacção permanente e influente noutros sistemas?

Antecipadamente, nada impede que o sistema que o modelo vai representar possa interagir consigo próprio. Quanto ao relacionamento com o mercado exterior, ou até com a eventual realização de *benchmarking* externo durante o processo de DNP, tal não se pode considerar

uma interacção que tenda a mudar o meio, dado que o que se procura é um modelo integrador para a concepção e desenvolvimento de um novo produto genérico, e não de algo onde a inovação não seja a matriz essencial do desenvolvimento do processo modelado. Assim sendo, assume-se que o sistema que vai originar o modelo conceptual proposto neste trabalho, vai ser visto e utilizado como um todo, considerando as partes, pelo que a classificação de “holístico” parece adequada visto que não é previsível que o sistema modelado se altere com o meio em presença.

Aliás, veja-se na tabela 5-2 o resultado do trabalho de Jayaram e Malhotra (2010), quando buscam o modelo holístico da melhoria de desempenho num processo de DNP. Fica explícito que o modelo de referência indutivo irá confluir numa nova solução geral que, para além de conceptual, deverá ser tanto quanto possível sistémico e de referência, embora nos limites do que se designou por holismo.

## 5.2 Análise de modelos de DNP

Neste Subcapítulo analisaram-se, apenas, os modelos conceptuais, nos quais se vislumbrou algo que pudesse contribuir para o trabalho em curso, e na quantidade exígua e limitada que a revisão da literatura permitiu. Na verdade não abundam modelos, mesmo que aplicados a missões específicas ou particulares de DNP, que permitam uma contribuição significativa na indução de um novo modelo conceptual, credível, abrangente e holístico. Não abundam modelos de referência, ainda que parcelares que valorizem o papel das principais ferramentas metodológicas, operacionais e estratégicas de suporte já conhecidas e analisadas, e que contribuam de forma efectiva para o trabalho da presente investigação. De qualquer forma, não se deixaram de procurar na literatura existente, ideias e caminhos a trilhar que serviram de inspiração para a indução a realizar.

### 5.2.1 Artigos listados com origem na *web of science*

Procurou-se obter os artigos ISI disponíveis na *web of science*, através da conjugação dos temas DNP com modelos conceptuais (*conceptual models*), depois juntaram-se os que resultaram de uma busca, conjugando igualmente o DNP desta vez com modelos de referência (*reference models*) e finalmente, DNP e modelos holísticos (*holistic models*).

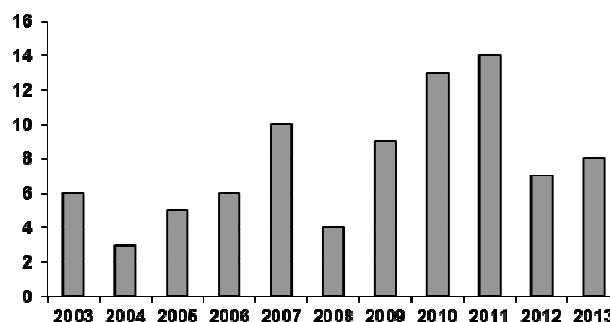


Gráfico 5-1 - Artigos listados na *web of science*: DNP e modelos conceptuais e de referência.

Detectam-se cerca de oito artigos por ano, em média, mas muitos deles aplicados em âmbitos diferentes do tópico concepção e desenvolvimento de novos produtos cujo modelo de referência se procura neste trabalho. Do resultado do somatório de ambas as buscas, decorre um número exíguo de artigos conforme se observa no gráfico 5-1.

### 5.2.2 Análise de modelos propostos disponíveis

Como atrás se referiu, das pouco mais que três dezenas de artigos e/ou trabalhos de outra natureza (teses, etc.) encontrados, boa parte deles não apresentara quaisquer pontos de contacto com a matéria em análise na presente investigação. A título de exemplo, pode referir-se um trabalho de Lin e Chen (2012), em que os autores constroem um modelo conceptual tão-só com a finalidade de implementar as tecnologias da informação e da comunicação, em apoio do ensino e da aprendizagem, bem como sobre a sua forma de expandir as suas potencialidades no ensino superior.

Além disto, todos os trabalhos aqui indicados são (relativamente ao objectivo de construção de nova teoria no presente trabalho) bastante parcelares e/ou particulares, dado reportarem-se a indústrias, produtos ou aplicações específicas.

Assim, na tabela 5-2 tratam-se em primeiro lugar diversos modelos conceptuais existentes, mas que são parcelares e particulares, logo algo distantes do modelo conceptual que no presente trabalho se pretende atingir. Realiza-se também um resumo dos resultados obtidos através da análise da referida tabela.

Além da identificação do autor ou autores, são também explicitados: o contexto do modelo; os factores considerados nesse modelo e uma crítica às limitações e factores não considerados no modelo, face à revisão da literatura aqui efectuada.

**Tabela 5-2- Modelos conceptuais específicos e não abrangentes.**

Autoria	Contexto do Modelo Conceptual	Factores Considerados no Modelo Conceptual	Crítica às Limitações e Factores não Considerados
Paula, 2004	Trata-se de uma tese de doutoramento subordinada ao tema, <i>proposta de um modelo de referência para o desenvolvimento de produtos farmacêuticos</i> , baseado na ES e no processo <i>Stage-Gate®</i> com utilização de ferramentas da área da Qualidade. O autor parte do estudo de casos desta indústria e o modelo gerado será generalizável apenas a essa mesma indústria.	Ferramentas da Qualidade QFD conjugada com a DOE. Trata o tema da gestão de projectos. Marketing (a voz do cliente)	Modelo típico <i>Stage-Gate®</i> . Muito exíguo em ferramentas de DNP, pouca profundidade na abordagem da inovação. Não considera a incerteza e risco. Nada refere na orientação estratégica quanto a gradualismo ou disrupção.

Continuação da Tabela 5-2- Modelos conceptuais específicos e não abrangentes.

Autoria	Contexto do Modelo Conceptual	Factores Considerados no Modelo Conceptual	Crítica às Limitações e Factores não Considerados
Nunes, 2004	O estudo propõe um modelo conceptual que se autolimita à indústria de componentes da indústria automóvel. Esse modelo de DNP tem no entanto um objectivo central que subordina os restantes: a redução do <i>time-to market</i> . Fixa a inovação como ponto de partida.	Refere a estratégia, o <i>marketing</i> , aponta o mercado e a competitividade. Describina a gestão de projectos e técnicas organizacionais entre as formas sequenciais ou clássica, simultânea e <i>Stage-Gate®</i> . Aborda também várias ferramentas da Qualidade de suporte ao DNP. Aborda a fase de prototipagem e entra nas fases da produção que já estão fora do alcance do presente trabalho de investigação.	Não presta atenção, por opção, a processos de DNP com inovação radical ou disruptiva, ou seja, orientações BOS. Não refere as principais ferramentas da inovação. Apesar de tratar diversas ferramentas metodológicas da qualidade e projecto modular que assume enquanto ferramenta da inovação incremental, é omissio no que concerne ao DFSS e seus ciclos de melhoria. <u>Apesar das limitações de não abrangência e quanto aos produtos e tipo de empresas, PMEs trata-se de um trabalho suficientemente interessante de modo a ser abordado adiante de forma mais aprofundada.</u>
Costa, 2006	O estudo propõe um modelo para o DNP embora para uma área muito particular: serviços.	O estudo aborda as questões da Inovação, da qualidade e do mercado (voz do cliente). Também analisa a satisfação, fidelização do cliente e <i>marketing</i> . Envolvimento dos fornecedores. Aborda as questões do ciclo de vida do produto.	Estudo limitado mesmo quanto à área dos serviços. Não refere ferramentas de suporte ao projecto, bem com a sua gestão. Não menciona questões como a incerteza, complexidade e a avaliação de riscos. Omite as orientações estratégicas e a validade do modelo quanto a novos serviços obtidos por evolução incremental ou radical. Não considera a avaliação de <i>trade-offs</i> do projecto.
Paula e Ribeiro, 2007	Os autores propõem um modelo de referência, para a gestão do DNP da indústria farmacêutica brasileira. A ferramenta metodológica utilizada é o <i>Stage-Gate®</i> . Além disto pretende generalizar o modelo.	Engenharia concorrente e processo <i>Stage-Gate®</i> , orientação estratégica, avaliação de desempenho, <i>marketing</i> e qualidade.	Modelo típico <i>Stage-Gate®</i> . Muito pobre em ferramentas de DNP, fragilidade na abordagem da inovação e relativa ausência de ferramentas específicas da qualidade. Não considera incerteza e risco. Nada refere na orientação estratégica (gradualismo ou disrupção). Este artigo de 2007 sofre das limitações (em termos de abrangência sistémica) que o principal autor exhibia aquando do tratamento do mesmo tema na sua tese de doutoramento (Paula, 2004).
Tiwari <i>et al.</i> , 2007	Este artigo apresenta um modelo de referência que resulta de progressos de investigação devidos às mudanças e oportunidades decorrentes das actividades globais de inovação.	Globalização, inovação, I&D, internacionalização de I&D, <i>Outsourcing</i> , <i>Offshoring</i> , <i>time-to-market</i> , Qualidade, custos e tempo, competitividade, acesso ao conhecimento, acesso ao financiamento,	Modelo conceptual limitado visto não apresentar orientações estratégicas conducentes ao DNP. É omissio relativamente à utilização de quais ferramentas metodológicas de suporte. Entre outros este parece mesmo ser o maior dos defeitos deste modelo conceptual relativamente ao possivel contributo para o trabalho em curso.
Barbalho, e Rozenfeld, 2008	O modelo que os autores prescrevem assenta nas virtualidades da capacidade aos dos seus diversos níveis. O importante contributo deste modelo assenta nas métricas propostas, fundamentalmente na gestão do projecto do DNP. O caso estudado é da área da mecatrónica.	<i>Marketing</i> ; capacidade, métricas de avaliação da gestão do projecto DNP. Crescimento do mercado; satisfação dos accionistas. Normalização e projecto da SCM;	Este trabalho assenta mais nas áreas e dominio do projecto de DNP do que nas ferramentas de suporte onde é completamente omissio. Não são assumidas orientações estratégicas que não sejam as que se reportam à concorrência no mercado (ROS). As questões associadas à incerteza e ao risco não são sequer referidas. Valem as métricas das fases do projecto mas o modelo parece de pouca utilidade do ponto de vista do presente trabalho.

Continuação da Tabela 5-2 - Modelos conceptuais específicos e não abrangentes.

Autoria	Contexto do Modelo Conceptual	Factores Considerados no Modelo Conceptual	Crítica às Limitações e Factores não Considerados
Santos (2008)	O modelo de referência proposto aborda o DNP da óptica de uma SCM no interior dos seus diversos processos, logísticos, produtivos, etc.	Apontam-se factores tais como: inovação, tecnologias da informação e comunicação (TIC), gestão <i>lean</i> , modularização e <i>outsourcing</i> . Aponta-se o modelo <i>Stage-Gate</i> ® também associado à ES. Trata-se o DFSS, minimamente e a gestão do ciclo de vida dos produtos. É abordada a voz do cliente através do <i>marketing</i> e o SDI. Movimentos colaborativos. QFD e equipas de projecto. Técnicas de reuniões e matriz de <i>Pugh</i> e equipas multidisciplinares.	Uma forte limitação de partida: o DNP não é o fulcro do trabalho, mas antes a sua SCM. Por isso não se desenvolvem orientações estratégicas. A inovação não se distingue entre gradual e/ou radical. A incerteza e o risco não se destacam. Finalmente a panóplia de, ferramentas de suporte ao DNP são pouco abordadas com algumas excepções mas de uma forma lateral.
Mendes, (2008)	O autor propõe um modelo de referência de DNP do ramo médico-hospitalares em PMEs. A base amostral utilizada no estudo foi de 62 empresas de base tecnológica com processos de automação e controlo. O modelo proposto, embora de referência não é abrangente mas parcelar dado colocar o enfoque em PMEs de base tecnológica e apenas, de produtos médico-hospitalares.	Rico no aporte de ferramentas metodológicas de projecto e de outras ferramentas em si. Faz uma boa revisão de literatura. Assume questões de ordem estratégica nomeadamente associadas à inovação. Refere parâmetros sistémicos tais como o <i>marketing</i> e processos de gestão de projecto não tradicionais como a ES e a <i>Stage-Gate</i> ®. Formação de alianças e parcerias formação de equipas de liderança no DNP. Grande variedade de ferramentas.	<u>Apesar das limitações de não abrangência e do leque estreito de produtos e tipo de empresas, PMEs apresenta, no entanto, um modelo suficientemente interessante à presente investigação de forma a ser abordado adiante de forma mais detalhada.</u>
Anderson (2008)	O autor construiu um modelo de DNP que assenta, fundamentalmente, nos processos, a organização e o programa, a estratégia, a cultura e clima empresarial quanto à inovação bem como a liderança e o envolvimento da alta direcção. Em suma, um modelo de consagração das melhores práticas no DNP.	Retorno dos investimentos; orientação para o mercado. Qualidade e relação com os clientes. Métricas de avaliação.	Modelo conceptual muito limitado. Quanto à orientação estratégia de produtos de evolução radical ou radical. O trabalho é completamente omisso no que respeita à utilização de ferramentas de suporte ao DNP Também não se refere nem considera factores tão importantes como incerteza e risco. Pobre na abordagem do tema “inovação”.
Marx et al. (2009)	Os autores prepararam um modelo de aprendizagem de DNP através de um caso de estudo de uma firma brasileira de produção de sapatos.	Na fase do desenvolvimento propriamente dito assentam a análise na parte do projecto. Assumem um modelo teórico a partir de entrevistas e validam-no por comparação com o real	Não se pode considerar um modelo inovador na medida em que vigora e os autores limitam-se a evidenciá-lo; é totalmente omisso no que respeita à utilização de ferramentas de suporte ao DNP, estratégias orientadoras quanto à inovação radical ou incremental. Das entrevistas realizadas não se conhece que método de recolha foi usado. Não leva em linha de conta com quaisquer parâmetros sistémicos, <i>marketing</i> , incerteza, risco, etc. Muito insuficiente tratando-se fundamentalmente de um trabalho de planeamento.

Continuação da Tabela 5-2 - Modelos conceptuais específicos e não abrangentes.

Autoria	Contexto do Modelo Conceptual	Factores Considerados no Modelo Conceptual	Crítica às Limitações e Factores não Considerados
Ebrahim <i>et al.</i> (2009)	Neste trabalho os autores apresentam um modelo conceptual baseado no sistema <i>Stage-Gate®</i> intimamente ligado a uma “equipa virtual”. Este tipo de equipas virtuais podem fornecer uma plataforma avançada baseada no conhecimento da empresa com o objectivo da redução do tempo de colocação dos novos produtos no mercado. Nas equipas virtuais os indivíduos podem trabalhar isoladamente mas interligam-se em plataformas e sistemas baseados em TIC. O trabalho desenvolve-se na produção de um automóvel.	Desenvolvimento de produtos através de equipas colaborativas virtuais. Cultura colaborativa. <i>Time-to-market</i> , concorrência e competitividade, produtividade; sistema <i>Stage-Gate®</i> , satisfação dos clientes; factores-chave de sucesso. Modularidade e distribuição global.	Modelo conceptual limitado. Quanto á orientação estratégia transparece que o novo automóvel é produto de várias inovações do tipo incremental para concorrer com modelos existentes (ROS). O trabalho é completamente omisso no que respeita à utilização de ferramentas de suporte ao DNP apesar de ser conhecida a importância das ferramentas da excelência da qualidade na indústria automóvel. Também não considera factores tão importantes como incerteza e risco. Pobre na abordagem do tema “inovação”.
Bernard e Xu (2009)	O modelo pretende aplicar-se ao DNP globais com forte partilha de conhecimentos como factor-chave.	Partilha e gestão do conhecimento. Maturidade e valor do conhecimento. Ciclo de vida do produto.	Modelo conceptual muito limitado. Quanto á orientação estratégia de produtos de evolução gradual ou radical. O trabalho é completamente omisso no que respeita à utilização de ferramentas de suporte ao DNP. Também não se refere nem considera factores tão importantes como incerteza e risco. Pobre na abordagem do tema “inovação”. Muito pobre em termos gerais.
Waal e Knott (2010)	Os autores têm como objectivo criar uma ferramenta integradora sob a forma de um modelo conceptual de DNP, embora aplicável a situações típicas e específicas.	Utilizam como base de trabalho um <i>projecto Stage-Gate®</i> ; Reportam abundantemente o usos de ferramentas de suporte ao DNP, explicitando quais. Referem <i>outsourcing</i> e parcerias. Assumem a existência de riscos na gestão do projecto, criatividade, mercado (voz do cliente) e <i>marketing</i> .	Não apontam orientações estratégias nem distingue projectos de DNP do tipo evolutivo/incremental ou do tipo radical. Também não aborda o parâmetro sistémico incerteza e de risco inovativo. <u>Apesar destas limitações trata-se de um trabalho suficientemente interessante e passível de contribuir para a presente investigação de forma a ser abordado adiante de forma exclusiva</u>
Agost <i>et al.</i> (2011)	Este artigo apresenta um modelo conceptual de DNP através de um conjunto de PMEs integradas numa rede colaborativa. O produto em si é resultado da fileira produtiva ( <i>cluster</i> ), as telhas cerâmicas com <i>design</i> feitas por medida para os respectivos clientes colocando-se a ênfase no ciclo de vida do produto.	Redes colaborativas, SDI, ciclo de vida do produto, utilização de modelos com empresas virtuais; gestão do conhecimento, gestão da informação, gestão de projectos e equipas multifuncionais.	Modelo conceptual muito limitado. Omite todo o ferramental de suporte ao DNP e quanto a orientações estratégicas faz subentender a entrada no campo da competição o que pressupõe estratégia ROS. Não considera os parâmetros sistémicos do projecto de DNP nomeadamente, a incerteza e o risco. Nada refere no que respeita à organização do projecto.
Oliveira e Kaminski (2012)	Os autores propõem um modelo de referência com a finalidade de determinar o grau de maturidade no processo de DNP em peque-mas em PMEs industriais e em ambiente de grande competição. Trataram firmas metal-mecânicas.	Inovação, parcerias, voz do cliente, SDI, organização flexível, criatividade, visão de longo prazo, organização flexível, assunção e gestão de risco, gestão do conhecimento, gestão do projecto e avaliação de tendências do mercado.	O trabalho produziu um guião muito interessante no que concerne à construção de um modelo de referências. No entanto é omisso relativamente à utilização de ferramentas em si e/ou ferramentas metodológicas de suporte ao DNP embora questione no guião sobre algumas, poucas, e.g. as FMEA. O modelo de referência a que chegou é apenas descritivo classificando as empresas analisadas em patamares de evolução em DNP.

Continuação da Tabela 5-2 - Modelos conceptuais específicos e não abrangentes.

Autoria	Contexto do Modelo Conceptual	Factores Considerados no Modelo Conceptual	Crítica às Limitações e Factores não Considerados
Jayaram e Malhotra (2010)	A unidade de análise foi o projecto de DNP e a base amostral, firmas de diversas origens e tecnologias. Este artigo tem como objectivo avaliar o impacto da concorrência no desempenho de novos produtos. Neste contexto, projectos de DNP, diferentes formas de coordenação nunca tinham sido previamente estudadas de uma forma holística no sentido da afectação da concorrência.	Gestão do conhecimento, orientação estratégica, mercado, tecnologia, diferenciação, satisfação do cliente, concorrência, desempenho do DNP, inovação, ciclo de vida do produto e algumas ferramentas QFD, <i>Design for Manufacturing</i> (DFM) e CAD/CAM. Examina ainda a resposta do mercado e desempenho do projecto no âmbito das cinco condições contextuais de (i) localização do produto no fluxo de família, (ii) o tamanho do projecto, fase (iii) no ciclo de vida do produto, (iv) a capacidade de inovação do produto, e (v) a previsibilidade da procura do mercado	Modelo holístico muito limitado em termos de abrangência dado que o objectivo da investigação é estudar o impacto de um factor noutro factor. Por isso não inclui as principais ferramentas metodológicas utilizadas no DNP. Não considerou factores tais como incerteza, risco, <i>benchmarking</i> . Também não se abordou a gestão de projectos de DNP. Não são referidas orientações estratégicas e presume-se que trata de produtos de evolução incremental. Subentende-se por isso um ambiente ROS.
De Mulder (2011)	Desenvolvimento de um modelo de referência de DNP baseado na construção e gestão de um adequado portfólio.	Considera a orientação estratégica. Assume a avaliação de risco no DNP e ainda a gestão de <i>trade-offs</i> . Assume a inovação que tanto pode desenvolver produtos de forma incremental como radical. Aborda o projecto alternativo <i>Stage-Gate</i> ®. Aponta algumas ligações ao mercado e aborda o factor <i>marketing</i> . Considera métricas financeiras de avaliação e gestão do projecto.	Uma decisiva lacuna neste trabalho é a completa omissão relativa à utilização de ferramentas de suporte ao DNP. Trata-se de um ponto muito fraco deste trabalho relativamente a uma possível contribuição para a presente investigação.
Badir <i>et al.</i> (2012)	Trata-se de uma proposta de modelo conceptual do impacto da comunicação da liderança com a equipe do projecto, <i>cross-functional</i> , no desempenho do DNP. Os dados analisados resultaram de firmas produtoras de alta tecnologia, electrónica, mecatrónica e biotecnologia. Conclui-se que o ajuste entre as necessidades reais de comunicação e as existentes determina o desempenho do projecto.	Descentralização, incerteza do retorno, liderança, modos de comunicação na equipa do projecto, aliança baseada no DNP, interdependência dos <i>partners</i> , conhecimento existente, complexidade tecnológica, qualidade e fiabilidade e eficiência.	Modelo conceptual muito limitado em termos de abrangência dado que na investigação se estudou o impacto de dois factores noutro factor. Por isso não inclui as principais ferramentas metodológicas utilizadas na CDNP. Não considerou também factores tais como, risco e <i>benchmarking</i> . Também não abordaram a gestão de projectos de DNP. Não são referidas orientações estratégicas apesar de se presumir, dado que se trata de alta tecnologia que tanto poderá ser de produtos de evolução incremental como disruptiva. Subentende-se por isso ambientes simultâneos BOS e ROS.
Kim <i>et al.</i> (2013)	O estudo analisou a forma como a utilização dos conhecimento e orientação estratégica enquanto recursos da empresa geram a criatividade que influencia a vantagem competitiva num processo de DNP. E forneceu um fundamento teórico ou base conceptual para que se empregam na empresa estes dois tipos de recursos intangíveis como condições prévias ao DNP. O trabalho baseou-se em dados referentes a indústrias e firmas que desenvolvem produtos de alta-tecnologia.	Conhecimento complexo e conhecimento implícito; Orientação estratégica para o mercado ou para a Tecnologia. Novidade do novo produto ou Importância do novo produto. Diferenciação, Satisfação do cliente e Desempenho do novo produto.	Limitação dos dados empíricos a firmas e produtos de alta tecnologia, o que conduziu a um modelo não abrangente que teve início empiricamente e culminou num modelo conceptual. Não considerou estratégias fora do mercado existente (BOS). Não levou em conta a gestão dos projectos, nem parâmetros sistémicos tais como análise de risco ou necessidade de <i>benchmarking</i> . Não incorporou quaisquer ferramentas de inovação, qualidade, <i>lean</i> ou outras.

Deste conjunto de modelos associados ao DNP, sublinharam-se apenas três vão ser abordados com algum pormenor, ainda que sumariamente, visto terem parecido ser aqueles que poderiam trazer algum contributo ao tema da presente investigação: em primeiro lugar, o que emana do trabalho de Nunes (2004), depois o de Mendes (2008), e finalmente, o artigo da autoria de Waal e Knott (2010).

Nas ilustrações 5-1 a 5-3 do Subcapítulo 5.2.3, assinalaram-se a vermelho os itens abordados pelos autores acima seleccionados que constam do modelo prévio apresentado no fim do Capítulo 4 (ilustração 4-32), e a preto os itens não abordados pelos mesmos. De igual modo se assinalou a ilustração 5-4 do Subcapítulo 5.2.4, onde se efectua a análise conjunta das contribuições fornecidas pelos trabalhos desses autores.

### **5.2.3 Avaliação das propostas dos modelos mais relevantes**

O trabalho de Nunes (2004) é uma tese de doutoramento, submetida à Universidade do Minho em 2004, e intitulada: “*Metodologias de Desenvolvimento de Novos Produtos Industriais*”. Como referido na tabela anterior, o estudo propõe um modelo conceptual limitado à indústria de componentes da indústria automóvel. Esse modelo de DNP tem no entanto um objectivo central que subordina os restantes: a redução do *time to market*, e além disso, fixando a inovação como ponto de partida.

Tal como também foi referido, o autor sublinha a estratégia e o *marketing*, aponta o mercado e ainda a competitividade. Descrimina a gestão de projectos e técnicas organizacionais entre as formas sequenciais ou clássica, simultânea (ES) e *Stage-Gate*®. Aborda também várias ferramentas da qualidade de suporte ao DNP, em especial o QFD, o método de *Taguchi* e também a DFMEA por via da análise de risco. Confrontando o trabalho de Nunes (2004) com a revisão da literatura até aqui efectuada, detecta-se que o autor apenas considerou produtos obtidos por processos de natureza incremental (p.144 e seguintes), e o projecto modular como ferramenta mais adequada para garantir esse objectivo.

Não abordando os processos de inovação radical ou disruptiva, apesar de lhes fazer referência, consequentemente conta apenas com estratégias orientadas para o mercado (ROS), no caso baseados na compressão de custos pela via da compressão do tempo do *time-to-market* do DNP. Não referiu as principais ferramentas da inovação e de resolução inventiva de problemas.

Não se pode deixar de ter em conta que se trata de um trabalho concluído em 2004, num tempo em que muitas das actuais ferramentas metodológicas, não eram ainda correntemente abordadas em termos de investigação científica, e muito menos praticadas pelas indústrias existentes ao tempo (nomeadamente o TRIZ). Como o objectivo do estudo é chegar a um modelo de DNP que minimize o tempo de chegada do produto ao mercado, e a inovação radical não o consegue com tempos tão curtos como a inovação gradual, a opção justifica-se

por si. Além disso justifica-se ainda, nas palavras do autor, pela minimização dos níveis de incerteza e risco neste tipo de projectos. Com efeito o autor (p.146) refere expressamente:

*“O time-to-market das inovações radicais é claramente superior ao das inovações incrementais. Porém, este facto, não suportará, em caso algum, um abandono deste tipo de projectos por parte da gestão de topo. Pelo contrário, partindo do facto da sua maior duração, procurar-se-á reduzir a mesma, utilizando para isso o conjunto de técnicas que resultem aplicáveis a este tipo de projectos. No entanto, o time-to-market destes projectos nunca poderá ser equiparável ao das inovações incrementais, como também não será o seu nível de risco, nem a sua contribuição para o resultado da empresa em caso de sucesso”.*

Apesar de tratar algumas ferramentas metodológicas da qualidade, é omissa no que concerne ao DFSS e outros ciclos de melhoria contínua, o que se tem de considerar compreensível visto que a evolução de tema nos cerca de dez anos que entretanto decorreram, foi muito significativa em termos de investigação científica. Apesar disso, pareceu suficientemente importante para a presente tese pelo que, desse ponto de vista, aqui se aprofundarem as partes que se revelarem mais úteis. Desta tese sobressai a necessidade de iniciar o processo de DNP definindo com clareza, através de um protocolo ou guião específico, os seguintes aspectos fundamentais:

- O conceito dos novos produtos - o que os produtos deveriam ser e fazer, ou seja, os benefícios que deveriam proporcionar;
- O mercado alvo;
- As necessidades, preferências e gostos dos clientes desse mercado alvo;
- As especificações e exigências dos clientes (a voz do cliente).

Estas variáveis consideram-se como sendo determinantes das possibilidades futuras do projecto, tornando-se necessário considerá-las logo antes do início do processo de inovação, alcançando um acordo generalizado entre elas, para que o desenvolvimento venha a ser consistente. Apenas quando este protocolo ou guião prévio estiver completo, e as conclusões da sua realização assim o permitirem, é que se deve iniciar o processo de desenvolvimento. Tem-se, portanto aqui, uma condição específica a reter: a construção na fase de partida, de um guião ou protocolo de DNP.

Outra importante nota a reter do trabalho de Nunes (2004), concerne à dedução dos tempos consumidos na fase da prototipagem do produto, através de ferramentas já existente, que permitem o que correntemente se designa nas tecnologias mecânicas por prototipagem rápida. Sobre isso refere (p. 153): *“O crescimento acelerado da prototipagem rápida originou a extensão destas técnicas, aparecendo a denominada fabricação rápida de ferramentas ou componentes (Rapid Tooling), que reduz de forma drástica o tempo necessário, não para fabricar os protótipos, mas moldes, ferramentas e, inclusivamente, alguma das peças necessárias para a fabricação de um novo produto”.*

Neste trabalho são consideradas muito estratégias relevantes que contemplem as equipas multidimensionais, bem como as respectivas lideranças. Como o sector económico do estudo foi a indústria global da produção automóvel, o autor também desenvolveu o SDI no DNP e a terciarização (*outsourcing*). De entre as conclusões, o autor apresenta um quadro com o que designa de “determinantes do êxito dos novos produtos” baseado num inquérito em que no total, foram contactadas por telefone 186 empresa. Apenas 110 empresas satisfizeram o critério considerado válido para participar no inquérito. De acordo com a metodologia escolhida, os inquiridos deveriam indicar a sua análise através de uma escala do tipo *Likert*<sup>50</sup> constituída por cinco níveis, desde um nível de “Muito Baixo/a” (1), até um nível de “Muito Alto/a” (5).

Nesta parte do questionário o autor analisou a política de inovação de produto bem como as respectivas actividades de concepção e desenvolvimento dos produtos nas empresas participantes do inquérito. Destas conclusões, Nunes (2004) extraiu o conjunto de “determinantes do êxito dos novos produtos”, que se considera uma evidência com relevo para o desenvolvimento da presente tese. Essas determinantes são portanto as seguintes:

- *“As técnicas de fabrico/industrialização, JIT e Controlo Estatístico de Processos (CEP);*
- *As tecnologias da informação, Desenho Assistido por Computador, Engenharia Assistida por Computador, Internet e Intranet, Transmissão electrónica de dados;*
- *A redução do time-to-market dos novos produtos;*
- *As técnicas de design, Optimização Multidisciplinar do Design, Design Modular, Inovação Incremental, Transferência Rápida de Design, Tecnologia de Grupo, Fabricação Rápida de Protótipos, Métodos de Taguchi e Análise Modal de Falhas e seus Efeitos.”*

A primeira das determinantes, os processos produtivos e a produção, são externos e posteriores ao âmbito da presente tese, dado tratar-se de matéria já antes considerada para lá do limite da concepção e desenvolvimento de novos produtos. Registam-se as restantes determinantes, que se seguem em termos da sua importância relativa, se bem que, do ponto de vista da tese em curso, o método de *Taguchi* apresenta-se do lado da preocupação da qualidade do produto nas fases de elaboração do projecto, antes da fase da produção, ou seja, utiliza-se como ferramenta metodológica-chave das fases do DNP de modo a garantir posteriormente a qualidade a obter, nas fases do processo produtivo.

O autor não tencionava obter um quadro de referência metodológico ou modelo conceptual sequer holístico de DNP, mas antes e tão-só, conhecer os determinantes e a sua importância gradativa na redução do *time-to-market*, comprimindo tempos não só nas fases de concepção e desenvolvimento, mas também nas fases do próprio processo produtivo. A obtenção da lista dos “determinantes do êxito dos novos produtos”, embora não seja mais do que um

---

<sup>50</sup> A escala de *Likert* é um tipo de escala de resposta psicométrica (medição de gama de comportamentos humanos), usada habitualmente em questionários.

subproduto do seu trabalho, teve de ser tida em consideração aquando da dedução do modelo conceptual do presente trabalho, abrangente e tanto quanto possível holístico.

Seguidamente adaptam-se estes factores determinantes da revisão da literatura do trabalho de Nunes (2004), ao modelo prévio induzido na nota conclusiva do Capítulo 3, e aperfeiçoado no Capítulo 4, conforme se mostra na ilustração 5-1.

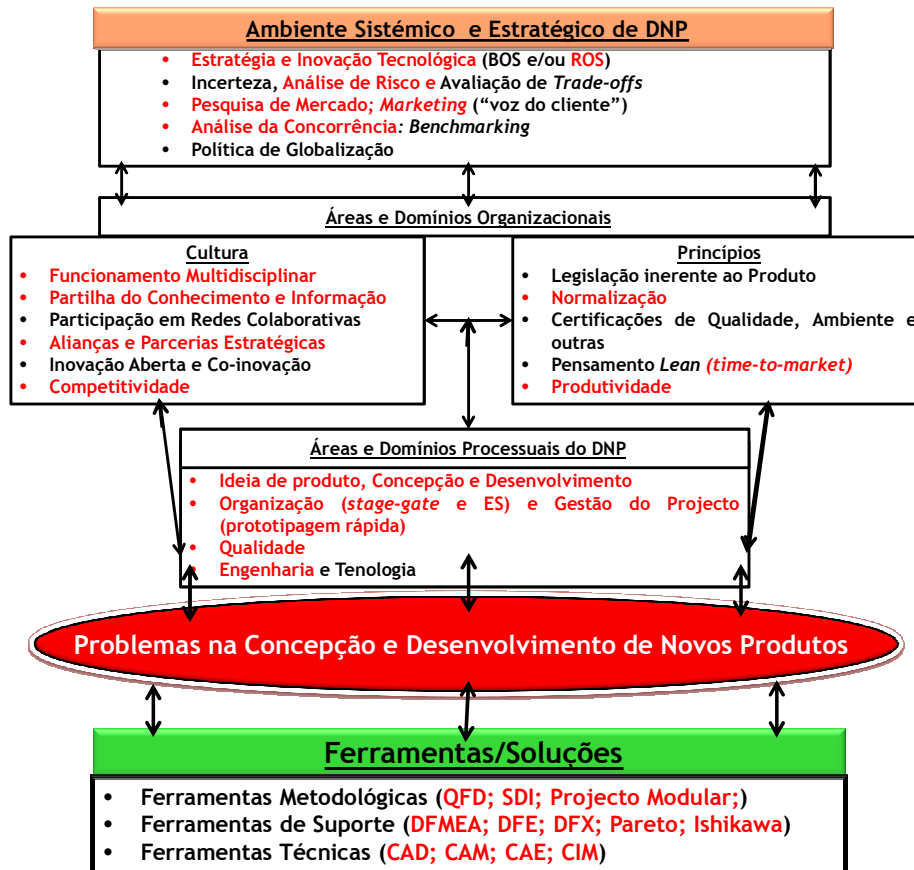


Ilustração 5-1 - Avaliação da proposta de Nunes (2004) à luz do modelo preliminar.

Da revisão da literatura que o autor realizou, pode resumir-se o seguinte:

- No que concerne ao ambiente sistémico abordou questões de ordem estratégica e de inovação tecnológica do tipo gradual e considerou relevantes as questões do risco envolvido no DNP, na aceitação do produto pelo mercado e na acção de minimização desses riscos por parte do *marketing*, bem como da avaliação da concorrência nesses mesmos mercados e do papel do *benchmarking*. Apesar de se referir à globalização dos mercados e da concorrência não abordou questões de políticas de globalização específicas relativamente ao DNP;
- Quanto às áreas se domínios organizacionais, o trabalho é fértil relativamente a aspectos relativos à cultura das organizações, tais como: o funcionamento em grupos de trabalho multidisciplinar ou multifuncional; a partilha do conhecimento e informação; o enfoque permanentemente do trabalho nos aspectos da competitividade das empresas nos

mercados. No entanto não apontou caminhos de participação colaborativa fundamentais aos aspectos da inovação aberta e co-inovação. Já quanto aos princípios que enformam as áreas e domínios do DNP, o autor colocou grande empenho na consecução do principal objectivo a que se dedicou a redução do *time-to-market*. Trata-se de uma necessidade imperiosa de compressão de tempos de projecto que se materializa por uma gestão eficaz da produtividade, apontando claramente para os princípios da gestão *lean*. Apesar da profundidade com que aborda os conceitos de produto e novo produto, não valorizou especialmente as questões relativas ao cumprimento de normas ambientais ou outras e respectiva certificação;

- No que se refere às áreas e domínios processuais, o autor aborda de forma aprofundada os conceitos de produto industrial e novo produto, concepção e desenvolvimento. Aborda a organização do projecto do novo produto e as engenharias organizacionais alternativas à sequencial, nomeadamente a ES e o *Stage-Gate*®, e aborda a gestão do projecto e várias questões referentes à tecnologia e à engenharia. De entre as fases do DNP, trata com profundidade a prototipagem e os processos de prototipagem rápida. Aborda ainda, sistematicamente, as questões de qualidade que acompanham as fases do DNP;
- Finalmente, quanto às ferramentas de suporte ao DNP, o autor refere a necessidade de utilização de algumas de apoio ao projecto, mas não as aborda de uma forma sistemática, enquanto tal, nem refere outras ferramentas de apoio a outras fases do DNP.

Após a consideração do trabalho de Nunes (2004), aborda-se de seguida o trabalho de Mendes (2008). Trata-se, também, de uma tese de doutoramento submetida na Universidade Federal de S. Carlos no Brasil em 2008, e intitulada: “*O processo de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica: caracterização da gestão e proposta de modelo de referência*”.

Como foi apresentado na tabela 5-2, o autor propõe um modelo de referência de DNP, médico-hospitalares em PMEs. A base amostral utilizada no estudo foi de 62 empresas de base tecnológica com processos de automação e controlo. O modelo a que chega, embora denominado “de referência” não é abrangente, mas parcelar, já que coloca o enfoque em PMEs de base tecnológica e, apenas, de produtos médico-hospitalares. Deste trabalho foram destacadas, na já referida tabela, as seguintes anotações: rico no aporte de ferramentas metodológicas de projecto e de ferramentas em si; boa revisão de literatura; abordagem de questões de ordem estratégica, nomeadamente associadas à inovação; referência a parâmetros sistémicos, tais como o *marketing* e processos de gestão de projecto não readicionais (como a ES e o *Stage-Gate*®); abordagem da formação de alianças e parcerias (formação de equipas de liderança) no DNP e apresentação duma grande variedade de ferramentas. Nestas condições, verificou-se existir matéria relevante e útil para a indução do modelo de referência conceptual que se pretendeu realizar no presente trabalho.

Do trabalho deste autor destaca-se a análise de algumas ferramentas da inovação e de resolução inventiva de problemas, nomeadamente o TRIZ (Mendes, 2008; p.221 a 237), e a consideração a constituição de equipas multifuncionais e a respectiva liderança do projecto, bem como do envolvimento da alta direcção das firmas: factores fundamentais à criação de um ambiente favorável à inovação e DNP. Na revisão da literatura descreve processos de inovação gradual e radical, sem no entanto seguir esse caminho durante a restante investigação. Do ponto de vista da organização do projecto, o autor referiu as formas conhecidas, ou seja, a sequencial ou clássica, simultânea (ES) e *Stage-Gate*®. De qualquer forma, o modelo conceptual a que chega assenta na organização *Stage-Gate*®.

Também detectou orientações estratégicas no sentido da gestão de portfólios de produtos, estabelecimento de alianças e parcerias com clientes e fornecedores, além da própria aprendizagem organizacional. Refere questões de tecnologia e engenharia referentes ao DNP. Relativamente a ferramentas e/ou ferramentas metodológicas de suporte ao DNP, além do *brainstorming* e do referido TRIZ, o autor utiliza a FMEA para a construção e teste do protótipo no que concerne à análise de falhas, o que se pode considerar uma contribuição importante para o modelo conceptual que se pretendeu realizar no presente trabalho. Na área da qualidade abordou o QFD, a HOQ e o método *Taguchi*. O autor também reporta o SDI e a identificação dos riscos, nomeadamente os financeiros, que envolvem as diversas fases do DNP.

Enquadrando o trabalho num ambiente competitivo, e considerando apenas produtos desenvolvidos através de processos de inovação gradualista, estabelece a relação entre competitividade tecnológica e maturidade tecnológica. Na primeira a empresa domina as tecnologias aplicadas nos seus produtos e na segunda identifica o estado de desenvolvimento dessas tecnologias na empresa e no mercado (Mendes, 2008; p.208). Resumindo, da revisão da literatura que o autor realizou:

- No que concerne ao ambiente sistémico abordou questões de ordem estratégica e de inovação tecnológica do tipo gradual, e também considerou relevantes as questões do risco envolvido no DNP. Considerou também a aceitação do mercado e a minimização dos riscos por parte do *marketing*, bem como da avaliação da concorrência nesses mesmos mercados e do papel do *benchmarking*. Não considera pertinente para o seu trabalho o efeito de globalização nas políticas de intervenção do sector económico, de cujas empresas estudou. Também não abordou questões de políticas de globalização específicas relativamente ao DNP;
- Quanto às áreas dos domínios organizacionais, o trabalho de Mendes (2008) é fértil relativamente a aspectos culturais, tais como: o funcionamento em grupos de trabalho multidisciplinar; a partilha do conhecimento e informação; e no enfoque permanente no seu trabalho dos aspectos da competitividade das empresas nos mercados. No entanto não

apontou caminhos de participação colaborativa, fundamentais aos aspectos da inovação aberta e co-inovação. Apesar da profundidade com que aborda os conceitos de produto e novo produto, não valorizou especialmente as questões relativas ao cumprimento de normas ambientais ou e a respectiva certificação;

- No que se refere às áreas e domínios processuais o autor aprofunda adequadamente os conceitos de produto industrial e novo produto, concepção e desenvolvimento. Aborda a organização do projecto do novo produto e as engenharias organizacionais alternativas à sequencial, nomeadamente a ES e o *Stage-Gate*®. Trata com adequada profundidade a prototipagem e os processos de prototipagem rápida, bem como as respectivas ferramentas técnicas. Aborda ainda as questões de qualidade que acompanham as fases do DNP.

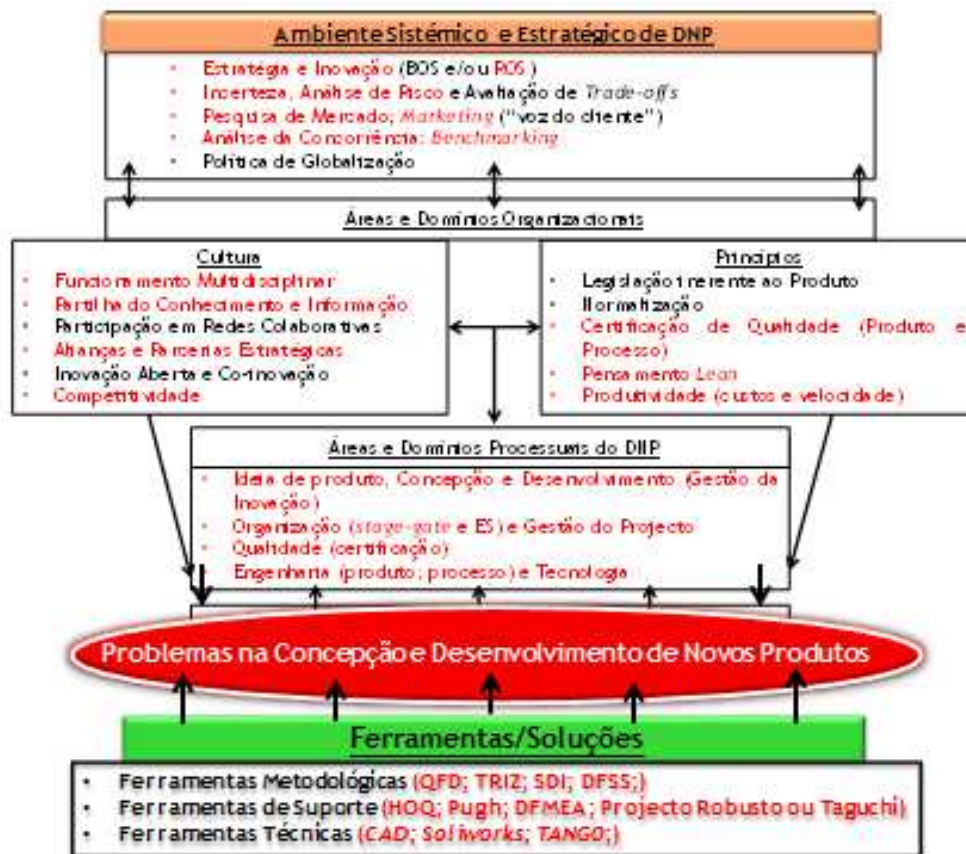


Ilustração 5-2 - Avaliação da proposta de Mendes (2008) à luz do modelo preliminar.

Finalmente, quanto às ferramentas de suporte ao DNP, Mendes (2008) refere a necessidade de utilização de um leque interessante de ferramentas de apoio ao projecto, tanto metodológicas como de natureza instrumental, para além das já referidas ferramentas técnicas de *software*. No entanto, não as aborda de uma forma sistemática, ou ao menos as distingue umas relativamente às outras de uma forma muito evidente. De qualquer modo podem referir-se, de acordo com a terminologia adoptada neste trabalho, as ferramentas referidas por Mendes (2008): de suporte a soluções criativas e inovativas, descreve a

metodológica TRIZ e a instrumental “análise de Pugh”; de suporte à função qualidade, aborda a QFD, bem como as respectivas ferramentas instrumentais - HOQ e DFMEA; e aponta ainda as metodológicas SDI e o projecto para SS ou DFSS. Ainda como outras ferramentas de apoio ao projecto de DNP descreve o projecto robusto de *Taguchi*.

Estes factores determinantes da revisão da literatura do trabalho de Mendes (2008), foram também avaliados (ilustração 5-2), por aposição ao modelo prévio ou preliminar induzido na nota conclusiva do Capítulo 3 e incrementado no final do Capítulo 4.

Após a consideração do trabalho de Mendes (2008), aborda-se, por fim, o trabalho de Waal e Knott (2010). Neste trabalho os autores têm como objectivo criar uma ferramenta integradora sob a forma de um modelo conceptual de DNP, embora aplicável a situações típicas e específicas. Trata-se de um artigo intitulado “*Product development: An integrative tool and activity research framework*”, publicado em 2010 na revista: *Human Systems Management*, 29, pp. 253 - 264.

Os autores têm como objectivo criar uma ferramenta integradora, sob a forma de um modelo conceptual de DNP, embora aplicável a situações típicas e específicas. Verifica-se desde logo uma incongruência terminológica: neste artigo é o próprio modelo que assume a designação de “*tool*” ou ferramenta. Como não foi nesta direcção conceptual e terminológica que se decidiu seguir em frente, assume-se o modelo de Waal e Knott (2010) tão-só como modelo, o que já é em si relevante.

Estes autores utilizam como base de trabalho um projecto *Stage-Gate*® e abordam as questões da gestão da tecnologia e da engenharia associada ao desenvolvimento de novos produtos. Reportam abundantemente o uso das mais diversas ferramentas de suporte ao DNP, a maioria das quais já referidas no Capítulo 4 do presente trabalho. Também referem temas como o *outsourcing* e o estabelecimento de parcerias, podendo-se entender estas designações como sendo ferramentas de envolvimento de fornecedores no projecto, e daí poder considerar-se que Waal e Knott (2010) descrevem a ferramenta SDI.

Assumem a existência de riscos na gestão do projecto, a necessidade de criatividade, bem como a auscultação do mercado (voz do cliente) e o *marketing*.

Não apontam orientações estratégicas nem distinguem projectos de DNP, do tipo evolutivo/incremental ou do tipo radical. Também não abordam o parâmetro sistémico incerteza de que decorre a envolvente risco no DNP. Apesar destas limitações, trata-se de um trabalho suficientemente interessante e passível de contribuir para a presente investigação, e daí, esta abordagem um pouco mais aprofundada.

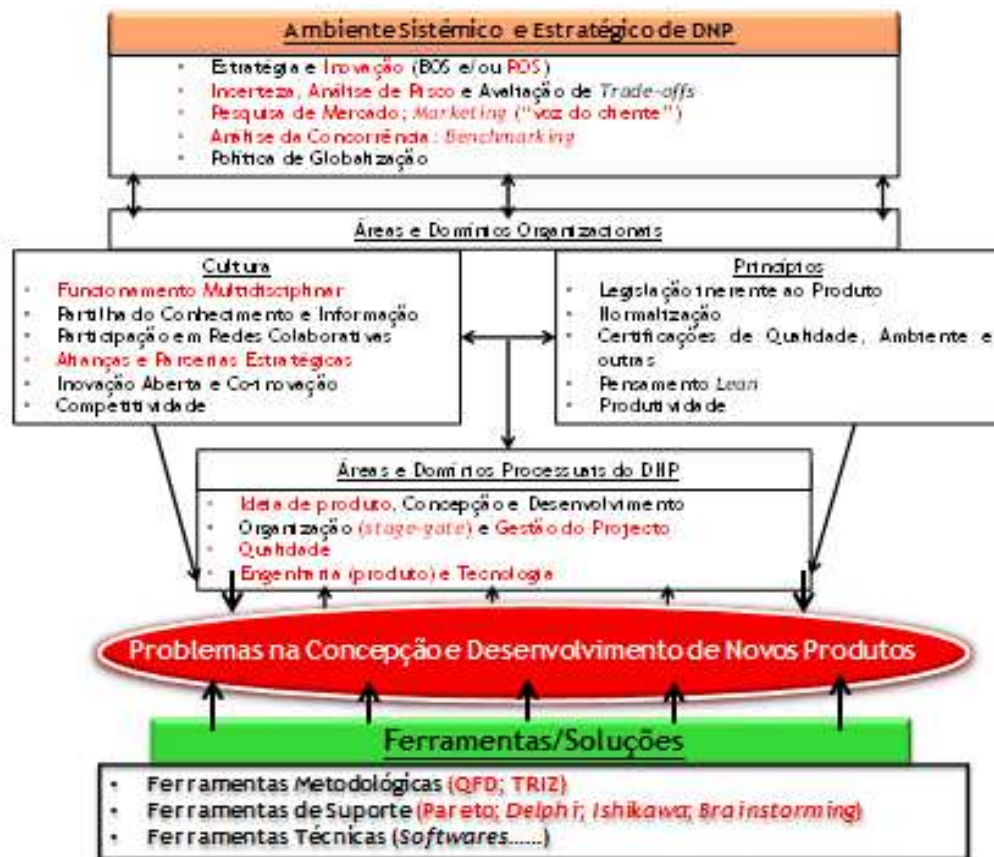


Ilustração 5-3 - Avaliação da proposta de Waal e Knott (2010) à luz do modelo preliminar.

Da revisão da literatura que os autores realizaram, pode resumir-se o seguinte:

- No que concerne ao ambiente sistémico, abordaram a inovação do tipo gradual sem preocupações de ordem estratégica e consideraram relevantes as questões da incerteza e do risco envolvido no DNP, no mercado e a acção do *marketing*, bem como da avaliação da concorrência nesses mesmos mercados e do papel do *benchmarking*.
- Quanto às área de domínios organizacionais o trabalho refere aspectos relativos à cultura organizacional, tais como, o funcionamento em grupos de trabalho multidisciplinar e as parcerias, bem como a subcontratação (*outsourcing*). No entanto não viram necessidade de apontar caminhos de participação colaborativa, fundamentais aos aspectos da inovação aberta e co-inovação. Já quanto aos princípios que enformam as áreas e domínios do DNP, não abordaram os princípios da gestão *lean*, e também não valorizam as questões relativas ao cumprimento de normas ambientais ou outras e respectiva certificação.
- No que se refere às áreas e domínios processuais, os autores abordam a gestão do projecto do novo produto e as engenharias organizacionais alternativas à sequencial, nomeadamente o *Stage-Gate*®. Abordam ainda as questões da qualidade que acompanham as fases do DNP.
- Finalmente, quanto às ferramentas de suporte ao DNP, Waal e Knott (2010) referem a necessidade de utilização de algumas de apoio ao projecto, mas não as abordam de uma

forma sistemática, enquanto tal, nem referem outras ferramentas de apoio a outras fases do DNP. Referem concretamente ferramentas metodológicas como o QFD e o TRIZ, e ainda algumas instrumentais, tais como: a análise de *Pareto*; o painel *Delphi*; o diagrama de *Ishikawa* e o *Brainstorming*.

Da mesma forma que nas propostas anteriores, adaptam-se estes factores determinantes da revisão da literatura do trabalho de Waal e Knott (2010) ao modelo prévio induzido nas notas conclusivas dos Capítulos 3 e 4, conforme se pode visualizar na ilustração 5-3.

### 5.2.4 Análise Conjunta

Desta avaliação verifica-se que quase todos os factores que foram extraídos da revisão da literatura, e que verteram para o modelo prévio foram, de algum modo, abordados pelos autores cujos trabalhos originaram teses ou conclusões que, ainda assim e individualmente, não deram origem a qualquer modelo verdadeiramente abrangente de concepção e DNP. Nestas condições, apresenta-se na ilustração 5-4 uma avaliação conjunta desses trabalhos, em conformidade com o esboço de um pré-modelo utilizado no Subcapítulo anterior.

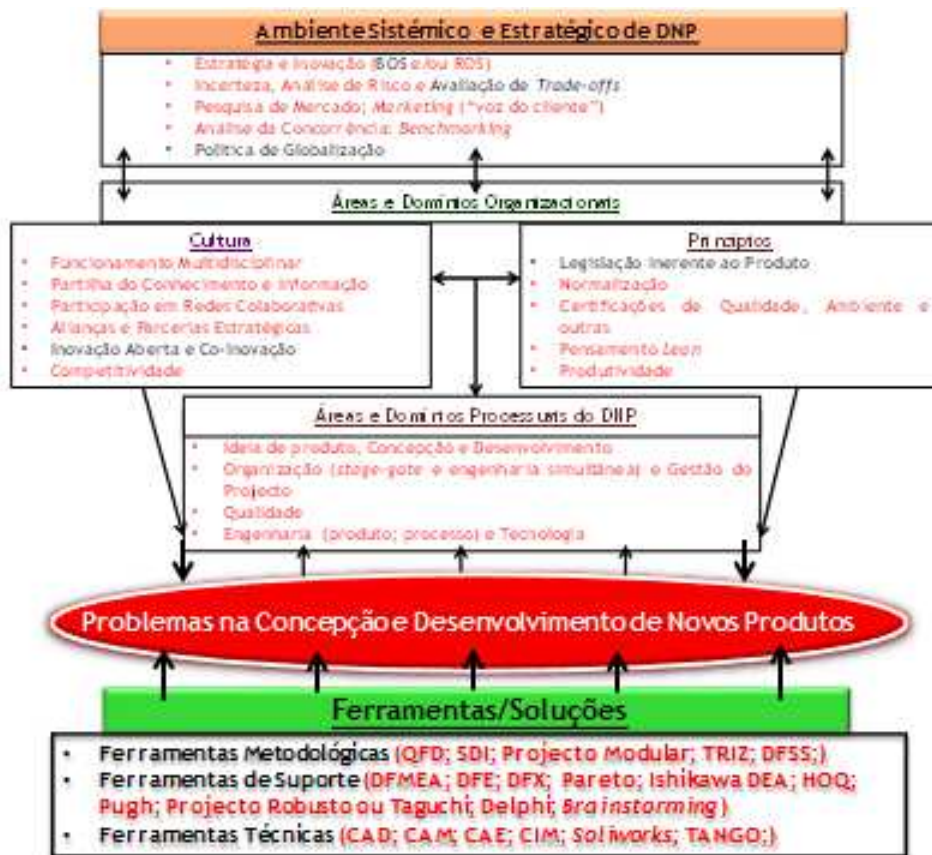


Ilustração 5-4 - Avaliação conjunta das três propostas mais relevantes

Detectaram-se algumas excepções: nas estruturas empresariais não se consideraram nem assumiram estratégias ou políticas específicas, nomeadamente de centralização ou descentralização, ou outro tipo de internacionalização, de modo a se enfrentarem espaços e mercados globais. Não admira portanto que, não faça parte dessas estruturas empresariais

que propõem, quaisquer alusões à inovação aberta ou à co-inovação. Apesar de se referirem à perturbação do factor “incerteza” e aos riscos inerentes de respostas não espectáveis dos mercados, os autores dos trabalhos seleccionados não questionam a necessidade de avaliação dos *trade-offs*, conforme aconselham na literatura Akgün *et al.* (2007), Lin *et al.* (2008) ou Knudsen e Mortensen (2011).

Apesar de poder ser um factor intrínseco à política de DNP, a consideração da legislação inerente (Manual de Oslo; pontos 78 e 226) não é referida, o que talvez se possa ligar ao facto dos autores não se terem preocupado com as necessidades inerentes à globalização (no espaço global existem leis e normas específicas que é obrigatório respeitar).

Nessas condições, a gestão global terá de se conformar a especificidades locais (“glocalização”<sup>51</sup>), pelo que a consideração, ou não, desta adequação política não é desprezável. Quanto às ferramentas abordadas, inventariaram-se quinze, das quais cinco delas foram classificadas nesta investigação como metodológicas e as restantes dez como instrumentais. Também referem seis ferramentas que são programas ou *softwares* de apoio. Infelizmente, a referência que todos os autores consultados fazem às ferramentas de DNP são ambíguas, sem subordinação a qualquer classificação que as destrinche, ao menos, do ponto de vista do seu campo de aplicação.

Assim sendo, o passo indutivo que se exige seja dado relativamente ao modelo a propor será o de articular as ferramentas com as áreas e domínios sistémicos quer organizacionais quer processuais que o envolvem a concepção e desenvolvimento de novos produtos.

Finalmente pode acrescentar-se que foi confirmado um dos constructos induzidos no Subcapítulo 1.5, ou seja, existem modelos segmentados de DNP típicos e específicos que foram aproveitados, neste caso alguns deles, para testar o modelo prévio ou preliminar desta investigação.

### 5.3 Indução de modelo de referência

Como foi inicialmente referido, o objectivo desta investigação concretiza-se com a proposta dum modelo conceptual de referência abrangente para o DNP, preferencialmente do âmbito industrial e tecnológico. Na revisão da literatura realizou-se, de uma forma dedutiva, um levantamento tão exaustivo quanto possível do actual estado da arte, e do conjunto dos modelos existentes ou propostos para questões relevantes, mas parcelares, do DNP, dos seus métodos e das suas ferramentas. A investigação teórica foi conduzida como foi enunciada, de forma explanatória através de uma estratégia dedutiva-indutiva. Esta fase do trabalho encontra-se associada à indução, ou seja, a proposta do modelo conceptual abrangente e integrado de DNP, deverá acrescentar o papel das ferramentas ao modelo prévio esboçado no

---

<sup>51</sup> Trata-se de uma estratégia simultaneamente global e local (“glocal”) e com a vantagem competitiva da capacidade de diferenciação, se for caso disso (Dias, 2005; p.171).

final do Capítulo 3, e posteriormente aperfeiçoado no final do Capítulo 4. Em primeiro lugar, há necessidade de abordar directamente a problemática a solucionar, ou seja, de determinar: em que fases se situam os problemas de DNP e identificar qual a sua tipologia.

### 5.3.1 Tipologia dos problemas do modelo a propor

De acordo com Augustine *et al.* (2010) e Shahin (2008), é nas fases da concepção, do projecto e, eventualmente, na realização da prototipagem rápida (Nunes, 2004; p.151) que ocorrem necessidades de resolução de problemas inerentes ao DNP. Assim, da análise da literatura efectuada no Capítulo 4, deduz-se que os problemas que ocorrem na fase inicial de concepção requerem a ferramenta metodológica SDI, o típico envolvimento dos fornecedores (Acur *et al.*, 2012), possivelmente em rede e em conjugação com as equipas multidisciplinares internas. Já os problemas inerentes à prototipagem, usualmente rápida, são resolvidos por meio de ferramentas técnicas e de *software*, específicas e adequadas aos problemas em causa.

Quanto aos problemas de projecto, também de acordo com a revisão da literatura realizada, podem ser classificados de acordo com as seguintes necessidades:

- De natureza inventiva;
- De natureza criativa;
- De uma produção flexível e adaptável;
- De satisfação dos clientes;
- De uma produção sem defeitos (requisitos de produtos de excelência).

Trata-se de uma classificação que respeita o campo de aplicação e a sequência da revisão de literatura efectuada, e referente à análise das ferramentas metodológicas. Para todo o tipo de problemas surgidos em quaisquer fases do DNP, parece prudente e curial o recurso imediato à ferramenta metodológica CBR (Robles *et al.*, 2009), ou seja, saber se já foi resolvido antes algum problema igual ou semelhante, sequer parecido ou não (quer tenha sido a nível *inshoring* ou *offshoring*). Não vale a pena avançar para soluções morosas e custosas que já tinham sido resolvidas antes ou, ao menos similares, que podem ser inspiradoras de soluções expeditas e baratas. De igual modo, quando se chega não apenas a uma solução para um determinado problema mas antes a várias soluções, existem diversas ferramentas instrumentais de seriação e selecção.

Esta questão foi por várias vezes referida ao longo do presente trabalho, com a sugestão de várias ferramentas instrumentais apropriadas, nomeadamente: *brainstorming*; modelo DEA e painel *Delphi*. Nesta fase, pode-se recordar e apontar, a par das anteriormente referidas, a ferramenta AHP (Ayag e Ozdemir, 2009), interessante na obtenção de uma hierarquia para a opção por uma solução, em detrimento de outras também encontradas. Nestas condições, é possível avançar mais um passo na construção do modelo que constitui o objectivo primordial desta investigação: uma proposta de modelo que ainda não está completo, mas que já

contempla a fase da enunciação dos problemas e a obtenção de soluções, com base nos pressupostos atrás enunciados. Assim, propõe-se um modelo de referência conceptual e abrangente de DNP por via indutiva, conforme a ilustração 5-5.

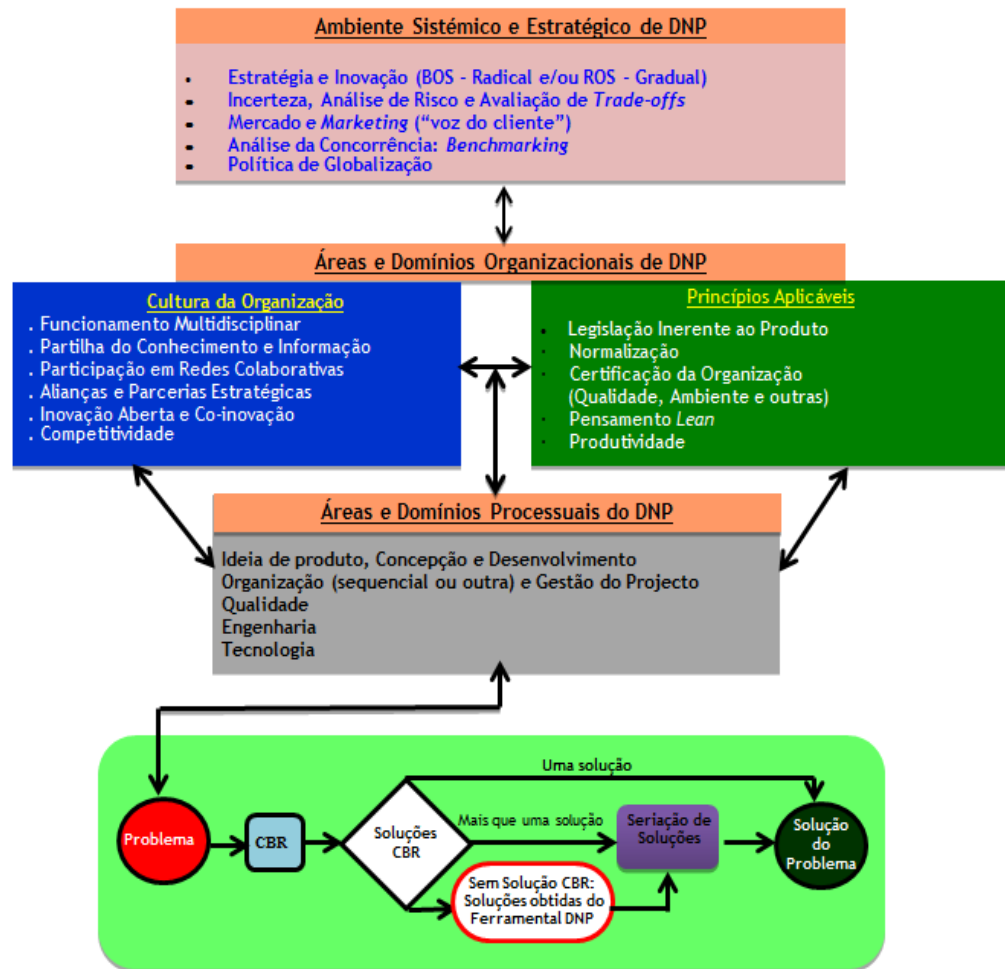


Ilustração 5-5 - Proposta de modelo de referência abrangente de DNP.

Este modelo ainda não descreve em pormenor toda a gama de problemas e respectivas soluções, nomeadamente as de projecto, que são vastas, conforme já foi abordado ou seja, é ainda um modelo prévio ou preliminar, já que conceptualiza um problema genérico e a respectiva solução, sem descrever o método utilizado para a obter. No entanto, nesta fase são descritos os procedimentos ou as rotinas iniciais. Assim, a equipa de projecto deve proceder, desde início, à consulta do seu próprio portfólio, onde se deverão encontrar todos os problemas de desenvolvimento de produtos já anteriormente resolvidos, e que se estejam a colocar no caso em presença. Desses importantes ficheiros deverão constar não só os problemas e respectivas soluções de produtos desenvolvidos (tanto *inshore* como *offshore*), mas outros, resultantes de acções externas de *benchmarking* em concorrentes e parceiros da rede, incluindo fornecedores. Desta consulta alargada, que corresponde à aplicação da ferramenta metodológica CBR, poderão decorrer três situações: não se encontrou alguma solução pré-existente, pelo que terá de se recorrer, então, à panóplia de ferramentas

disponíveis e escolher adequadamente conforme o problema em apreço. Caso existam diversas soluções disponíveis para o mesmo problema, deve utilizar-se uma ferramenta de seriação, que permita ao grupo de trabalho proceder à selecção daquela que entender mais adequada. Aconselha-se a utilização da ferramenta instrumental AHP, que poderá ainda ser reforçada com outras ferramentas, e.g., o DEA e o painel *Delphi*. No caso de haver apenas uma solução típica, o problema ficará desde logo resolvido (ilustração 5-5).

### 5.3.2 Proposta de Modelo Conceptual Abrangente e Integrado

Na ilustração 5-6 destaca-se a proposta de hipótese “sem soluções CBR”, que aborda e propõe a utilização do ferramental DNP. Na ilustração 5-7, figura a proposta final do modelo conceptual que se designou por “Modelo Abrangente e Integrado de Desenvolvimento de Novos Produtos” e que corresponde ao acrónimo MAIDNP.

Abrangente, porque contempla toda a teoria do DNP descrita ao longo da revisão da literatura e mostra a interacção dos seus pontos chave. Integrado, porque inclui e incorpora o ferramental de DNP descrito e analisado no capítulo 4, tendo em vista a procura de soluções para problemas específicos de DNP. De modo a que seja devidamente perceptível, o diagrama esquematizado na parte inferior da ilustração 5-7, corresponde às soluções conseguidas através do ferramental associado ao DNP.

A hipótese “sem soluções CBR” contempla as diversas naturezas dos problemas, já neste trabalho classificados como sendo: inovativos; criativos; de adaptabilidade do produto; com requisitos de satisfação dos clientes e com a satisfação de requisitos de uma produção sem defeitos. Desde a operação inicial com a utilização do CBR, até à fase final com a utilização do AHP (ou outra), caso haja mais que uma solução: deve escolher-se a mais adequada, sendo os problemas tratados com recurso às diversas ferramentas apresentadas no capítulo 3, e de acordo com os modelos conceptuais específicos aí apresentados para cada uma das ferramentas. O percurso diagramático também pode funcionar como uma rede com algumas conexões, já que é possível num mesmo problema (como se pode ver na ilustração 5-6) associar várias ferramentas, tais como e.g.: o projecto modular com o TRIZ e com o projecto criativo; ou o projecto axiomático com o projecto robusto e destes com o DFSS; ou o projecto de tolerâncias com o projecto robusto e novamente com o DFSS.

O MAIDNP decompõe-se em duas partes conceptuais fundamentais: a envolvente do modelo e a hipótese “sem soluções CBR”, que organiza o ferramental disponível na concepção e desenvolvimento dos novos produtos. O modelo consagra o enquadramento essencial do conhecimento que se foi desenvolvendo e explicitado ao longo da revisão da literatura, e encontra-se visível na parte superior do modelo. O mesmo não se poderá dizer da hipótese “sem soluções CBR” organizativa das ferramentas mais conhecidas (abordadas no capítulo 4) e utilizadas no DNP (ilustração 5-6), o qual se passa seguidamente a detalhar.



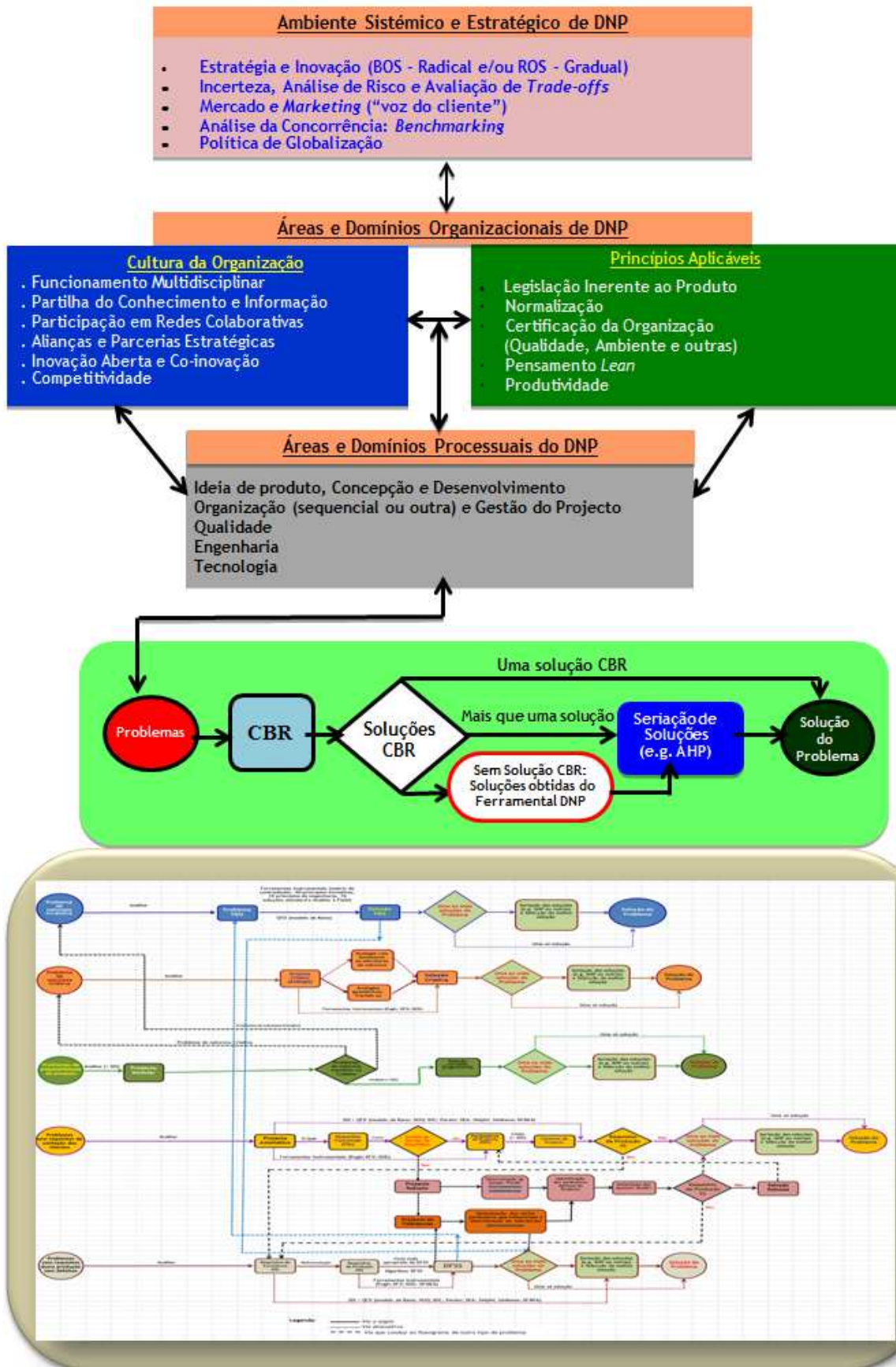


Ilustração 5-7 - Modelo abrangente e integrado de DNP - MAIDNP.

Em primeiro lugar, há que ter em conta o tipo de problemas que se apresentam no modelo diagramático, conforme classificação atrás assumida: de natureza inventiva; de natureza criativa; de uma produção flexível e adaptável; de satisfação dos clientes e de uma produção sem defeitos (requisitos de produtos de excelência). Finalmente, no término de cada fila do diagrama, o encontro da solução mais adequada para o problema existente. Logo após o início, propõe-se o recurso à ferramenta metodológica CBR, e antes da solução final, aquando da existência de mais do que uma solução, propõe-se o recurso a ferramentas de seriação e selecção, tal como a ferramenta instrumental AHP.

Assim, para a resolução de problemas de natureza inventiva, estes poderão confinar-se a problemas que utilizem a ferramenta metodológica TRIZ, cuja resolução é conduzida nos termos da ilustração 4-2. Os problemas de natureza inventiva, a que esta ferramenta metodológica se propõe dar solução, estão contidos no seio mais geral e estratégico da inovação. Conforme se referiu no Subcapítulo 1.3: *“a inovação não se resume à geração de novas ideias, pois requer a invenção de algo novo e a sua posterior aplicação na própria organização ou no mercado. Esta é aliás a principal diferença entre invenção e inovação que convém destringir nesta fase do trabalho: enquanto a invenção é independente do uso, a inovação pressupõe a utilização da invenção no contexto interno ou externo à organização. Portanto, se a invenção não tiver qualquer utilidade, não contribuirá para a inovação”*. A ilustração 5-6 reproduz para este tipo de problemas, como se referiu, os passos evidenciados pela ilustração 4-2. As ferramentas instrumentais associadas à ferramenta metodológica TRIZ são: a matriz de contradições, os 40 princípios inventivos, os 39 parâmetros de engenharia e o modelo *S-field*.

Quanto aos problemas de natureza criativa, propõe-se no modelo conceptual uma ferramenta fundamental: o projecto criativo. Os autores referenciados no Capítulo 4, aquando da abordagem desta ferramenta, sugerem os projectos baseados em analogias com fenómenos da natureza, nomeadamente os biométricos. Não parece desadequado se forem assumidas outro tipo de analogias, como e.g., as geométricas ou outras, baseadas em analogias fractais, que não serão muito distantes das que se suportam na própria natureza.

Entre o arranque do desenvolvimento do projecto criativo e a solução criativa, é provável que haja necessidade do recurso a algumas ferramentas instrumentais, tais como: a análise de *Pugh*; o DOE e/ou o DFX. Espera-se assim que, por via do projecto criativo, se alcancem as chamadas soluções criativas para os respectivos problemas de projectos de DNP.

Outro tipo de problemas abordados pelo MAIDNP são os que emanam da necessidade de adaptabilidade dos novos produtos a desenvolver. Nestes casos, o modelo propõe a utilização do projecto modular, que se baseia na própria modularização. Ocorrerá frequentemente que, quando não existam do passado módulos utilizáveis, pode estar-se perante um outro tipo de problema, tanto de natureza inovativa como criativa. O diagrama das ferramentas, integrante

do modelo MAIDNP, remete então essas soluções para as duas filas anteriores onde esses problemas se encontram explicitados. Se assim for, no decurso da utilização destas ferramentas metodológicas, poderá ter de se recorrer novamente a outras ferramentas instrumentais, tais como a análise de *Pugh* ou o DOE e/ou o DFX, tal como se mostra na ilustração 5-6. No caso de soluções assentes em modelos de modularização resolúveis pelas equipas de engenharia, é desejável que na análise dos problemas haja envolvimento dos fornecedores dos módulos, com o recurso à ferramenta metodológica SDI.

Nas duas filas seguintes do diagrama da ilustração 5-6, apresentam-se os problemas que surgem com a necessidade de satisfação dos requisitos dos clientes, relativamente ao produto em desenvolvimento. Nessas duas filas apresentam-se outras tantas ferramentas metodológicas: o projecto axiomático e o projecto robusto. Caso o problema seja mais adequado à opção pelo projecto axiomático, recolhem-se os requisitos funcionais directamente do mercado (*marketing*) e transformam-se em parâmetros de projecto. A transposição destes para as variáveis de projecto, eventualmente com recurso ao SDI, conduzirá aos requisitos de produção e à solução dos problemas.

Além do SDI, é muito provável a necessidade do recurso ao QFD, por via das ferramentas instrumentais: modelo de *Kano*; HOQ; BSC; DEA; DFMEA; *Ishikawa*; *Pareto* e *Delphi*. Se na transformação dos requisitos funcionais em parâmetros de projecto, se detectarem os chamados ruídos ou perda desses mesmos requisitos funcionais, então será conveniente recorrer suplementarmente ao projecto robusto, que conduzirá à solução do problema. Se os requisitos de produção forem muito exigentes e impuserem um tipo de produtos obtidos com o nível de qualidade inerente ao SS, então, conduzir-se-á o desenvolvimento do projecto do novo produto, através da ferramenta metodológica DFSS até à solução do problema.

Caso a opção para o referido problema ou problemas recaia directamente sob o projecto robusto, é sinal de que a equipe de projecto detectou, à partida, perda de requisitos funcionais. Assim sendo, determina-se a função de perda por meio de ferramenta estatístico adequado (i.e. ANOVA, etc.) Esta análise permitirá a identificação dos parâmetros óptimos de projecto, e após o isolamento dos factores de ruído que encareceriam o projecto, alcançar-se-á a solução de engenharia robusta para o problema ou problemas. Se os parâmetros de projecto tiverem que dar origem a variáveis de projecto que conduzam, porventura, a requisitos de produção com produtos obtidos no nível de qualidade inerente ao SS, também existirá a necessidade de recorrer suplementarmente ao DFSS.

Tal como atrás se referiu, a ferramenta metodológica DFSS coloca-se na solução de problemas que emanam de requisitos de produção muito exigentes, ou seja com o nível de qualidade inerente ao SS. Esses requisitos de qualidade elevados são tratados em termos de projecto na condução do algoritmo DFSS (Yang e El-Haik, 2009; p.152), e através dos diversos ciclos do DFSS (abordadas no Subcapítulo 3.3.4.2), e.g. o DMAIC. É muito provável que nesta fase seja

necessário recorrer a outras ferramentas instrumentais, tais como, novamente: a análise de *Pugh* ou o DOE e/ou o DFX, tal como se mostra na ilustração 5-6. Entre o momento da definição dos requisitos de excelência e a seriação ou a determinação da solução final, é possível que haja necessidade de se recorrer ao SDI e ao QFD (o que implica o recurso às ferramentas instrumentais: modelo de *Kano*; HOQ; BSC; DEA; DFMEA; *Ishikawa*; *Pareto* e *Delphi*). Ainda da tabela 4-15, no ciclo ICOV, na fase “caracterizar”, detectou-se a possibilidade de recurso à ferramenta metodológica TRIZ.

Finalmente, é bem provável que haja necessidade de seriar e seleccionar apenas uma solução, sempre que tal seja necessário, o modelo propõe o recurso à ferramenta instrumental AHP (ou outras).

Completa-se assim a análise da ilustração 5-6, que mostrou em detalhe a hipótese “sem soluções CBR” referente à utilização de ferramentas para solução de problemas processuais de concepção e desenvolvimento de novos produtos.

## 5.4 Utilidade do MAIDNP

O MAIDNP vai permitir duas utilidades distintas: a primeira, de índole puramente científica e que constitui o objectivo essencial do presente trabalho - integrar de forma abrangente, tudo o que a literatura considera como fundamental na concepção e desenvolvimento de novos produtos, constituindo um cardápio organizado de soluções para problemas ocorridos no DNP com recurso às ferramentas metodológicas e instrumentais conhecidas; a segunda, de índole operacional e aplicada, subproduto da anterior, em que funcionará como ferramenta de diagnóstico, *roadmap* ou roteiro de aferição, de processos, projectos e produtos, dedicado às empresas que inovam, concebem e desenvolvem novos produtos.

Após a avaliação do nível de inovação dos produtos, bens ou serviços, que emanam da estratégia da própria empresa, o modelo deverá conferir e auditar a empresa focal que coloca novos produtos no mercado, do ponto de vista mais abrangente do seu enquadramento sistémico, e não apenas no que concerne à inovação. Assim, deverá pontuar e graduar a realização dos requisitos já conhecidos e incluídos no modelo, e que são (além do aspecto referente à inovação): a consideração pela gestão de topo do factor “incerteza” e da existência de adequada “análise de risco”; e também as evidências de gestão e/ou de “avaliação de *trade-offs*”.

Devem detectar-se práticas de consulta ao “mercado”, bem como da existência de uma área específica de “*marketing*”, senão mesmo de CRM (“voz do cliente”) que permita proceder ainda à “análise da concorrência” e ao “*benchmarking*”, além da verificação de uma “política de globalização” ou a justificação da sua não existência. A cada um desses itens deverá ser atribuída uma pontuação específica, devidamente ponderada (pesada), cujo resultado permitirá determinar o nível de realização (baixo, intermédio ou elevado) do ambiente

estratégico e sistémico da organização. Tais pontuações e ponderações, bem como os padrões ou métricas de comparação, irão ser similares às utilizadas junto do painel de especialistas (painel *Delphi*), ao mesmo tempo que nesse inquérito lhes irão ser colocadas questões que conduzirão, se for caso disso, à avaliação e/ou ajustamento ao MAIDNP. Tal consideração serve para todas as classificações parcelares e para a global do MAIDNP, descritas e a descrever. Da mesma forma, a avaliação do nível de realização dos factores de DNP de empresas, produtos, bens ou serviços, será testada e conferida através do guião do MAIDNP durante a concretização dos casos de estudo.

No mesmo sentido se irão pontuar, ponderar e classificar as áreas e domínios organizacionais das empresas que inovam, no âmbito de conceber e desenvolver novos produtos. Serão, portanto, classificados e ponderadas as áreas e domínios culturais: “funcionamento multidisciplinar”; de “partilha do conhecimento e informação”; de “participação em redes colaborativas”; da existência de “alianças e parcerias estratégicas”; das práticas de “inovação aberta e co-inovação”; das evidências de “competitividade” da organização e respectivos produtos no mercado. Pontuar-se-ão também as áreas organizacionais que respeitam aos princípios de DNP, tal como se consideraram no modelo, ou seja, o cumprimento da “legislação inerente ao produto” e preceitos da “normalização”, e outros eventualmente necessários, como a existência de “certificações de qualidade, de ambiente e de segurança”. Deverão pontuar-se as evidências de existência de filosofia e pensamento genérico “*lean*” e também de combate ao desperdício de recursos, ou seja, evidências de princípios de eficiência e “produtividade”. A cada um desses itens deverá ser atribuída uma pontuação específica, devidamente ponderada/pesada, cuja soma permitirá determinar o nível (baixo, intermédio ou elevado) referente às “áreas e domínios organizacionais”.

O MAIDNP constituído como um *roadmap* de aferição das empresas que inovam, concebem e desenvolvem novos produtos, depois de se aplicar tanto ao nível estratégico como ao organizacional, vai aferir também as áreas processuais do DNP. serão, portanto, classificadas e ponderadas: a existência de “ideia de produto”; da sua “concepção” e do planeamento do seu “desenvolvimento”. deverá ser classificada, de acordo com as indicações do painel de especialistas a “organização do projecto”, consoante seja sequencial, do tipo *Stage-Gate*® ou que prossiga (sempre que se justifique) na filosofia já referenciada como ES. Serão pontuados os aspectos processuais da política de “qualidade”, bem como os aspectos associados à “engenharia”, tanto do projecto dos materiais como do processo, bem como os aspectos tecnológicos envolvidos no DNP. A cada um desses itens deverá ser atribuída uma pontuação específica, devidamente ponderada/pesada, cuja soma permitirá determinar o nível (baixo, intermédio ou elevado) referente às “áreas e domínios processuais”.

Após a dissecação destes três níveis empresariais: em primeiro lugar o estratégico e sistémico; em segundo lugar o organizacional e em terceiro lugar o processual, cada um deles ponderado com o seu peso próprio, agregar-se-ão num somatório que medirá o nível

conjugado (baixo, intermédio ou elevado) da envolvente empresarial e da sua qualificação, enquanto entidade que inova, concebe e desenvolve novos produtos. No entanto, faltará abordar a forma pela qual são resolvidos, a um nível operacional, os problemas e dificuldades que surgem no DNP. Podem apresentar-se problemas de vária ordem, tendo sido já catalogados como problemas de natureza: inovativa; criativa; de adaptabilidade do produto; com requisitos de satisfação dos clientes e com a satisfação de requisitos de uma produção sem defeitos.

A resolução destes problemas, caso existam através da utilização das ferramentas metodológicas e instrumentais, deverá ser classificada, pontuada e ponderada de acordo com a utilização mais adequada e expedita das ferramentas disponíveis da forma que é proposta na hipótese “sem soluções CBR” do MAIDNP, apresentada na ilustração 5-6. A cada um desses itens, ou problemas existentes e resolvidos, bem como a cada ferramenta bem utilizada, deverá ser atribuída uma pontuação específica, devidamente ponderada/pesada, cuja soma permitirá determinar o nível (baixo, intermédio ou elevado) referente à prática operacional da utilização racional de ferramentas avançadas de DNP.

## 5.5 Nota Conclusiva

Neste capítulo abordaram-se os modelos existentes que de alguma maneira se aproximassem do objectivo que se pretende alcançar. Foi necessário revisitar a literatura no sentido de consolidar os conceitos de sistema, modelo, nomeadamente dos que se designam por conceptuais ou diagramáticos. Abordaram-se ainda conceitos como “holismo” e a abrangência dos modelos. Após esta abordagem inicial listaram-se 19 artigos, teses ou dissertações que de alguma forma se propunham apresentar um modelo de DNP, nalguns casos mesmo sob a designação de abrangente ou holístico, etc. Dessa listagem e dos respectivos resumos, concluiu-se que apenas três desses trabalhos se aproximavam, de alguma maneira, aos objectivos da presente investigação, e aos quais foi dado um tratamento mais detalhado. Cada um destes três trabalhos (Nunes, 2004; Mendes, 2008 e Waal e Knott, 2010) foi avaliado por intermédio do esboço prévio de modelo abrangente de DNP, proposto no Subcapítulo 3.7.

Com o encerramento do presente Capítulo, conclui-se assim a primeira parte do objectivo central do presente trabalho de investigação que é: *a construção de um quadro metodológico ou modelo de referência, sistémico e abrangente, que tenha a capacidade de orientar a indústria na concepção e desenvolvimento de novos produtos, que os mercados consagrem como vencedores*. A segunda parte corresponderá à validação e aperfeiçoamento do MAIDNP (se existir tal necessidade), através de metodologias empíricas de investigação. Durante a fase de construção teórica da presente investigação, foram-se sendo detectados pontos de amarração entre a realidade e o fenómeno, os constructos, também designados de asserções teóricas, como dados de partida. Após o trabalho indutivo de construção do MAIDNP, é possível confirmar os últimos dois constructos enunciados no Subcapítulo 1.2, e que são:

“além de questões de ordem empírica subjacente, a construção de modelos de DNP pode ser tratada e aperfeiçoada cientificamente” e, ainda, “é importante a existência de um modelo sistémico e abrangente para o DNP”. Tal significa que, independentemente do modelo teórico que é proposto, será necessário proceder à validação empírica do MAIDNP, e a sua relevância será tanto maior quanto melhor se adequar à realidade. Além disso, o MAIDNP aponta novas orientações, metodologias e ferramentas que poderão ser úteis para a evolução da indústria que concebe, inova, desenvolve, projecta e realiza novos produtos, seja a sua génese evolucionista tanto de natureza gradual como disruptiva.

Como vantagem do modelo proposto, podem apontar-se alguns factores: em primeiro lugar ser inédito e colmatar uma lacuna - enquadrar simultaneamente o ambiente sistémico que enquadra o DNP e as suas áreas e domínios (organizacionais e processuais), bem o tipo de problemas que emergem na concepção e desenvolvimento de novos produtos; em segundo lugar a organização, também inédita, num fluxograma representativo da hipótese “sem soluções CBR”, que contém o ferramental utilizável nas diversas situações que também decorrem. Após a construção do modelo que constitui o objectivo principal do presente trabalho, decorre-se que o próximo capítulo terá como objectivo concretizar a validação do MAIDNP e, se for caso disso, encontrar nessa mesma validação motivos para a sua melhoria e aperfeiçoamento.

Finalmente, pode ainda considerar-se como uma mais-valia o facto do MAIDNP constituir, conforme ajuda do painel de especialistas (painel *Delphi*), como uma ferramenta quantitativa de aferição e de qualificação das organizações empresariais que inovam, concebem e desenvolvem novos produtos, que enriquecem a diversidade da oferta no mercado, satisfazendo clientes cada vez mais informados, exigentes e conhecedores.

## Capítulo 6

### Validação do Modelo Conceptual Proposto

Após a obtenção indutiva, do MAIDNP, no final de um processo de revisão de literatura conduzida desde o início de forma teórica e dedutiva, nesta fase procedeu-se à sua validação empírica. Espera-se assim que se possa completar ou aperfeiçoar o modelo conceptual teórico obtido, procedendo-se à sua transformação num modelo final testado, ou seja, num modelo funcional. A primeira questão a colocar é se a validação vai decorrer através de uma metodologia qualitativa e/ou quantitativa. O caminho a seguir será de natureza qualitativa como a seguir se demonstra.

De acordo com Bassey (2001), os métodos quantitativos ao promoverem um tipo de generalização estatística das conclusões, estatística multivariada ou outros, como fizeram e.g. Matias e Devezas (2007) e Devezas *et al.* (2008) com trabalhos sobre eficiência energética e inovação energética, não são adequados à validação de sistemas adaptativos complexos. No campo das ciências não exactas os métodos qualitativos não constituem uma abordagem adequada para explicar a profundidade dos complexos problemas da gestão e dos negócios (Yin, 2009; p.15), tal como é a situação representada pelo MAIDNP. Mais: de acordo com Bassey (2001), uma generalização não estatística designada por difusa (*fuzzy*) surge a partir de estudos de singularidades (neste trabalho a singularidade é o próprio MAIDNP). Este autor também sugere que, normalmente, o que for encontrado na singularidade é passível de ser detectável em situações similares. Assim sendo, na presente investigação, a singularidade que é o modelo MAIDNP, necessita de um processo de validação de natureza qualitativa.

Finalmente espera-se que os métodos empíricos seleccionados permitam a validação bem como a utilização/experimentação do MAIDNP, ou seja, verifiquem da sua funcionalidade no terreno.

#### 6.1 Selecção da Metodologia Empírica

No domínio das ciências exactas predominam metodologias que utilizam métodos quantitativos, enquanto que em ciências mais recentes, tais como as ciências sociais, se utilizaram muitas vezes métodos qualitativos dado o seu alcance e flexibilidade (Stuart *et al.*, 2002 e Yin, 2009; p.56 e 57). Acerca desta característica, Eisenhardt (1989) enfatiza que, tal flexibilidade ou liberdade não constitui, em qualquer circunstância, uma autorização para que não seja rigoroso ou sistemático.

Esta apetência por métodos qualitativos tem-se estendido a muitos trabalhos de engenharia e gestão industrial, nomeadamente quando estão em causa modelos de índole conceptual e

estratégica. Só no domínio do DNP referem-se a título de exemplo, Campbell *et al.* (2007), Yeh *et al.* (2010), Gnyawali e Park (2011) e Petty *et al.* (2012). Assim, é essencial proceder-se à validação interna e externa do MAIDNP: entende-se por validação interna a validação do modelo conceptual enquanto hipótese de trabalho, tal como foi proposto e visualizado nas ilustrações 5-6 e 5-7; e por validação externa a exequibilidade da sua aplicação no campo empresarial que inova, concebe e desenvolve novos produtos.

Num contexto mais alargado de geração de teoria ou de modelos (uma hipótese de trabalho) e teste de validação de hipóteses de trabalho, Yin (2009; p.6), sugere a adequação dos vários processos de investigação face aos fenómenos a investigar. Adaptaram-se-lhe as asserções teóricas de Eisenhardt (1989) e Eisenhardt (2007), conforme se mostra na Tabela 6-1.

**Tabela 6-1- As diferentes estratégias de investigação.**

Fonte: Adaptação de Eisenhardt (2007) e Yin (2009; p.6)

ESTRATÉGIA	Forma da questão a investigar	Requer-se algum controlo sobre o comportamento dos eventos?	Consideram-se contemporâneos os fenómenos e eventos focados?	Consideram-se no futuro os fenómenos e eventos focados?
Experimentação	Como; Porquê;	Sim	Sim	----
Inquéritos	Qual; Que; O quê; Onde; Quanto; Como; Porquê	Não	Sim	Sim
Painel de Especialistas (Inquéritos)	Qual; Que; O quê; Onde; Quanto;	Não	Sim	Sim
Entrevistas conjuntas de grupo	Qual; Que; O quê; Onde; Quanto;	Não	Sim	Sim
Análise de Arquivos e Registos	Qual; Que; O quê; Onde; Quanto;	Não	Sim/Não	Não
Históricos	Como; Porquê;	Não	Não	Não
Estudo de caso	Como; Porquê;	Não	Sim	Sim/Não

Relativamente à validação/experimentação do MAIDNP, e de acordo com a tabela 6-1 face aos fenómenos da inovação, concepção e desenvolvimento de novos produtos, confirma-se que durante a investigação não se controlam os eventos investigados, que estes são contemporâneos ou eventualmente a ocorrer no futuro e a forma das questões investigadas e a validar englobam todas as possibilidades consideradas (qual; que; o quê; onde; quanto; como e porquê). Assim, para validar internamente o MAIDNP, as circunstâncias da própria estratégia de investigação conjugam-se com a possibilidade de utilização de um painel de especialistas, não tanto como modelo futuro, mas fundamentalmente, como algo que é actual e contemporâneo.

No sentido de validar externamente o MAIDNP, ou seja, verificar da sua utilidade no campo empresarial, as circunstâncias adequam-se à utilização de casos de estudo, em que as questões do tipo “como” e “porquê” são testadas consoante a forma das respectivas

respostas. E estas serão: em vez de “como”, pergunta-se “se” (o modelo é aplicável) e também “porque” (é que se aplica o modelo) em vez de “porquê”. Eisenhardt (1989), refere que os estudos de caso podem ser usados de forma descritiva, gerar teoria ou testar teoria como na presente investigação. Em defesa desta opção usa a designação “investigação directa”. Os casos de estudo, embora se possam aplicar em situações quantitativas, constituem-se como um método recorrente neste tipo de trabalhos de investigação. Este facto é enfatizado com os trabalhos de Stuart *et al.* (2002), Eisenhardt e Graebner (2007) e Yin (2009; p.14), em que estas edições mais recentes actualizam trabalhos anteriores.

Ainda relativamente aos casos de estudo, é muito importante definir o que Yin (2009; p.21 e seguintes) e Yin (2011; p.10 e seguintes) designou por “unidade de análise” (*defining what the “case” is*), ou seja, precisar o que se vai estudar. Sobre deste assunto (Yin, 2009; p.44) chama particularmente a atenção do investigador para o facto de este não cometer o erro de analisar o que designa por estudos “embebidos” no interior do próprio caso. Ou seja: ao focar o estudo na unidade de análise, o investigador pode deparar-se com outras matérias laterais que, apesar de interessantes, poderiam fazer parte de outras investigações que não da que se pretende atingir. Portanto, o investigador deve afastar-se dessas pistas que não conduzem ao seu objectivo. Neste trabalho de investigação, as unidades de análise serão constituídos por produtos inovadores, bens e serviços, cujo desenvolvimento pretenderá testar externamente o modelo conceptual proposto. A avaliação do estado da inovação em Portugal, o desenvolvimento empresarial ou outros tópicos porventura interessantes, sendo embebidos e laterais nesta investigação, não serão desenvolvidos nem constarão da análise de resultados.

Tendo-se optado desde o início por uma estrutura de investigação teórica dedutiva-indutiva, foi possível chegar ao MAIDNP, objectivo proposto na presente investigação. Não se seguiu à partida, um caminho empírico do tipo *grounded theory* (teoria fundamentada em dados) adequado à descrição de fenómenos baseados nas experiências da prática (trabalhos de índole experimental), chegando-se aos inquéritos sem necessidade de hipóteses ou modelos definidos, conforme concluíram Fernandes e Maia (2001), McAdam *et al.* (2008) e Yin (2009; p.27). Assim sendo, havendo necessidade de validar um modelo enquanto hipótese de trabalho, a singularidade (Bassegy, 2001) e de acordo com os pressupostos de investigação sugeridos pela tabela 6-1, ficam disponíveis enquanto processo de trabalho empírico, o painel de especialistas (*Delphi*), complementado por casos de estudo aplicados à concepção e desenvolvimento de produtos e serviços inovativos. Tal deverá permitir transformar o modelo conceptual num modelo funcional, como se verificará que realmente acontece no final da validação.

## 6.2 Descrição dos Métodos

### 6.2.1 O Método *Delphi*

A ferramenta denominada painel *Delphi* começou por ser desenvolvida na década de 1950 pela *Rand Corporation*, na Califórnia, tendo como objectivo alcançar uma opinião convergente de peritos sobre o impacto da tecnologia na indústria de guerra, no contexto da chamada guerra fria. A designação *Delphi* atribuída a este método foi inspirada na mitologia grega, já que ao tentar obter a melhor resposta às dúvidas se recorria às respostas do oráculo de *Delfos*. Dos anos 60 à actualidade, a técnica do painel *Delphi* tem sido utilizada para fins mais pacíficos e diversificados. De acordo com Linstone e Turoff (2002; p.3<sup>52</sup>), esta ferramenta caracteriza-se como sendo um método baseado em inquéritos estruturados, e permite organizar a comunicação de um grupo de indivíduos que, funcionando como um todo, lidará com problemas complexos e multifacetados. É uma das poucas técnicas científicas que permite analisar dados qualitativos e uma das mais eficientes, para questões que exijam uma tomada de decisão.

De acordo com Camarinha-Matos *et al.* (2004), o método *Delphi* constitui-se como uma boa ferramenta para projecções quanto ao comportamento futuro, e quando a opinião de especialistas é a única fonte de informação disponível do fenómeno em estudo (Cuhls, 2004). No caso vertente, trata-se da análise comportamental presente e futura do modelo conceptual sistémico obtido - o MAIDNP. A ferramenta *Delphi* apresenta como vantagem, o facto dos participantes apreciarem a evolução dos questionários, visto tratarem preocupações de interesse próprio e comum. Todavia, é importante lembrar que, apesar desta técnica beneficiar da intuição de especialistas, limita-se a realizar estimativas e/ou previsões, de forma que nem sempre é possível desfazer-se das incertezas ou ambiguidades que lhe possam estar associadas.

Na ferramenta painel *Delphi* deve ter-se sempre em linha de conta que estão a ser tratados fenómenos associados à incerteza e complexidade, assim, e acordo com Wright e Giovinazzo (2000), se após a primeira ronda os resultados mostrarem um elevado grau de divergência, sendo inconclusivos, então efectua-se nova ronda com as questões recolocadas de forma o mais perceptível, directa e concisa possível. Serão realizadas tantas rondas de questionários, quantas as necessárias para se atingir um grau de consenso razoável, ou seja, consenso em todas as questões de índole geral, mas não obrigatoriamente nas questões que focarem aspectos particulares (e.g. questões inerentes a um tópico que depende directamente do modo como uma organização é administrada/gerida, dependem de caso para caso). Em que as respostas dos especialistas irão, com certeza, divergir.

---

<sup>52</sup> Estes autores tratam o modelo ("*Delphi*") num manual de 618 páginas.

É normalmente aconselhável a realização de questionários anónimos, para que os intervenientes se possam exprimir de forma livre e imparcial, sem que haja coerção ou manipulação para que seja adoptado um determinado ponto de vista, como pode acontecer em situações relacionadas com dinâmicas de grupo. Além disso, a resposta (*feedback*) controlada da técnica *Delphi*, tende a reduzir a afirmação de interesses individuais em prol de uma eficaz resolução do problema (Wright e Giovinazzo, 2000).

Devido às múltiplas aplicações deste método, não há um só modo de o conduzir, embora a maioria dos investigadores aponte para que o de painel deva ser realizado em várias rondas, até se obter consenso nas questões de índole geral que apresentem resultados inconclusivos, devidos à obtenção de respostas muito divergentes.

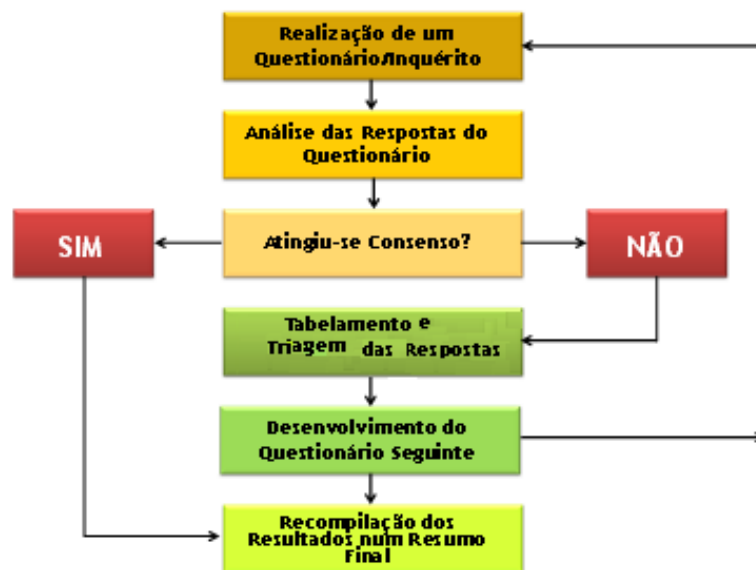


Ilustração 6-1 - Procedimento aplicado para a validação pelo Painel *Delphi*.

O esquema apresentado na ilustração 6-1, resume o procedimento seguido nesta investigação na aplicação da ferramenta *Delphi* ao modelo conceptual alcançado, tendo sido adaptado o que é sugerido por Wright e Giovinazzo (2000), que também referem que, apesar de ser um método qualitativo muito utilizado em ciências sociais, não deixa no entanto, de ser utilizado também noutras ciências, nomeadamente as que concernem à EGI. Para melhor suportar este importante aspecto, referem-se os trabalhos de: Cuhls (2003) em gestão da produção; Bonnemaizon *et al.* (2006) no *marketing* (negócios inteligentes na indústria); Chuah e Wong (2012) e Camarinha-Matos *et al.* (2004) em organizações colaborativas e em inovação; Cruz *et al.* (2013) no desempenho portuário; e Barczak e Kahn (2012) na identificação das melhores práticas a adoptar em DNP.

A função do painel *Delphi*, será pois, a de promover uma validação qualitativa do modelo conceptual induzido, o MAIDNP, através da convergência das respostas dos especialistas às questões de índole geral, formuladas para cada um dos itens integrantes do modelo (incluindo

o respectivo ferramental, que organiza as ferramentas disponíveis no DNP, para cada problema tipo identificado no início do Subcapítulo 4.2).

### 6.2.2 O Estudo de Casos

Conforme adaptação de Easton (2010), o caso de estudo pode definir-se como sendo um método de investigação que, envolvendo uma ou mais entidades sociais, empresariais, etc., tem início com a recolha dos dados de interesse necessários para o caso sobre as mesmas, usando múltiplas fontes permitidas, e através de um processo iterativo de análise desses dados, confrontar os resultados obtidos com os aspectos do fenómeno em estudo, a fim de o compreender e fundamentar da melhor forma melhor possível.

Yin (2009) e/ou Yin (2011; p.18 e seguintes), classifica os casos em três tipos distintos: descritivos, quando analisam o fenómeno no seu contexto real sob a forma de sequências descritivas ao longo do tempo; exploratórios quando buscam a familiarização com uma situação sobre a qual não existe um marco teórico bem definido; e explanatórios (ou explicativos) quando pretendem revelar o “como” (se) e o “porquê” (porque) de um determinado fenómeno real, para o qual o investigador não contribuiu. As formas exploratórias de conduzir investigação podem ser usadas por outras metodologias (e.g. *grounded theory*), num contexto diverso dos casos de estudo. Apesar de reconhecer que não há barreiras rígidas entre estratégias, este autor evidencia as várias diferenças através de exemplos elucidativos, o que permite um determinado padrão comportamental. Na presente investigação, está-se perante um modelo a validar, com uma singularidade que ainda não existe como marco definido, mas que se pretende que passe a existir. Daí a natureza dos casos a realizar considerar-se do tipo explanatória.

Em reforço da opção realizada, de acordo Bonache (1999) a lógica utilizada pelos estudos de casos é do tipo indutiva-analítica em que se pretende ver o geral no particular, ou seja, em vez de se generalizarem os resultados a uma população, pretende-se descobrir, em casos concretos, as causas e as condições gerais que permitam explicar e/ou predizer um dado fenómeno, tal como também refere Nevado (2001). Isto porque, a teoria não deve preocupar-se apenas com a “previsão”, mas também com a “explicação”. Na presente investigação, o resultado a atingir com esta metodologia científica é a validação do modelo obtido, o que significa “explicação” conduzida de forma explanatória.

De acordo com Eisenhardt (1989), durante a realização dos “casos de estudo”, e com a finalidade de gerar teoria, é possível e desejável proceder a ajustamentos nas diversas fases da análise: desde a recolha de dados; às entrevistas, ou até mais adiante; de modo a poder adequar-se o conhecimento adquirido ao próprio processo de investigação. Pode então dizer-se que: os casos de estudo são de natureza iterativa, relativamente aos seus aspectos quantitativos; e de natureza interactiva, quanto aos aspectos de índole mais qualitativa, como no caso vertente.

Pode, portanto, concluir-se que existe uma diferença fundamental entre as metodologias tradicionais e os casos de estudo (Nevado, 2001): “*trata-se da possibilidade dada ao investigador de voltar atrás e refazer as preposições de partida consoante o corpo teórico-empírico que a própria investigação vai descobrindo e construindo*”. Uma dúvida legítima que se pode colocar é a de saber como será possível a um investigador realizar o estudo de um “caso” igual a um outro já realizado, se não existirem procedimentos de investigação definidos *à priori* (Nevado, 2001). Colocam-se assim duas questões: primeira - será que a flexibilidade inerente ao investigador não vai prejudicar a fiabilidade da metodologia?; segunda - será que ao realizar o mesmo “caso”, outros vão chegar aos mesmos resultados?

A investigação directa e os métodos qualitativos, enquanto métodos científicos, devem assegurar ao investigador a minimização de erros, fiabilidade da investigação e a generalibilidade (Sutton, 1997 e Yin, 2009; p.35 e 36) ao universo observado. Os métodos devem ainda permitir que investigadores posteriores seguindo os mesmos passos do primeiro investigador cheguem aos mesmos resultados, ou assim não sendo, concluir que tal se deveu a erros casuais, tal como referiu Eco (1997; p.56), Stuart *et al.* (2002) e Eisenhardt e Graebner (2007). Também se pode chegar a uma conclusão diferente sem a existência de quaisquer erros, e isto pode ocorrer devido à transformação do sistema entre o momento da primeira investigação e o momento ocorrido mais tarde. Em EGI a investigação trabalha com sistemas dinâmicos que se alteram com o tempo. Se por um lado esta flexibilidade é perfeitamente justificável, já que se está a trabalhar com realidades contemporâneas, complexas e dinâmicas, muitas vezes “escondidas” (Nevado, 2001), por outro, pela pertinência das questões recomenda-se o estabelecimento de um “protocolo” (Yin, 2009; p.73 e 74). Nestas condições, o “protocolo” do caso é um documento onde se encontram detalhadamente inscritos os passos a dar, para se atingirem os objectivos do estudo. Ou seja, os procedimentos que vão sendo utilizados para a validação dos constructos, vão dando origem a documentos, e estes a cadeias de informação que o investigador deve guardar, classificar e manter à disposição de terceiros (Dubois e Gibbert, 2010).

É corrente em estudos de casos realizados em Portugal designar estes documentos por “guiões” (poderiam denominar-se também por “roteiros”) em vez de “protocolos” (“*protocols*”). No entanto, nos casos estudados no presente trabalho, o “protocolo”, é um acordo do investigador consigo mesmo, pelo que o termo guião (Eisenhardt, 1989): “*texto escrito que contém a acção*”, pareceu o mais adequado em termos da liberdade e flexibilidade criativa inerente ao método, traduzindo ainda assim, a garantia de fiabilidade aconselhada pelos autores e, mais concretamente também por Eisenhardt (1989), que se lhes refere como “protocolos” e “instrumentos”<sup>53</sup>. É importante mencionar-se que, no sentido de minimizar enviesamentos referidos, e tal como aconselham Yin (1994) e Eisenhardt (1989), durante a condução de todas as fases dos casos estudados foi utilizado, sempre que possível,

---

<sup>53</sup> O guião dos quatro casos que irão ser estudados será integrado, no presente trabalho, como Anexo VI.

o processo de triangulação, i.e., de troca de informações pertinentes (e.g. entre a organização e seus fornecedores) de forma a garantir maior fiabilidade, à análise e aos resultados encontrados (Dubois e Gibbert, 2010).

Foram também utilizadas outras táticas, tais como: listar as diferenças e as coincidências entre casos; trabalhar com diferentes fontes de informação; e proceder à separação dos dados de acordo com as respectivas fontes. Para tanto, utilizaram-se entrevistas não gravadas, visitas aos locais julgados necessários, conversas telefónicas, correio electrónico, recolha de documentos e diversos tipos de dados escritos ou informáticos, tanto junto dos responsáveis das organizações em estudo, como de organizações afins, onde se cruzava ou triangulava a informação recolhida, sempre que se suscitava alguma dúvida, bem como a utilização de “informantes-chave” (apenas um ou um painel), que são pessoas de confiança com conhecimentos técnicos e científicos, com capacidade de estabelecer pontes na organização. Sempre que tal foi expressamente solicitado, manteve-se a confidencialidade dos dados ou informações recolhidos, sem que tal não deixasse, apesar de tudo, de amplificar a perspectiva em relação à problemática em análise. Além do que foi referido, obteve-se também autorização formal da direcção da organização e proporcionar aos seus responsáveis, bem como aos “informantes-chave” a revisão do material fornecido. Quanto ao texto final de cada caso, ele deverá ser conciso e elucidativo, em linha de acordo com o estilo pré-definido para a elaboração da própria tese. De acordo com Eisenhardt (1989), devem ser escolhidos “casos” replicáveis, que no caso vertente serviram para uma validação explanatória da teoria integrante ao modelo obtido - o MAIDNP. Daí que nesta investigação, o que se pretendeu generalizar e replicar, foi o modelo e não os casos propriamente ditos. E quanto ao número de casos estudados?

Ainda segundo esta autora, embora não exista um número ideal de casos a tratar conjuntamente, admite-se que, com menos de quatro casos é por vezes difícil gerar/validar teoria de maior complexidade, podendo eventualmente o resultado empírico não ser absolutamente convincente. Igualmente, com mais de doze casos, torna-se mais difícil lidar com a complexidade que advém do grande volume de informação. Apesar disto, Nevado (2001) interroga-se se sendo “um caso é um caso”, então, porque é que em certas circunstâncias “um” não há de ser suficiente? No presente trabalho irão ser conferidos e apresentados quatro casos de estudo, que validarão o modelo MAIDNP e o transformarão de modelo conceptual em modelo funcional, porque os produtos (bens ou serviços), através da realidade empresarial irão conferir a sua funcionalidade formal, ou seja, a sua adequação à realidade. Apesar de constituírem o mínimo aconselhado por Eisenhardt (1989), deve insistir-se que se trata de uma complementaridade da validação já antes efectuada através do painel *Delphi*, que conforme a teoria não será utilizado por si só, como única fonte de validação. Aliás, Guest *et al.* (2006) consagraram o princípio da saturação, segundo o qual entrevistas ou casos adicionais, se tornam superabundantes e ineficazes não trazendo nada de novo ao estudo, na medida em que vêm revelar aquilo que o investigador já antes detectou.

No presente trabalho irão ser conferidos e apresentados quatro casos de estudo, que validarão de forma explanatória o modelo MAIDNP e o transformarão de modelo conceptual em modelo funcional, porque vai verificar-se que os produtos e serviços inerentes aos casos realizados, através da realidade empresarial irão conferir a sua funcionalidade formal, ou seja, a sua adequação à realidade. Apesar de constituírem o mínimo aconselhado por Eisenhardt (1989), deve insistir-se que se trata de uma complementaridade da validação já antes efectuada através do painel *Delphi*, tal como já foi referido e justificado, não será utilizado por si só, como única fonte de validação.

## 6.3 Aplicação dos Métodos

A Tabela 6-2 resume tanto o que ficou atrás teoricamente justificado, como alguns dos parâmetros a definir nos subcapítulos seguintes referentes à aplicação específica, quer do painel *Delphi* quer dos casos de estudo.

**Tabela 6-2 - Resumo do processo empírico de validação do MAIDNP.**

Investigação Qualitativa	Validação do Modelo	Dimensão (Painel e Casos)	Questionários/Guião	Unidade de Análise
Painel <i>Delphi</i>	Interna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especialistas Contactados-42</li> <li>• Especialistas respondentes-18</li> </ul>	1ª Ronda - Obrigatória	MAIDNP
			2ª Ronda - Realizada	
			3ª Ronda - Não Necessária	
Casos de Estudo	Externa	Casos Necessários à Validação - 4	Descritivo - Não	Novos Produtos e Serviços inovativos: graduais e radicais
			Exploratório- Não	
			Explanatório- Sim	

Assim, deu-se início ao processo empírico com a validação interna do MAIDNP por recurso ao painel *Delphi*. Após esta fase, passou-se ao campo empresarial para verificar/testar de forma estrita a aplicação do modelo em produtos e serviços com o fim de proceder à validação externa.

### 6.3.1 O Painel de Especialistas

De maneira a proceder à validação interna do MAIDNP, tal como atrás foi estabelecido, preparou-se um inquérito<sup>54</sup> (Anexo II) dividido em 4 partes correspondendo cada uma, respectivamente, a cada nível do MAIDNP, no sentido da sua validação. Este inquérito correspondeu a uma primeira ronda de questões, conforme aconselham os autores e teóricos da metodologia *Delphi*. No que concerne à dimensão do painel, diversos autores, nomeadamente Hsu e Stanford (2007), referem que é corrente que o número de especialistas

<sup>54</sup> <https://docs.google.com/forms/d/1zxaDZP3ZSY1hZPapbrEtI0Orcwfjqrfylm42bWTG5e4/viewform> (acessível aos especialistas respondentes entre 12 de Dezembro de 2013 e 12 de Janeiro de 2014 para a primeira ronda).

fique abaixo da meia centena. Neste trabalho partiu-se para a primeira ronda contactando 42 especialistas, ou seja em conformidade com a prática aconselhada.

Assim, no primeiro nível referente ao “ambiente sistémico e estratégico do DNP” (Anexo II) foram realizadas 14 perguntas, e colocando o enfoque na relevância que os especialistas atribuíam a cada uma das asserções contidas no modelo proposto, relativamente a uma empresa genérica que promove o DNP (e.g.: “*Possui uma função Marketing associada ao DNP?*” ou ainda: “*Pratica formas sistemáticas de avaliação de desempenho próprio e avaliação externa?*”).

No segundo nível, ainda conforme se mostra no Anexo II, referente às “áreas e domínios organizacionais do DNP”, foram apresentadas 25 questões divididas entre a “cultura organizacional das empresas que promovam o DNP” (10 questões) e os “princípios organizacionais” destas mesmas organizações (15 questões). No terceiro nível “áreas e domínios processuais, foram apresentadas um total de 27 questões, das quais 18 delas referentes especificamente ao uso de ferramentas de suporte ao DNP, tanto metodológicas como instrumentais. O inquérito possuía ainda um quarto nível específico com uma questão não estruturada ou aberta, que permitiria aos especialistas respondentes pronunciar-se (se assim o entendessem) especificamente acerca de “outras áreas e domínios relevantes e utilização de outras ferramentas”. Nenhum especialista respondente sentiu necessidade de explicitar algo no campo reservado para o efeito.

Assim, pode resumir-se que cada uma das questões ou grupo de questões pretendeu obter dos especialistas a confirmação (ou não) da pertinência de cada um dos itens inscritos no MAIDNP. Além disso, pretendeu-se também obter opinião específica dos especialistas, quanto à importância relativa do enquadramento dos dois quadros respeitantes ao nível das áreas e domínios organizacionais. Tendo-se mostrado esta a área de maior dificuldade de obtenção de consenso. Após cerca de 30 dias de recepção de respostas, que foram aparecendo lentamente, e já na posse de 18 respostas, bloqueou-se o questionário cujos resultados se apresentam no Anexo III, dado que, se por um lado Hsu e Stanford (2007) aconselham um mínimo de 45 dias para as diversas possíveis rondas, por outro, os mesmos autores também referem que a partir das quinze respostas, a fiabilidade e o apuro conseguidos com o acréscimo de cada novo respondente passa a ser irrelevante. Deste modo, passou a sobrar um período de tempo adequado para a realização de uma segunda ronda, que de imediato se verificou ser necessária<sup>55</sup>.

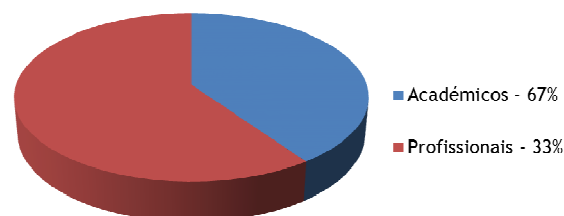
Confirmada a ideia da dificuldade de apreciação, por parte dos especialistas, das questões referentes à importância relativa dos princípios e da cultura organizacionais, efectuou-se uma segunda ronda, apenas com as mesmas questões já colocadas e nas quais ocorreu divergência

---

<sup>55</sup> <https://docs.google.com/forms/d/1-FFsMdKeA-sl17zHlqh-gLY85u6WjEiTdq3FchCR18/edit?usp=sharing> (acessível aos especialistas respondentes entre 19 de Janeiro de 2014 e 1 de Fevereiro de 2014 para a segunda ronda).

de respostas, com o intuito de obtenção de consenso. Com efeito, admitiu-se como adequada uma mediana obtida de 3,4. Que, de acordo com Hsu e Stanford (2007), aconselham um valor de 3,25 para uma escala tipo *Likert*, o que é o caso. Verificou-se que apenas 4 questões apresentavam uma mediana inferior a este valor, o que levou à realização da 2ª ronda (Anexo IV). Solicitou-se ainda aos respondentes participantes que só o fizessem desde que tivessem participado na ronda anterior. No final depararam-se as mesmas 18 respostas com uma significativa convergência, com excepção de uma delas (porque dependia das questões inerentes à gestão da organização), que após interpretação conduziu à confirmação dos pormenores do MAIDNP que geraram divergência na 1ª ronda. Nestas condições deu-se por encerrado o painel de especialistas, tendo-se concluído pela validação/adequação do MAIDNP, que continuou a ser o mesmo modelo conceptual que existia antes deste método de validação.

Para a escolha dos especialistas, Recorreram-se a várias fontes, inclusive a partir da Universidade da Beira interior (UBI), foi possível construir um painel com cerca de meia centena de pessoas, que se julgou em condições de poder participar através de um inquérito com questões (por vezes com elevado grau de dificuldade), mesmo para quem correntemente lida com o fenómeno DNP. A palavra “condições“ significou pessoas com conhecimentos sobre DNP, tanto ao nível académico como ao nível profissional (i.e. industrial). De qualquer modo entendeu-se que, embora oriundos de diversas especialidades, de uma forma geral, cada um deles dominaria mais umas matérias que outras, mas estaria em condições de responder ao total das questões. Mesmo assim tem de se reconhecer da grande dificuldade envolvida nos inquéritos e da grande exigência que recaiu sobre os especialistas respondentes (gráfico 6-1).



**Gráfico 6-1- Composição do Painel *Delphi*.**

Partiu-se do princípio que, face ao tempo disponível para a realização do presente trabalho seria preferível incluir o maior número de especialistas possível, visto ter-se presumido que metade ou mais não responderiam ao inquérito, tanto pela sua dificuldade específica como pela disponibilidade de tempo envolvida nas respostas.

As 18 respostas obtidas na primeira ronda, em trinta dias, confirmaram efectivamente estas expectativas. Segue um gráfico simples indicativo do estado académico ou profissional do convidado a inquirido, não se revelando no entanto as respectivas identidades, visto o anonimato das respostas e dos membros do painel ser uma das condições imprescindíveis na sua constituição (Hsu e Stanford, 2007).

### 6.3.1.1 A Primeira Ronda

Para a primeira ronda optou-se por uma variante da escala de *Likert*, como modelo de respostas para os especialistas do painel. De acordo com Cunha (2007): “*uma escala tipo Likert é composta por um conjunto de frases (itens) em relação a cada uma das quais se pede ao sujeito que está a ser avaliado para manifestar o grau de concordância desde o discordo totalmente (nível 1), até ao concordo totalmente (nível 5, 7 ou 11)*”. Ainda segundo esta autora, o método *Delphi* é adequado para a construção de uma escala de atitudes, especialmente nas ciências da psicologia. No caso vertente, o que está em causa não é a medição de uma determinada atitude pessoal perante uma dada realidade, mas a recolha de opiniões pessoais de especialistas face a escolhas empresariais referentes ao DNP. O método *Likert* é puramente estatístico, enquanto a ferramenta painel *Delphi* tanto pode ser quantitativa como qualitativa (Hsu e Stanford, 2007), podendo apresentar questões não estruturadas e abertas (o que pensa sobre...?), semiestruturadas ou, ainda, dirimir telefonicamente ou em reuniões presenciais, alguma opinião divergente ou mal compreendida (Hsu e Stanford, 2007).

Através da utilização desse tipo de escala, os painelistas logicamente convergirão onde exista comunhão de experiências e conhecimentos, e divergirão noutras onde tal não aconteça. No entanto, ao ser colocados perante a evidência do conjunto dos resultados convergentes poderão reconsiderar ou não. Atinge-se a convergência final quando a medida estatística de localização escolhida (mediana no presente caso) se inscrever na banda previamente definida, como adequada em todas as respostas. Assim, como o objectivo a atingir era a concordância na relevância ou na irrelevância, substituiu-se o termo “concordância” por “relevância” de cada um dos itens do MAIDNP, numa escala de cinco níveis em que o primeiro nível foi “0” “irrelevante” e o último, “4” “imprescindível”.

No que concerne às primeiras 14 questões, verificou-se uma convergência fácil já que as medianas foram de 3 até 4, ou seja, desde “muito relevante” até “imprescindível”. Tal significa que os especialistas ao considerarem a elevada relevância ou até a sua imprescindibilidade, e ao não terem sugerido algum novo item não referenciado no modelo, validaram este primeiro nível “sistémico e estratégico” do MAIDNP.

Quanto às 25 questões que foram apresentadas aos especialistas referentes ao segundo nível do MAIDP, “áreas e domínios organizacionais” as respostas foram classificadas com medianas entre 3 e 4 (“muito relevante” ou “imprescindível”), com excepção de 3 questões cuja mediana ficou em 2 (“relevância média”). Nestas condições, estas três questões foram remetidas para a 2ª ronda. Estas perguntas foram: “a cultura organizacional e os princípios organizacionais têm igual importância para a empresa?”; “os princípios organizacionais da empresa são mais importantes que a sua cultura organizacional?” e “o ambiente sistémico e estratégico do DNP tem impacto significativo nos princípios organizacionais da empresa?”. Conforme se pode verificar, apresentam-se questões sobre a possível relação

hierarquizada entre os dois subníveis comportados pelas áreas e domínios processuais do DNP, além do impacto do 1º nível do MAIDNP sobre um dos subníveis do segundo.

Conforme se pode ver das ilustrações 5-1 e 5-2, estes dois subníveis do 2º nível do MAIDNP, são colocados em paralelo, interactivos, mas sem alguma subordinação ou hierarquização dum relativamente ao outro. Além disso, o modelo evidencia setas de duplo sentido que querem significar impactos ou influências recíprocas. Embora os painelistas não opinem de forma concordante em ambos os casos, tal tanto poderia significar da pouca importância desta necessidade de hierarquização, ou das interactividades como indefinição ou hesitação perante as respectivas respostas. Assim sendo, considerou-se validada toda a matéria do MAIDNP relativa a este segundo nível, com excepção do referente a estas três questões.

Finalmente, da análise do 3º nível do MAIDNP “áreas e domínios processuais do DNP”, das 27 questões apresentadas, 26 respostas revelaram medianas elevadas, havendo apenas uma delas que não o foi. Sobre essa questão escreveu-se no texto prévio: “... *é definida a organização do próprio projecto, seja ela do tipo sequencial, concorrente (ES, stage-gate® ou outra, bem como as linhas mestras da sua gestão) e mais adiante a questão “opta por uma gestão de projectos de DNP do tipo sequencial?”*”, Os respondentes optaram maioritariamente pela resposta “relevância média”. Os especialistas não hesitaram em afirmar muito relevante, tanto a opção da engenharia concorrente ou do processo *stage-gate®*, mas hesitaram aquando da opção da simples sequencialidade na gestão do projecto de DNP, face às outras. Poderia admitir-se que esta opção era, na opinião dos especialistas, a menos importante delas, mas ainda assim, decidiu levar-se o assunto à 2ª ronda. Nestas condições considerou-se validada toda a matéria do MAIDNP relativa a este terceiro nível, com excepção do referente a esta única questão.

### **6.3.1.2A Segunda Ronda**

O Anexo IV referente às respostas da 2ª ronda elucida e dissipa imediatamente as anteriores dúvidas. Assim, na 1ª questão 89% dos respondentes consideram que os dois subníveis do 2º nível do MAIDNP têm a mesma importância relativa, e o mesmo se pode apontar quanto à resposta aberta à 2ª questão. Esta situação conduz de imediato à validação desta matéria pendente no MAIDNP. No respeitante à 3ª questão a totalidade dos respondentes concorda com a relevância do impacto do nível estratégico e sistémico no subnível em causa (61% concorda totalmente e 39% concorda parcialmente). Considera-se, portanto, validado mais este item do MAIDNP. Dado que nos espaços de descrição aberta surgiram diversos comentários dos especialistas referentes a estas três questões resumem-se os mais significativos:

- *“A cultura organizacional influencia os princípios orientadores das organizações, mas por sua vez o enraizamento destes princípios acaba ao longo do tempo com as alterações aos mesmos, por influenciar também a cultura organizacional;*
- *A cultura organizacional dinamiza globalmente as competências dos colaboradores sem esforço;*
- *Numa empresa a cultura enquanto tradução dos valores é a imagem da forma como esta se integra na sociedade;*
- *Difícilmente alguém consegue alterar valores da empresa de modo individual, nem mesmo o próprio CEO que não tem a mesma importância relativa;*
- *A cultura tem maior relevância pois o mercado é muito diversificado em termos geográficos, mas os princípios básicos pelo que se regem são os mesmos;*
- *Os princípios organizacionais também têm importância, num rating 2/3 e 1/3;*
- *Uma cultura organizacional deverá estar baseada em princípios organizacionais”.*

Resta então a 4ª questão referente ao processo de gestão do projecto de DNP. A situação foi relembrada aos especialistas do seguinte modo: na questão *“opta por uma gestão de projectos de DNP, do tipo sequencial?”*, os especialistas respondentes votaram maioritariamente na hipótese 2 ou seja, relevância média, assumindo assim uma posição neutral. Esta questão está inserida num contexto, em que tal *“opção”* é da responsabilidade da entidade empresarial que promove o DNP, e é colocada em contraponto a outras formas de gestão de projectos de DNP nomeadamente, ES e/ou *Stage-Gate®*. As cinco opções de resposta foram desde *“discordo fortemente”* até *“concordo totalmente”*. Os resultados mantiveram-se pouco convergentes.

Na verdade se 50% dos respondentes manifestaram concordância parcial e 2% concordância total, já no entanto 39% discordaram fortemente. Como interpretar esta realidade? Voltar a uma 3ª ronda apenas com mais esta questão, quando na 2ª ronda aparentemente a pergunta não deixava margem para dúvidas? Se na primeira ronda a posição dos especialistas se poderia considerar neutral, na segunda as opiniões apareciam extremadas.

De forma a concluir esta análise sem a persistência de dúvidas, optou-se pela realização de contactos telefónicos a alguns dos especialistas, relativamente a esta questão como resultado estes foram unânimes em referir que, a resposta a esta questão depende da gestão aplicada na organização correspondente, que tanto poderá ser sequencial, como simultâneo com a produção ou *Stage-Gate®*. Ficando, assim, justificada (e com toda a lógica) a divergência obtida para esta questão na 2ª ronda. Assim sendo, e não havendo mais nada a obstar, considerou-se como validado o referido item do MAIDNP. A concluir esta importante fase da investigação, pode considerar-se que o painel de especialistas deu crédito à pertinência dos temas que lhe foram propostos pelo modelo e não aconselhou algo de novo (não antes considerado) e também não inviabilizou ou desconsiderou algo que dele fizesse parte. Assim, é lícito considerar validadas de forma interna as asserções, constructos ou itens constituintes

dos vários níveis contidos no MAIDNP, e dá-lo como apto para ser proposto como teoria científica inovadora. No entanto, de acordo com Yin (2011; p.39 e seguintes) esta validação deve ser interna e externa o que, associado ao entendimento de Mitchell (1991), de que a ferramenta painel *Delphi* deve ser encarada em conjunto com outras técnicas, o conjunto da validação não deveria ficar encerrado por aqui.

Assim sendo, promoveu-se seguidamente a uma validação externa do MAIDNP, com recurso a casos de estudo que reconfirmaram a validação interna por um lado e, por outro, evidenciaram no “terreno empresarial” a sua utilidade como modelo de análise do estado estratégico, organizacional e operacional de empresas que concebem e desenvolvem novos produtos.

### **6.3.2 Os Casos**

Com vista à validação do MAIDNP irão ser conferidos e apresentados quatro casos de estudo, em conformidade com o que teoricamente os autores aconselham, tal como se verificou no Subcapítulo 6.2.2. Poderiam ter sido estudados mais? Evidentemente que sim. No entanto, se isso tivesse acontecido ocorreria excessiva redundância de validação. Com efeito, a maior parte dos itens inseridos no MAIDNP foram quase todos validados mais do que uma vez (nalguns casos quatro vezes) ao longo dos casos estudados, que são efectivamente polares e representativos de novos produtos e serviços industriais, inovativos, e daí ser desnecessária a ampliação destes estudo, face aos fins em vista.

#### **6.3.2.1 O Guião e a condução dos Casos**

O Guião foi elaborado de acordo com as indicações de Yin (2009; p.63 a 66) e pode ser consultado no Anexo VI do presente trabalho. Foram recordados os dois objectivos essenciais a atingir de modo a que, durante a condução do caso, eles não se perdessem de vista, e a investigação se procedesse com eficácia:

- Validar também no campo empresarial a proposta do modelo conceptual “MAIDNP” (obtido a partir de exaustiva revisão da literatura), que terá sido entretanto validada, de forma qualitativa, por um painel de especialistas - painel *Delphi*;
- Evidenciar a utilidade do MAIDNP, ou seja, demonstrar que se pode aplicar com êxito na avaliação de empresas que concebem e desenvolvem novos produtos, permitindo aferir do estado evolutivo de todas as suas vertentes estratégicas, organizacionais e operacionais, bem como quanto à sua capacidade de oferta bem-sucedida ao mercado de produtos inovadores.

Para tanto, foram descritos alguns aspectos relevantes a ter em consideração de forma a orientar cada “caso de estudo”, no sentido de atingir os objectivos acima expostos. Assim, deu-se relevo ao historial das empresas para captar, a partir delas, os seguintes aspectos:

- Os produtos desenvolvidos, suas histórias de sucessos, de aceitação do mercado, etc.;

- A existência de um ambiente sistémico e estratégico de DNP e a respectiva pontuação;
- A existência de princípios organizacionais e a respectiva pontuação, tanto no que concerne aos aspectos da sua cultura específica, como dos seus próprios princípios;
- A existência das áreas e domínios processuais do DNP e a respectiva pontuação;
- A utilização de ferramentas metodológicas e/ou instrumentais, na resolução de problemas que envolvem a concepção e o desenvolvimento de novos produtos.

Teve-se em consideração não abdicar de praticar os seguintes procedimentos:

- Autorização do Conselho de Administração ou da Direcção-Geral (não precisará de ser formalizada por carta, bastará o contacto telefónico);
- Marcação e agendamento antecipados de reuniões, entrevistas e visitas;
- Triangulação e cruzamento de informação, quando se justifique (entidades exteriores; clientes; fornecedores; parceiros; empresas terceiras; “informantes-chave”; etc.);
- Respeito pela confidencialidade, sempre que tal seja exigido;
- Gravação das entrevistas, sempre que se torne necessário;
- Consulta prévia dos “informantes-chave”, sempre que se torne necessário;
- Proporcionar aos responsáveis da empresa, bem como aos “informantes-chave”, a revisão do material fornecido.

Quanto à organização do estudo, recorda-se no Guião o que se refere à cadeia de evidências, nomeadamente, os “temas da abordagem ao caso”, a possibilidade de utilização de “Informantes - Chave” e a organização das matérias a tratar, para que a informação recolhida permita que a narrativa a realizar posteriormente, siga os seguintes passos:

- Utilização do MAIDNP;
- Interpretação dos resultados obtidos;
- Manutenção do modelo no curto e médio prazo;
- Elaboração das conclusões que permitam confirmar (ou até melhorar) o MAIDNP.

Para a definição das questões relevantes utilizou-se o conjunto genérico de questões já utilizadas com êxito junto do Painel de especialistas (*Delphi*), e que nesta fase dos “Casos de Estudo” assentou nas evidências (documentadas) pretendidas, de modo a revalidar a teoria expressa e, se possível, experimentar a métrica que daí surgiu. Desta vez, a pontuação colocada no relatório representado correspondeu a um desempenho empresarial, classificado de acordo com as evidências documentadas, através da seguinte “escala de realização”:

- 0 - Realiza muito pouco ou quase nada do que necessário
- 1 - Realiza pouco do que é necessário (mas não chega aos mínimos necessários)
- 2 - Realiza alguma coisa (o mínimo indispensável)
- 3 - Realiza muita coisa (o essencial)
- 4 - Realiza tudo o que é preciso

Cuidou-se do preenchimento do guião na presença dos responsáveis respectivos, na medida em que, após esse preenchimento, se ficou com um diagnóstico do funcionamento da

organização e dos produtos e serviços inovativos, face ao modelo. Em cada guião foi ainda considerado um espaço final onde se puderam anotar “outras áreas e domínios relevantes a mencionar”, que pudessem permitir o acrescento de itens não contempladas no modelo, e também de explicações mais detalhada sobre as questões colocadas, e que delas carecessem.

Finalmente, foram acrescentadas no guião um conjunto de directrizes que serviram de linha condutora à narrativa dos casos, que foi similar e comparável para os vários casos, conforme se abordou teoricamente no Subcapítulo 6.2. Deve acrescentar-se que se decidiu manter a confidencialidade de cada um dos guiões preenchidos, de maneira a não expôr as organizações a comparações entre elas, o que corresponderia a uma apreciação enviesada e porventura injusta por parte dos leitores. De qualquer forma, no fim da análise de cada caso, apresenta-se um resumo que permite, para efeitos da presente investigação, atingir os mesmos objectivos.

### **6.3.2.2 Narrativa dos Casos**

#### **a) Aplicação a produto; Caso “Metalomecânica”**

Estudou-se uma PME do sector da metalomecânica, que é uma empresa portuguesa fundada no final da década de setenta do século XX, e sediada na zona de Alverca, que se dedica à produção e comercialização de produtos e equipamentos para o mercado de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado). A empresa produz e comercializa dos seguintes tipos de produtos:

- Conduitas rectangulares;
- Conduitas circulares SPIRO® system;
- Conduitas ovais com vedante em EPDM;
- Atenuadores acústicos;
- UTAs (Unidades de Tratamento de Ar);
- UVs (Unidades de Ventilação);
- Depósitos;
- Permutadores;
- Grelhas e difusores;
- Vigas arrefecidas;
- CADvent (Cálculo e desenho de redes aerólicas).

No que concerne ao DNP, a empresa efectua maioritariamente acções de melhoria contínua dos produtos já existentes, mas como muitos dos seus produtos contêm um número significativo de componentes (nomeadamente as UTAs), é precisamente neles que a empresa se aplica no desenvolvimento de algo novo, desde que existam recursos humanos disponíveis, bem como tempo e dinheiro suficientes que o permitam. A empresa não realiza inovação disruptiva em produtos, pelo acima mencionado, mas também porque produz, pontualmente,

através de encomendas específicas dos seus clientes (para entrega e para uso em obra). Por outro lado, já não tem um departamento de I&D, cujos custos não pode comportar, dada a actual situação de crise económico-financeira que Portugal e o mundo atravessam.

Da informação acima exposta, a qual foi fornecida pela estrutura técnica da empresa, juntamente com o resultado das respostas dadas ao guião (que se encontram nos anexos) pela mesma pessoa e pelos esclarecimentos prestados, pode constatar-se deste caso de estudo, que a empresa:

- Efectua uma abordagem às questões da inovação, predominantemente por tentativa erro, excepto quando existem condições para desenvolver um novo componente de um produto, em que já aborda tais questões de forma sistemática;
- Pratica predominantemente uma estratégia ROS (na melhoria contínua dos seus produtos), e raramente uma estratégia BOS (quando estão reunidas as condições para a concepção e fabrico de novos componentes e quando um cliente requer um componente ou produto novo, sendo este último caso - do produto - muito raro de acontecer);
- Sempre que concebe e fabrica um novo componente, efectua análises de risco e análise de falhas, através das ferramentas DFMEA e FMEA. Nunca utilizou o DEA;
- Raramente procede à avaliação de *trade-offs* dos custos dos diversos factores de risco e respectivas oportunidades, por quase nunca existirem recursos humanos e tempo disponíveis para tal. Os colaboradores ligados às áreas de engenharia (que também acumulam as tarefas inerente à gestão) encontram-se, quase sempre, solicitados para realizarem várias tarefas em simultâneo (para um ou mais projectos em curso);
- Raramente: possui uma função *marketing* associada ao DNP; efectua uma prática sistemática de realização de actividades de *benchmarking* ou pratica formas sistemáticas de avaliação de desempenho próprio e de comparação externa, pelos mesmos motivos anteriormente expostos;
- Normalmente interage com o cliente, no sentido de permitir receber sugestões importantes. Concretamente realiza questionários anuais de avaliação da satisfação dos clientes, com pedidos de sugestões aos mesmos. Facto que é realizado mais frequentemente em obra, devido a existir um maior tempo de contacto com o cliente;
- Não se pratica qualquer política de *outsourcing* porque existe capacidade de realizar tudo o que se necessita para a concepção e fabrico dos seus produtos;
- Pratica uma política de *offshoring* de forma relevante, dado que tem delegações na Argélia e no Reino Unido;
- Não pratica política de globalização, pois tal não consta ainda dos planos da gestão de topo, tendo em conta o volume produtivo, a dimensão e a conquista de mercados actualmente inerentes à empresa;

- Devido ao facto da empresa praticar uma estratégia BOS de forma pontual, pelas razões que já foram acima mencionadas, a empresa raramente tem oportunidade de:
  - Constituir correntemente equipas multidisciplinares ou multifuncionais em projectos DNP, suportadas por uma organização do tipo matricial (*cross-functional*);
  - Produzir impacto positivo nas organizações de produtores, fornecedores, distribuidores e outros;
  - Assumir a existência de alianças estratégicas com fabricantes, a montante da cadeia de valor ou com os seus fornecedores;
  - Assumir a existência de alianças estratégicas com clientes situados a jusante da respectiva cadeia de valor;
- Promove bastante a formação de equipas colaborativas, que incluem sobretudo os funcionários da empresa, dado que esta tem formada uma equipa deste tipo, e sempre que possível, englobando os fornecedores e os clientes;
- Pelo exposto no ponto anterior, a empresa normalmente assume a partilha de novas ideias e abordagens de diferentes fontes externas e internas, integrados numa plataforma, a fim de gerar novos processos organizacionais e valores compartilhados. Por outro lado, também normalmente inclui no seu núcleo de co-inovação o envolvimento de parceiros e a co-criação e experiência conjunta de criação de valor;
- Assume bastante a transformação de ideias em produtos qualitativamente melhores e mais apetecíveis que o dos concorrentes, devidamente reconhecidos aos olhos do mercado e do consumidores finais. Este facto é marcante e possível de ser efectuado, sempre que a empresa trabalha num projecto que decorre em obra, com os fenómenos/processos em curso. Contudo, devido à desfavorável envolvente económico-financeira, raramente o consegue realizar de forma sistemática, permanente, rápida e barata;
- Respeita fortemente a legislação em vigor, inerente aos novos produtos;
- Normaliza a maioria dos seus processos, que se encontram associados a riscos mais elevados, de concepção e desenvolvimento de novos produtos. E exigem os mesmos princípios aos seus fornecedores;
- Possui um sistema de qualidade totalmente de acordo com a norma ISO 9001:2008;
- Possui um sistema de gestão ambiental que segue as linhas gerais da norma ISO 14001:2004;
- Possui um sistema de gestão de higiene e segurança no trabalho que segue as linhas gerais das normas OHSAS 18001:2007;
- Normalmente assume as preocupações integráveis no que se designa, actualmente, por pensamento *lean*. A explicação de não assumir bastante ou totalmente reside no facto de

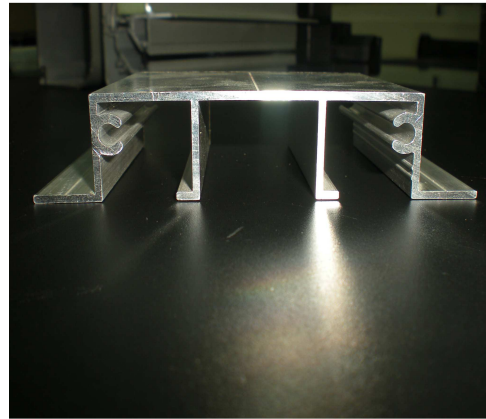
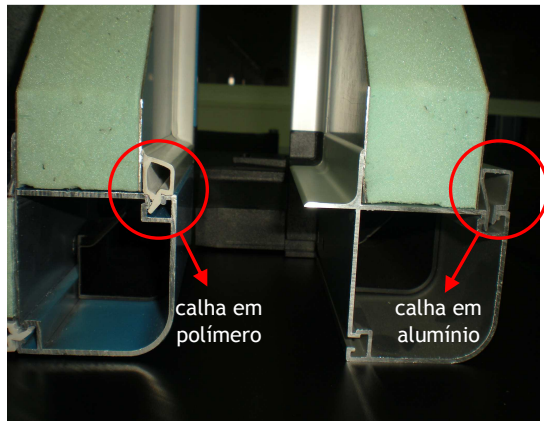
existir falta de disponibilidade para analisar o tema por parte da gestão de topo, bem como a existência de alguma resistência à mudança por parte da mesma;

- A explicação dada no ponto anterior, também justifica o facto de a empresa tender fracamente, de forma permanente e sistemática, a:
  - Assumir as preocupações integráveis ao pensamento *lean*;
  - Maximizar a sua própria eficiência;
  - Medir o seu próprio desempenho e produtividade;
- Admite que a cultura organizacional da empresa é mais importante que os seus princípios organizacionais, pelo facto da primeira se encontrar muito mais dependente das características da empresa e da envolvente externa à mesma (procura de produtos, situação dos seus fornecedores, crise económico-financeira, etc.);
- Pelo exposto no ponto anterior, admite que o ambiente sistémico e estratégico do DNP tem impacto pouco significativo nos princípios organizacionais da empresa;
- Admite que o ambiente sistémico e estratégico do DNP tem impacto muito significativo na cultura organizacional da empresa, porque os princípios organizacionais são, muitas vezes, encarados como resistências à expressão da criatividade dos colaboradores ligados às áreas de engenharia, que são maioritariamente muito jovens (com uma faixa etária média a rondar os 30 anos de idade);
- Por tudo o que já foi exposto, justifica-se que a resposta à questão “A empresa possui área ou áreas específicas e/ou multifuncionais de inovação e DNP?”, tenha sido neutral (assinalada com o algarismo 2);
- Raramente opta por um tipo de gestão de projectos DNP do tipo sequencial, porque o seu tipo de produtos e o facto de muitos clientes encomendarem um dado produto, são aspectos em que, normalmente se requer uma gestão por processos de ES;
- Nunca optou por uma gestão *stage-gate*®, pois efectua análises de risco (e falha) com as ferramentas inicialmente mencionadas (aliás, este termo era desconhecido e, depois de explicitado, a empresa admite que nunca usou tal ferramenta);
- Normalmente tem capacidade de por em prática as necessidades e desejos dos clientes e fornecedores, para a definição dos parâmetros de qualidade do novo produto;
- Possui níveis satisfatórios de redes de engenharia e de meios tecnológicos. Não possui níveis mais elevados, pelo facto dos recursos humanos e financeiros disponíveis não serem suficientes para tal;
- Admite que tanto a cultura organizacional da empresa como os seus princípios organizacionais têm pouco impacto nas áreas e domínios processuais do DNP, quando os projectos desenvolvidos são para novos produtos para entrega ao cliente. Mas admite que o referido impacto já é significativo nos projectos desenvolvidos para obra de novos

componentes e/ou produtos que nela se integram. Este facto relaciona-se com o elevado nível de acompanhamento que uma obra exige, comparativamente a casos de projecto e produção seguidos de entrega do produto final ao cliente;

- Admite ter um portfólio de alguns casos resolvidos, mas não muito bem organizado, que permita utilizar a ferramenta CBR, como suporte na resolução de novos problemas, adaptando soluções utilizadas na resolução de problemas anteriores. Contudo o inquirido referiu que já tentou fomentar a organização de dados e a implementação da ferramenta CBR, mas que ainda não foi possível a sua concretização devido à excessiva solicitação laboral à qual os escassos recursos humanos ligados às áreas de engenharia (que também acumulam as tarefas inerente à gestão) estão sujeitos;
- Admite nunca ter utilizado as ferramentas TRIZ e Projecto Criativo (aliás, estes termos eram desconhecidos e, depois de explicitados, a empresa admite que nunca usou tais ferramentas);
- Admite utilizar sempre a ferramenta Projecto Modular, porque todos os produtos da empresa são constituídos por montagens de módulos (i.e., de componentes);
- Admite utilizar quase sempre a ferramenta Projecto de Tolerâncias, porque a maioria dos produtos da empresa exigem elevado rigor dimensional e, portanto, tolerâncias muito apertadas;
- Admite raramente utilizar as ferramentas:
  - Projecto Axiomático, porque alegadamente, o tempo disponível para um projecto não permite usar plenamente esta ferramenta;
  - Projecto Robusto, pela mesma razão anteriormente descrita;
  - DFSS, devido a questões de interferência por parte da gestão de topo, nomeadamente no que concerne a tentativas de aceleração dos trabalhos, o que resulta na supressão de algumas fases inerente aos mesmos;
- É pois lógico que tenham admitido raramente recorrer a cruzamentos entre as 3 ferramentas atrás mencionadas e outras tais como o QFD, o DFX, o DOE, o SDI e a análise de *Pugh*;
- Admite utilizar bastante o cruzamento entre as ferramentas SDI e o Projecto Modular. Este facto é espectável pelos aspectos já constatados, no que concerne ao tipo de produtos da empresa e à ligação existente entre a mesma e os seus fornecedores;
- Admite nunca ter utilizado ferramentas de apoio à decisão, como o AHP e o Painel *Delphi*, devido ao pouco tempo disponível para tal.

Apresentam-se de seguida os exemplos de um componente melhorado e de um outro completamente novo (ilustração 6-2).

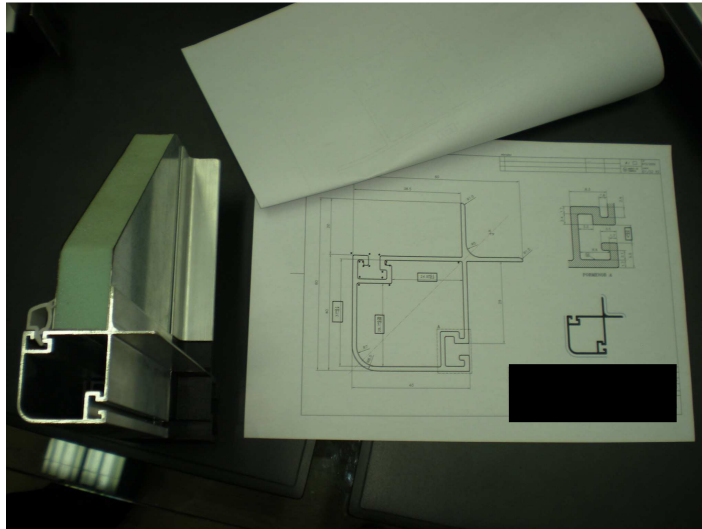


**Ilustração 6-2 - Exemplos de um componente melhorado e de outro completamente novo.**

No caso do produto melhorado, verificou-se que o alumínio não sofria distorção significativa em serviço, para além do facto de ser um material que suporta bem gradientes térmicos, contrariamente ao polímero que estava a ser inicialmente utilizado. A melhoria implementada promoveu um posicionamento de destaque no mercado, mas em gestão ROS face às UTAs.

No caso do componente novo, este veio trazer melhorias substanciais à integridade estrutural de UVs em serviço, face à sua inexistência, acabando por tornar as UVs produzidas pela empresa as mais procuradas pelos clientes. Ou seja, a introdução de um novo componente neste tipo de produtos, permitiu um posicionamento de liderança no mercado, por parte do produto e da própria empresa, permitindo a esta uma gestão BOS face às UVs.

Apresenta-se na ilustração 6-3, um exemplo de colaboração (e multidisciplinar) entre a empresa e um dos seus fornecedores, em que este define tolerâncias para uma estrutura integrante das UTAs, com o objectivo de aumentar significativamente o tempo de vida útil dos moldes para o fabrico da peça desenhada. Este aspecto é de extrema importância, dado que um molde é um elemento relativamente caro, sendo que, a empresa conseguiu baixar também significativamente os seus custos, através da utilização do cruzamento entre as ferramentas SDI, Projecto de Tolerâncias e Projecto Modular. A empresa teve que, posteriormente à recepção do desenho, analisar e verificar as tolerâncias sugeridas pelo fornecedor nas fases de projecto, produção e montagem, em regime de ES utilizada em Projecto Modular.



Desenho realizado por um fornecedor com definição de tolerâncias, para um componente estrutural de UTAs.

### Ilustração 6-3 - Funcionamento colaborativo e multidisciplinar.

Como nota conclusiva pode referir-se que, da aplicação do MAIDNP se verificou estar em presença de uma empresa inserida numa rede de fornecimento de produtos e equipamentos para o mercado de AVAC, onde genericamente tem autonomia de inovar de forma tão gradual quanto possível. Desta aferição proporcionada pelo MAIDNP concluiu-se que:

- Relativamente ao “ambiente sistémico e estratégico de DNP” a classificação dos factores situou-se entre o 1 e o 3 ou seja entre “realiza pouco do que é necessário (mas não chega aos mínimos necessários)” e “realiza muita coisa (o essencial)”. Tal é perfeitamente aceitável, face ao grau de autonomia quanto aos produtos e aos mercados em que se insere.
- O mesmo se encontrou para a “cultura organizacional”. No entanto no que concerne aos “princípios organizacionais”, a incidência maioritária ocorreu entre o 2 e o 3, ou seja, entre o “realiza alguma coisa (o mínimo indispensável)” e “realiza muita coisa (o essencial)”. Na verdade, tratando-se de matéria que obriga ao cumprimento das regras e obrigações perante o mercado, não seria de esperar outra classificação dos respectivos factores de aferição.
- Ao aferir-se o conjunto das “Áreas e Domínios Processuais”, verificou-se que a classificação dos factores se situou entre o 1 e o 2, ou seja entre “Realiza pouco do que é necessário (mas não chega aos mínimos necessários)” e “realiza alguma coisa (o mínimo indispensável)”. Trata-se tão só da constatação, na aferição, do facto da empresa se dedicar a um grupo de produtos de variedade restrita e isso faz parte da sua própria estratégia de não dispersão, para além das suas capacidades de tecnologia e engenharia.

Finalmente, e da aferição através do MAIDNP, do painel de ferramentas disponível, a realização de algumas ferramentas (projecto modular e projecto de tolerâncias) foi o

máximo possível ou seja 4, “realiza tudo o que é preciso”. Tal seria expectável que pelo facto de não utilizar diversas ferramentas (TRIZ; DFSS, etc.). Também o facto de não cruzar a utilização de múltiplas ferramentas conduziu à mesma classificação.

Curiosamente a aplicação do MAIDNP nesta empresa foi similar ao estudo realizado em *Taiwan*, já referido por Yeh *et al.* (2010) no Subcapítulo 4.1.2., onde “*manifestaram estranheza com o baixo índice de utilização de algumas ferramentas de gestão poderosas*” (TRIZ; DFX; DFSS; QFD), em que ficaram com “*uma ideia do baixo nível de prática empresarial das mais avançadas ferramentas metodológicas do DNP*”.

Desta caso pode afirmar-se que foi validada quer a utilização quer a utilidade do MAIDNP, tendo-se concluído que o que o seu comportamento foi adequado.

## **b) Aplicação a serviço; Caso “NaturalHy”**

Estudou-se um grupo empresarial, privado e independente, fundado na década de sessenta do século XX, tendo começado com actividades ligadas à indústria metalomecânica a nível nacional. Ao longo do tempo diversificou as suas áreas de negócio, abrangendo novos mercados inerentes aos mais variados sectores da engenharia, sendo já considerado no meio empresarial, como um grupo internacional (em 2013, o seu volume de negócios em mercados internacionais, atingiu cerca de 60% do total).

Actualmente realiza serviços de inspecção, ensaio, formação e consultoria técnica. Paralelamente é uma entidade que se dedica de forma intensa a actividades de I&D, tanto a nível nacional como internacional, podendo tais actividades serem desenvolvidas apenas pelo grupo ou com parcerias. O presente caso de estudo direcciona-se para o projecto *NaturalHy*, concluído recentemente (em 2009) e no qual o grupo participou como comité executivo/coordenador. Este projecto encontra-se relacionado com a utilização e distribuição de gás natural com adição de quantidades apropriadas de hidrogénio, para que a mistura seja utilizada e transportada do modo mais eficiente e seguro possível por toda a Europa, através de redes de distribuição desenvolvidas para esse fim.

Não se trata de um novo produto mas sim de um novo serviço, adequado ao contexto da presente tese. Este serviço envolveu as mais variadas áreas da engenharia, dado que, para além de ter definido as condições nas quais o hidrogénio pode ser adicionado ao gás natural para que da sua combustão resulte a mínima quantidade possível de dióxido de carbono, também envolveu a construção de redes de distribuição e armazenamento deste tipo de gás, que abrangem uma vasta gama de utilização (desde a doméstica à industrial), bem como o desenvolvimento de métodos de monitorização e de realização de várias acções realizadas permanentemente (testes, ajustes, adaptações, validações, etc.). Estes factos mais toda a informação permitida ao acesso público, relativa ao projecto *NaturalHy*, encontra-se resumida em duas brochuras, que constam dos anexos da presente tese. Este projecto foi

desenvolvido entre 2004 e 2009, em conjunto com mais 38 parceiros de negócio (para além do grupo) teve uma dimensão de trabalho e investimento muito elevados. O financiamento foi de cerca de 11 milhões de euros (concedido pela Comissão Europeia), tendo o lucro obtido superado os 17 milhões de euros. Na sequência deste projecto está a expansão desta actividade no médio oriente, estando actualmente a ser realizada a construção e operação dos laboratórios do Centro de Investigação do Instituto de Petróleo em Abu Dhabi, capital dos Emirados Árabes Unidos, com participação marcante do grupo (ver a digitalização do artigo de opinião publicado no Jornal Expresso “Os Negócios do Petróleo do Grupo”, de 04/01/2014, e que corresponde ao Anexo VII).

Os clientes do serviço desenvolvido neste projecto são os exploradores e distribuidores de gás já existentes na Europa, sendo os concorrentes as entidades de exploração e distribuição de gás não europeias. Da informação acima exposta, obtida de diversas fontes internas ao mais elevado nível técnico, juntamente com o resultado das respostas dadas ao guião/roteiro e pelos esclarecimentos prestados, pode constatar-se deste caso de estudo, que as entidades envolvidas no projecto *NaturalHy*, em particular o grupo:

- Não efectuou uma abordagem às questões da inovação, predominantemente por tentativa e erro, dado que os elevados riscos inerentes à complexidade e dimensão do projecto, só permitiram a abordagem do seu desenvolvimento de forma sistemática;
- Praticou predominantemente uma estratégia BOS, dado que existem neste serviço, dois elementos disruptivos de elevado relevo e impacto no mercado de exploração e distribuição de gás: 1 - a adição de hidrogénio ao gás natural, em quantidades apropriadas, para que aquando da sua queima se liberte o menor teor possível de dióxido de carbono (o que não é possível de acontecer apenas na queima de gás natural); 2 - o facto da totalidade da mesma rede de distribuição e respectivas centrais de armazenamento, construídas neste projecto, permitirem o usufruto por parte de toda uma gama de entidades europeias (desde as domésticas às industriais), mediante o ajuste dos parâmetros operativos apropriados;
- Paralelamente pratica com alguma relevância uma estratégia ROS, dado que tem concorrentes (distribuidores de gás natural) fora da Europa. Contudo o grupo empresarial já está a promover uma rápida (tanto quanto possível) expansão deste negócio ao médio oriente, tendo planos para albergar o resto do mundo. De forma a evitar a dependência do tempo de expansão do negócio, o projecto tem bases legais de exploração exclusiva e conjunta por parte do grupo e das restantes 38 parcerias;
- Efectuou sempre (ou seja, em cada etapa do projecto) análises de risco e análise de falhas, através das ferramentas DFMEA, FMEA e DEA, entre outras similares (a componente de *software*, que também envolve uma base teórica/filosofia de origem, cuja informação relevante figura das brochuras do projecto nos anexos) desenvolvidas especificamente para o *NaturalHy*;

- Devido aos elevados riscos e investimentos inerentes a este projecto, procedeu-se sempre à avaliação de *trade-offs* dos custos dos diversos factores de risco e respectivas oportunidades;
- O grupo, como comité executivo/coordenador do projecto, possui uma função *marketing* associada à divulgação eficiente e eficaz deste projecto. Principalmente através da divulgação de informação por brochuras, *workshops*, *sites* na *internet* e *newsletters*, sobretudo para divulgação entre os exploradores e distribuidores de gás natural europeus, que ao aderirem a este serviço deverão efectuar o seu próprio sistema de *marketing* para divulgação aos clientes da gama de aplicação deste projecto (desde as entidades domésticas às industriais);
- Em todas as fases do projecto ocorreu interacção com o cliente, no sentido de permitir receber sugestões importantes. Concretamente, o grupo promoveu (nomeadamente entre fases do projecto de maior risco) a realização de reuniões periódicas com visitas aos locais com os clientes;
- Por tudo o que já foi exposto é compreensível que se tenham efectuado práticas sistemáticas de realização de actividades de *benchmarking* e práticas de formas sistemáticas de avaliação de desempenho próprio e de comparação externa;
- Não se praticou nenhuma política de *outsourcing*, porque o grupo e os restantes 38 parceiros do projecto tiveram capacidade para realizar o necessário para o desenvolvimento e concretização do mesmo;
- Praticou-se uma política de *offshoring* de nível de realização média actualmente, com a extensão do negócio aos Emirados Árabes Unidos, nomeadamente para Abu Dhabi e o Dubai. O nível de realização tende a aumentar no tempo;
- Devido ao já explicitado avanço do projecto, não se pode considerar que tenha existido uma política de globalização na prestação do serviço, mas sim na participação por parte dos 38 parceiros do *NaturalHy*, que são originários de todo o mundo. No entanto, e tal como também já foi referido, a tendência para a aplicação de uma política de globalização será global, de acordo com a velocidade de avanço da expansão do projecto;
- Devido ao facto do grupo praticar uma estratégia BOS de forma marcante com este projecto, pelas razões que já foram acima mencionadas, o grupo empresarial durante a realização do *NaturalHy* teve sempre a oportunidade de:
  - Constituir correntemente equipas multidisciplinares ou multifuncionais em projectos DNP, suportadas por uma organização do tipo matricial (*cross-functional*). Tal só poderia ser desta forma, dado que estiveram envolvidos numerosos grupos de recursos humanos com as mais variadas áreas de *know-how* em engenharia e gestão;

- Produzir impacto positivo nas organizações de produtores, fornecedores, distribuidores e outros;
- Promover totalmente a formação de equipas colaborativas, que incluem os 39 parceiros de negócio (incluindo o grupo), e englobando constantemente os fornecedores e os clientes;
- Assumir constantemente a existência de alianças estratégicas com fabricantes, a montante da cadeia de valor ou com os seus fornecedores;
- Assumir constantemente a existência de alianças estratégicas com clientes situados a jusante da respectiva cadeia de valor;
- Assumir constantemente a existência de alianças estratégicas com ambos os elementos referidos nos dois pontos anteriores;
- Assumir fortemente a partilha de novas ideias e abordagens de diferentes fontes externas e internas, integrados numa plataforma, a fim de gerar novos processos organizacionais e valores partilhados (e.g. participou e continua a participar em plataformas europeias e mundiais no *Oil and Gas* - O&G);
- Incluir completamente no seu núcleo de co-inovação o envolvimento de parceiros e a co-criação e experiência conjunta de criação de valor;
- Assumir bastante a transformação de ideias em produtos qualitativamente melhores e mais apetecíveis que o dos concorrentes, devidamente reconhecidos aos olhos do mercado e do consumidores finais (e.g. o mercado internacional de serviços do grupo foi superior a 60% em 2013);
- Realizar a questão anterior de forma sistemática, permanente, rápida e barata sempre que possível e não constantemente, porque os meios de financiamento necessários nem sempre estavam disponíveis nos prazos esperados;
- Respeitar totalmente a legislação em vigor, inerente aos novos produtos/serviços;
- Normalizar internamente todos os seus processos, de concepção e desenvolvimento do serviço, com objectivos de certificação. Exigindo sempre os mesmos princípios aos seus fornecedores;
- Possuir um sistema de qualidade totalmente de acordo com as normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 e as OHSAS 18001:2007;
- Assumir permanentemente, e de forma sistemática, as preocupações integráveis no que se designa, actualmente, por pensamento *lean*, o que foi imprescindível, dada a elevada dimensão e complexidade do projecto;
- Tender a maximizar a sua própria eficiência, de forma quase permanente, mas sempre sistemática. Quase permanente, porque num projecto com este alcance e complexidade,

realizar este t3pico de forma permanente nos aspectos de baixo risco implicaria atrasos no projecto, os quais n3o poderiam acontecer;

- Tender a medir o seu pr3oprio desempenho e produtividade, de forma permanente e sistem3tica, exactamente para garantir o cumprimento dos prazos e a continua33o do financiamento;
- Admitir que a cultura organizacional da empresa e os seus princ3pios organizacionais t3m igual import3ncia, pelo facto de se terem mostrado complementares no desenvolvimento e implementa33o deste projecto;
- Admitir que o ambiente sist3mico e estrat3gico do DNP tem impacto extremamente significativo na cultura organizacional e nos princ3pios organizacionais da empresa. A justifica33o deste aspecto reside no facto de se ter em conta que, quando se trabalha com parcerias 3 preciso saber coordenar correctamente todos os detalhes. O inquirido referiu, inclusive, a seguinte frase: “Os custos da n3o realiza33o podem ser catastr3ficos”, o que faz todo o sentido num projecto com elevada dimens3o e complexidade (onde os mais variados tipos de risco s3o muito elevados);
- Por tudo o que j3 foi exposto, justifica-se que a resposta 3 quest3o “A empresa possui 3rea ou 3reas espec3ficas e/ou multifuncionais de inova33o e DNP?”, tenha sido a de n3vel de realiza33o mais elevado (assinalada com o algarismo 4);
- Optar sempre que se aplique (o que se verificou ser frequente) por um tipo de gest3o de projectos DNP do tipo sequencial, em fases de desenvolvimento espec3ficas (e.g. as fases de montagem de condutas e de dispositivos de monitoriza33o, devem obedecer a uma sequ4ncia), facto inerente 3 exist4ncia de interdepend4ncia de muitos parceiros, tendo cada um as suas fun33es;
- Optar sempre por uma gest3o por processos de ES e de *stage-gate*® do projecto (na sua globalidade) e em subprocessos integrantes do *NaturalHy*. Onde mais uma vez tal se justifica, pelos muito elevados riscos inerentes a um projecto de dimens3es e complexidade muito elevadas;
- Possuir n3veis altamente sofisticados e sempre actuais, de redes de engenharia e de meios tecnol3gicos, pela mesma raz3o indicada anteriormente;
- Admitir que tanto a cultura como os princ3pios organizacionais da empresa t3m elevado impacto nas 3reas e dom3nios processuais do DNP/servi3os, porque sobretudo no mercado internacional, 3 necess3rio apresentar constantemente alternativas para a competitividade, realizando-se as tarefas de modo a transformar os inconvenientes em mais-valias (transformando as amea3as em oportunidades);
- Admitir ter um portf3lio extremamente bem desenvolvido de casos resolvidos, que permita utilizar a ferramenta CBR, como suporte na resolu33o de novos problemas, adaptando solu33es utilizadas na resolu33o de problemas anteriores;

- Admitir ter utilizado sempre as ferramentas TRIZ, Projecto Modular, e Projecto de Tolerâncias. Porque muitas fases do projecto apresentaram, respectivamente, contradições de índole criativa para resolver: montagens de módulos (i.e., de componentes) e a exigência de elevado rigor dimensional (portanto, da existência de tolerâncias muito apertadas);
- Admitir ter utilizado frequentemente a ferramenta Projecto Axiomático, porque a complexidade inerente ao projecto exigiu uma definição quantitativa dos requisitos do tipo qualitativo (com o objectivo de obter precisão no mínimo tempo possível);
- Portanto, é lógico admitir ter recorrido frequentemente ao cruzamento entre o Projecto Axiomático e outras ferramentas (como o QFD, o DFX, o DOE, o SDI e a análise de *Pugh*);
- Admitir ter utilizado frequentemente a ferramenta Projecto Robusto na produção da mistura gasosa, mas não no projecto em si (âmbito do presente caso de estudo), porque a robustez se encontra associada ao serviço e não ao projecto. Por isso, o inquirido optou pela resposta de pouca realização (assinalada com o algarismo 1);
- Admitir nunca ter utilizado a ferramenta DFSS, porque o *output* principal do *NaturalHy* é um produto gasoso, não fazendo sentido a aplicação de uma produção SS;
- Portanto, é lógico admitir nunca ter recorrido a cruzamentos entre o DFSS e outras ferramentas (como o QFD, o DFX, o DOE, o SDI e a análise de *Pugh*);
- Admitir nunca ter utilizado a ferramenta Projecto Criativo com recurso a analogias biológicas ou outras, devido ao facto do teor do projecto não ter demonstrado, em nenhuma das suas fases, a necessidade de recorrer a esta ferramenta;
- Portanto, é lógico admitir nunca ter recorrido a cruzamentos entre o Projecto Criativo e outras ferramentas (como o QFD, o DFX, o DOE, o SDI e a análise de *Pugh*);
- Por tudo o que já foi referido sobre o projecto *NaturalHy*, também é lógico admitir ter usado:
  - Constantemente o cruzamento entre as ferramentas TRIZ, QFD, SDI e Projecto Modular;
  - Com frequência elevada, o cruzamento entre as ferramentas TRIZ, QFD, SDI e Projecto Axiomático;
- Admitir ter usado ter utilizado com, elevada frequência, ferramentas de apoio à decisão. Não o AHP nem o painel *Delphi*, mas sim ferramentas mais apropriadas a este projecto, com base na lógica *fuzzy* e em redes neuronais<sup>56</sup>.

Uma das formas de contribuição para o projecto, prestada pelo grupo foi a utilização, com elevado grau de realização, de um método de gestão assente nos seguintes aspectos:

---

<sup>56</sup> Ver a utilização da lógica *fuzzy* (Subcapítulo 4.3.3.2).

elaboração de uma base de dados (*data base*) extremamente completa, cujos *outputs* são os *inputs* de uma base de busca (*data mining*), a qual permitiu obter um suporte de ferramentas de apoio à decisão (*decision support tools*), baseada na lógica *fuzzy* e em redes neuronais.

O esquema abaixo indicado (ilustração 6-4), evidencia a ideia aqui transmitida:

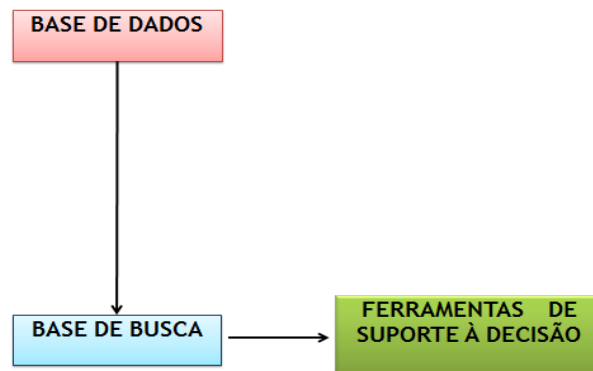


Ilustração 6-4 - Ferramenta de apoio à decisão baseada na lógica *fuzzy*/redes neuronais.

O grupo considera como extremamente importante o facto do projecto *NaturalHy* contribuir para o aumento das exportações portuguesas, o que em muito beneficiará o país.

Como nota conclusiva da aplicação do MAIDNP, detectou-se estar em presença de um grupo empresarial que valoriza o empreendedorismo, a inovação tecnológica principalmente do tipo disruptivo ou radical. Desta aferição proporcionada pelo MAIDNP e concluiu-se que:

- Relativamente ao “Ambiente Sistémico e Estratégico de DNP” a classificação dos factores situou-se sempre no 4 ou seja “Realiza tudo o que é preciso” (excepto o que concerne à política *red ocean* onde “apenas realiza alguma coisa”). Tal classificação é perfeitamente compaginável com a posição dum grupo empresarial que aposta, de forma determinante, no ambiente sistémico e estratégico.
- Neste domínio detectou-se uma importante necessidade de adequação ao MAIDNP. Com efeito, a consideração do efeito do DNP nas exportações do país é uma lacuna que não foi detectada aquando da revisão da literatura existente, e que deverá ser corrigida aquando da transformação do MAIDNP conceptual, num modelo funcional.
- O mesmo se encontrou para as áreas e domínios organizacionais onde a classificação dos factores se situou sempre no 4 ou seja “realiza tudo o que é preciso”. Referem-se duas ou três excepções: o *outsourcing*, *offshoring*, bem como a procura de soluções baratas ou até o caso de não dar primazia à eficiência em detrimento dos outros factores. Além disso, o grupo considera altamente importantes, logo em igualdade de circunstâncias, tanto a cultura como o respeito pelos princípios organizacionais.
- Ao aferir-se o conjunto das “Áreas e Domínios Processuais”, verificou-se que a classificação dos factores se situou entre o 1 e o 4, ou seja entre “Realiza pouco do que é necessário” (mas não chega aos mínimos necessários)” e “Realiza alguma coisa (o mínimo

indispensável)”. Trata-se tão só da constatação, do que foi já referido na descrição do caso atrás apresentada e de que se pode concluir que o grupo conhece muito bem toda a panóplia das ferramentas descritas e inseridas no submodelo do MAIDNP sendo que umas usa muito e outras pouco e quanto ao cruzamento das ferramentas, aferiu-se que tal é efectuado correntemente embora muitas vezes nuns casos e menos e outras não tanto. Como se compreende tal constatação é função do tipo de produtos e serviços realizados, em particular, no caso em apreço, o *NaturalHy*. Como exemplo desta situação refere-se a não utilização da ferramenta DFSS que como se depreende não é aplicada à produção de gases.

- Muito importante foi a constatação da existência de uma nova ferramenta de apoio à decisão baseada numa pesquisa à base de dados com uma aplicação da lógica *fuzzy* ou aplicação de redes neuronais (já detectados em 4.3.3.2). De facto, quando a base de dados contém uma quantidade formidável de dados estas lógicas do domínio da complexidade, são muito mais eficazes face a portfólios manuais ou outros baseados noutras aplicações elementares. Esta constatação vai permitir uma adequação/correção ao MAIDNP, que assim se transformará num modelo efectivo e funcional.

Desta caso pode confirmar-se a utilização e a utilidade do MAIDNP, que assim foi validado numa organização de topo na inovação, concepção e desenvolvimento de novos produtos de índole tecnológica. Além da validação do modelo e da sua utilidade na aferição de um novo serviço empresarial, foi possível colher dados relevantes para a transformação do MAIDNP conceptual num modelo efectivamente funcional.

### **c) Aplicação a produto/serviço; Caso “JA-LASER”**

O presente caso de estudo foi aplicado a um serviço realizado no mesmo grupo empresarial do caso anterior, cujo historial e caracterização foram já descritos. Este caso respeita à utilização de tecnologias de corte por jacto de água (JA) e (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (LASER). Não se trata de um novo produto como foi referido, mas de um serviço já existente, ainda assim, aplicável no contexto da presente tese. No âmbito destas tecnologias, com origem em várias áreas da física, a empresa utilizou o “Projecto Criativo” aquando do seu desenvolvimento.

Partiu-se pois da utilização desta ferramenta e do seu constantemente aperfeiçoamento, bem como da adequação das referidas tecnologias de corte às exigências dos diversos nichos de mercado em que penetra. Claro que existem muitas outras tecnologias com teor idêntico (ou seja, baseado em áreas diversas da física), mas aplicam-se actualmente de forma bastante acentuada na indústria do corte de todo o tipo de materiais, entre outras aplicações, tal como seguintemente se expõe. O uso das tecnologias do jacto de água e do LASER têm actualmente, como principais clientes alvo, entidades associadas aos sectores das artes, da publicidade e da recuperação de objectos antigos de todo o tipo de materiais (e.g. papiros,

quadros pintados a óleo, artefactos de olaria, etc.). Portanto, estas tecnologias não se aplicam apenas ao corte de materiais, mas também se podem aplicar na remoção de resíduos com elevadíssima precisão sem danificação do material de base. No sector do corte, os produtos obtidos através destas tecnologias, são caracterizados pela elevada complexidade das formas e pela necessidade de obtenção de um elevadíssimo nível de rigor dimensional.

Estas tecnologias foram introduzidas a nível mundial, e de forma mais corrente na indústria do corte, há cerca de 25 anos. São processos completamente automatizados, rápidos, flexíveis, com o mínimo de desperdícios e ideais para pequenas séries de fabrico ou até mesmo para obtenção de peças unitárias, o que está completamente dentro do âmbito do DNP. E no que concerne à recuperação de objectos antigos, utiliza-se o chamado LASER Excimeros: de CO<sub>2</sub>, com muito baixa potência (da ordem dos 5 a 10 W), cuja energia térmica associada permite a separação das impurezas do material de base, sem alterar a microestrutura deste. Contudo, são tecnologias que comportam elevados custos de aquisição e manutenção dos equipamentos, bem como na necessidade de aquisição de mão-de-obra especializada. Por outro lado são tecnologias que detêm mercados voláteis, devido às aplicações já referidas, que num cenário de crise económico-financeira, tal como o que existe actualmente a nível mundial, pode incorrer num risco de défice de procura. Este facto induz à necessidade de ajustamento destas tecnologias na realização de produtos com um maior nível de procura, como é o caso da indústria do calçado.

Da informação acima exposta, obtida de diversas fontes internas, ao mais alto nível técnico, juntamente com o resultado das respostas dadas ao guião e pelos esclarecimentos prestados, juntamente com o resultado das respostas dadas ao guião/roteiro pode constatar-se deste caso de estudo, que na utilização das referidas tecnologias, tanto na indústria do corte como do restauro, que o grupo:

- Não efectua uma abordagem às questões da inovação, predominantemente por tentativa erro, dado que cada utilização destas tecnologias necessita de uma análise rigorosa dos requisitos dos produtos, que são normalmente complexos e têm tolerâncias muito apertadas, o que implica uma necessidade de abordagem à criatividade e à inovação de forma sistemática;
- Não pratica predominantemente uma estratégia BOS ou uma Estratégia ROS, pois a decisão depende do tipo de produto, e.g.: se for uma peça única utiliza-se uma estratégia BOS; mas se for no fabrico de calçado já se utiliza uma estratégia ROS. Por isso, o inquirido optou por facultar uma resposta à questão da realização de cada estratégia em particular com um de nível de realização médio (assinalada com o algarismo 2), e à resposta da utilização de ambas as estratégias com o de nível de realização mais elevado (assinalada com o algarismo 4);
- Efectua sempre análises de risco e análise de falhas, mas não através das ferramentas DFMEA, FMEA ou DEA, optando por uma análise mais simples e empírica adequada aos

parâmetros tecnológicos, dado que nestas tecnologias se exige o ajuste dos parâmetros operativos aquando do trabalho com um novo tipo de material;

- Devido à elevada complexidade e tolerâncias muito apertadas, que caracterizam muitos dos produtos produzidos com estas tecnologias, procede sempre à avaliação de *trade-offs* dos custos dos diversos factores de risco e respectivas oportunidades. Mesmo para produtos com requisitos menos exigentes, é necessária a realização da avaliação inerente a esta questão, dado que o risco de falha implicaria a perda de posicionamento no mercado, facto que iria certamente afectar a sustentabilidade dos custos inerentes à manutenção dos equipamentos e à conservação da mão-de-obra;
- Possui uma função *marketing* associada à divulgação eficiente e eficaz destas tecnologias junto das indústrias ou clientes alvo, principalmente através da divulgação de informação por brochuras, *workshops* e *sites* na *Internet*;
- Interage sempre com o cliente, no sentido de permitir receber sugestões importantes, e de forma mais intensa para peças unitárias e pequenas séries de fabrico. Por outro lado, os clientes ligados ao sector das artes tendem a ser demasiado criativos e alheios às tecnologias, propondo por vezes produtos muito difíceis de executar, pelo que, nestes casos a interacção é sempre bastante intensa;
- Por tudo o que já foi exposto é compreensível que se efectuem práticas sistemáticas de realização de actividades de *benchmarking* e práticas de formas sistemáticas de avaliação de desempenho próprio e de comparação externa deste tipo de tecnologias, em que o inquirido referiu a utilização específica da ferramenta DEA;
- Não pratica nenhuma política de *outsourcing*, porque o grupo tem capacidade para realizar o necessário para a utilização destas tecnologias em DNP;
- Pratica uma política de *offshoring*, pois o grupo trabalha tanto nas suas próprias instalações como em instalações de parceiros e clientes, dependendo das circunstâncias (nomeadamente do *trade-off* dos custos de deslocalização de matérias-primas, produtos, acessórios de equipamentos e mão-de-obra);
- Pratica uma política de globalização, porque o grupo trabalha a nível nacional e internacional, com este tipo de tecnologias;
- Pelo que já foi referido sobre estas tecnologias, os mercados, clientes-alvo e o tipo de produtos que se obtêm neste contexto, é justificável que o grupo tenha sempre a oportunidade, aquando do trabalho com estas tecnologias, de:
  - Constituir sempre equipas multidisciplinares ou multifuncionais em projectos DNP, suportadas por uma organização do tipo matricial (*cross-functional*), nomeadamente com os seus colaboradores;
  - Produzir impacto positivo nas organizações de produtores, fornecedores, distribuidores e outros;

- Promover sempre a formação de equipas colaborativas, englobando constantemente os fornecedores e os clientes;
  - Assumir pontualmente a existência de alianças estratégicas com fabricantes, a montante da cadeia de valor ou com os seus fornecedores, pois tal apenas é necessário quando são trabalhados materiais que nunca foram pedidos antes;
  - Assumir constantemente a existência de alianças estratégicas com clientes situados a jusante da respectiva cadeia de valor;
  - Assumir bastante a existência de alianças estratégicas com ambos os elementos referidos nos dois pontos anteriores, mas nomeadamente com os clientes;
  - Assumir fortemente a partilha de novas ideias e abordagens de diferentes fontes externas e internas, integrados numa plataforma, a fim de gerar novos processos organizacionais e valores compartilhados, nomeadamente com troca de *know-how* para melhor acompanhar o desenvolvimento destas tecnologias;
  - Incluir completamente no seu núcleo de co-inovação o envolvimento de parceiros e a co-criação e experiência conjunta de criação de valor, não só pelo motivo registado no ponto anterior, mas também para conquistar novos nichos de mercado;
  - Assumir bastante a transformação de ideias em produtos qualitativamente melhores e mais apetecíveis que o dos concorrentes, devidamente reconhecidos aos olhos do mercado e do consumidores finais (e.g. através da exibição de réplicas das peças mais marcantes);
  - Realizar constantemente a questão anterior de forma sistemática, permanente, rápida e barata;
- Respeita totalmente a legislação em vigor, inerente aos novos produtos/serviços;
  - Normaliza internamente todos os seus processos, de concepção e desenvolvimento do serviço, e exigindo sempre os mesmos princípios aos seus fornecedores;
  - Possui um sistema de qualidade totalmente de acordo com as normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 e as OHSAS 18001:2007;
  - Assume permanentemente, e de forma sistemática, as preocupações integráveis no que se designa, actualmente, por pensamento *lean*;
  - Tende a maximizar a sua própria eficiência, de forma quase permanente e sistemática;
  - Tende a medir o seu próprio desempenho e produtividade, de forma permanente e sistemática;
  - Admite que os seus princípios organizacionais são ligeiramente mais importantes que sua a cultura organizacional, porque os primeiros se encontram directamente mais associados à

necessidade de obtenção de produtos de elevado rigor dimensional, o que implica que os equipamentos têm de se encontrar sempre em excelentes condições de trabalho e que as condições para a realização deste têm de ser as melhores possíveis. Um erro numa peça única ou numa unidade de um baixo lote de fabrico pode ser fatal para a sua posição no mercado;

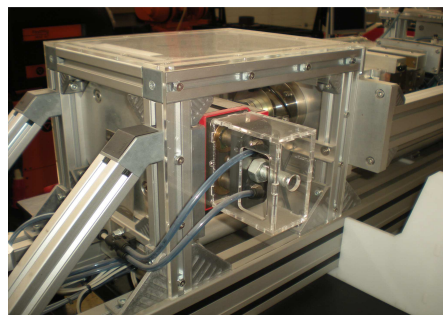
- Dado o exposto no ponto anterior, é então justificável que admite que o ambiente sistémico e estratégico do DNP tem um impacto mais significativo nos princípios organizacionais do grupo face à sua cultura organizacional;
- Por tudo o que já foi exposto, justifica-se que a resposta à questão “A empresa possui área ou áreas específicas e/ou multifuncionais de inovação e DNP?”, tenha sido a de nível de realização mais elevado (assinalada com o índice de relevância 4);
- Tanto pode optar por um tipo de gestão de projectos DNP do tipo sequencial, como por uma gestão por processos de ES. Tal depende do tipo de produto: se este for relativamente simples e a série de fabrico for elevada (e.g. calçado) o processo tem de ser sequencial, mas se for ao contrário, é adequado um processo de ES, para diminuir o risco de erros de produção;
- Nunca opta por uma gestão por processos de *stage-gate*®, porque estas tecnologias são extremamente flexíveis, sendo sempre possível obter o produto pretendido, e quando a complexidade e o rigor dimensional requeridos são mais elevados, a prática de gestão de processos por ES permite detectar os erros atempadamente;
- Possui, porque tem mesmo de possuir, níveis altamente sofisticados e sempre actuais, de redes de engenharia e de meios tecnológicos, por tudo o que já foi exposto;
- Admite que tanto a cultura como os princípios organizacionais da empresa têm elevado impacto nas áreas e domínios processuais do DNP/serviços, porque sobretudo no mercado internacional, é necessário apresentar constantemente alternativas para a competitividade, realizando-se as tarefas de modo a transformar os inconvenientes em mais-valias (transformando as ameaças em oportunidades);
- Admite ter um portfólio extremamente bem desenvolvido de casos resolvidos, que permita utilizar a ferramenta CBR, como suporte na resolução de novos problemas, adaptando soluções utilizadas na resolução de problemas anteriores. Aliás este aspecto é muito útil neste tipo de tecnologias;
- Admite nunca ter utilizado a ferramenta TRIZ, porque estas tecnologias se aplicam a todos os materiais, pelo que nunca se apresentam contradições. Os problemas podem surgir a nível da escolha dos parâmetros operativos inerentes aos equipamentos;
- Admite utilizar Projecto Modular com frequência, mas não constantemente, porque é bastante frequente surgirem peças compostas por módulos, para serem produzidas com estas tecnologias;

- Admite utilizar constantemente as ferramentas Projecto de Tolerâncias, Projecto Axiomático e Projecto Robusto. Porque muitos produtos exigem, respectivamente: tolerâncias muito apertadas; a quantificação dos requisitos dos clientes (sobretudo com clientes do sector artístico que, muitas vezes, não exprimem da forma mais clara os requisitos que pretendem que o produto tenha) e a necessidade da obtenção das melhores condições de trabalho possíveis (sem resíduos, humidade, etc.), que conduzem à qualidade;
- Pelo exposto no ponto anterior, admite utilizar a ferramenta Projecto Criativo sempre, de forma a melhor satisfazer os clientes que apresentam produtos mais complexos, o que acontece com uma frequência extremamente elevada;
- Admite nunca ter utilizado a ferramenta DFSS, porque nunca se realizam lotes de, pelo menos, um milhão de peças com estas tecnologias;
- Admite ter recorrido sempre ao cruzamento entre os Projectos Criativo e Axiomático e outras ferramentas (como o QFD, o DFX, o DOE, o SDI e a análise de *Pugh*);
- Admite ter recorrido sempre que necessário (o que é muito frequente) a cruzamentos entre o Projecto Modular e o SDI;
- Admite utilizar com pouca frequência ferramentas de apoio à decisão. Porque estas tecnologias uma vez aplicadas e de forma automática, não necessitam de tomadas de decisão de grande relevância, porque o teor das decisões colocadas passam nomeadamente por ajustes de parâmetros operativos e pela colocação de diferentes ejectores. Quando é necessário decidir, admite não recorrer ao AHP nem o Painel *Delphi*, mas sim ao CBR, com a base de dados que tem vindo a construir ao longo do tempo.

A ilustração 6-5 corresponde, respectivamente, a produtos obtidos por corte por LASER em materiais não metálicos.



Caravela em laminados de madeira obtida em corte por LASER. O rigor dimensional contrasta com o aspecto rústico dos bordos queimados, ambos requeridos pelo cliente.



*Jig* ou *Gabarit* com componentes estruturais em acrílico, obtidos em corte por LASER. Este polímero reage sem apresentar bordos queimados, por ajuste dos parâmetros operativo do corte.

#### Ilustração 6-5 - Produtos obtidos com tecnologias de corte LASER.

A parte da esquerda mostra uma caravela em várias camadas (laminados) de madeira com bordos queimados, porque o cliente quis obter uma peça artística num misto de elevada complexidade e rigor dimensional com uma componente rústica (os bordos queimados podem ser removidos com acabamento posterior por processos mecânicos, como a lixagem); a da direita mostra uma *Jig* ou *Gabarit* (elemento que efectua com precisão a colocação em posição de componentes de dimensões reduzidas para posterior soldadura) já montada, onde a estrutura em acrílico foi obtida por módulos.

Como nota conclusiva, após mais uma aferição plenamente conseguida proporcionada pelo MAIDNP, concluiu-se o seguinte:

Relativamente ao “Ambiente Sistémico e Estratégico de DNP” a classificação atribuída à realização dos respectivos factores para este serviço do grupo, situou-se quase sempre no 4 ou seja “Realiza tudo o que é preciso”, excepto o que concerne à política *red ocean vs. blue ocean* onde “realiza alguma coisa (o mínimo indispensável)”, ou seja, conforme os casos. Outra excepção é a que se refere, para este serviço onde não se recorre ao *outsourcing*.

- O mesmo se encontrou para as “Áreas e Domínios Organizacionais” no que concerne à “Cultura organizacional”, onde a classificação dos factores se situou quase sempre no 4 ou seja “realiza tudo o que é preciso”. Referem-se como excepções os factores referentes a parcerias com fornecedores e clientes onde a aferição foi de apenas 2 ou 3 (“realiza pouco do que é necessário”) o que se adequa ao serviço em análise. Já nos “Princípios Organizacionais” a conferência com o MAIDNP situou-se sempre no 4 ou seja “Realiza tudo o que é preciso”.
- Ainda que se trate de uma prestação de serviço diferente do caso de anterior foi evidente não só quanto é determinante o ambiente sistémico e estratégico empresarial do grupo referente a este serviço que proporciona, mas também, a constância que mantem entre os serviços que fornece. Curiosamente, os “Princípios Organizacionais”, no que concerne a este serviço, são relativamente pouco afectados pelo “Ambiente Sistémico e Estratégico”, conclusão extraída pelo coeficiente 2, ou seja, “realiza alguma coisa (o mínimo indispensável)”.
- Ao aferir-se o conjunto das “Áreas e Domínios Processuais”, verificou-se que a classificação dos factores se situou no 4, ou seja entre realiza muita coisa (“o essencial”) e apenas um 0, ou seja, “realiza quase nada do que necessário” no que concerne a uma condução de projectos *stage-gate*®, não aplicável no serviço JA-LASER.
- Finalmente e ainda nas “Áreas e Domínios Processuais”, relativamente ao uso das ferramentas metodológicas e instrumentais previstas no MAIDNP, evidencia-se a constatação, do que foi já referido na descrição deste caso. Ou seja, pode concluir-se que o grupo conhece muito bem toda a panóplia das ferramentas descritas e inseridas no MAIDNP, sendo que, umas usa muito e outras pouco e quanto ao cruzamento das ferramentas, aferiu-se que tal é efectuado correntemente, embora muitas vezes nuns

casos e menos noutros, e outras vezes não tanto. Como se compreende tal constatação é função do tipo de produtos e serviços realizados, em particular, no caso em apreço, o serviço JA-LASER. Aqui detectou-se a aplicação específica do projecto criativo em associação ao projecto modular como as ferramentas fulcrais da prestação do serviço com o apoio de muitas outras. Refere-se a não utilização, neste serviço, da ferramenta TRIZ visto não existirem contradições técnicas para tal, e ainda do DFSS que não é aplicado à produção de unidades individualizadas, como é o caso.

Deste caso pode confirmar-se, mais uma vez, uma bem-sucedida utilização do MAIDNP, bem como da sua intrínseca utilidade já que foi mais uma vez validado, agora num serviço (JA-LASER) prestado por um grupo empresarial de topo na inovação, concepção e desenvolvimento de novos produtos de índole industrial e tecnológica.

#### **d) Aplicação a serviço; brasagem de polímeros com ligas sem chumbo**

O presente caso de estudo foi realizado no mesmo grupo empresarial já referido, cujo historial e caracterização já foram descritos nos dois casos de estudo anteriores. O presente caso de estudo encontra-se direccionado para a tecnologia da brasagem em polímeros com ligas sem chumbo (*lead free soldering*), que é nova em Portugal e no mundo, mas a sua utilização em ligas que contivessem chumbo, teve início nos anos noventa do século XX.

Não se trata de um novo produto, mas sim de um novo serviço de realização de testes com a tecnologia mencionada, que se pode perfeitamente aplicar no contexto da presente tese. E no âmbito desta, foi abordada esta temática, pelo facto do grupo realizar os referidos testes no âmbito do DFSS, para se obterem posteriormente produtos com o nível de qualidade SS. O impacto desta ferramenta não tinha ainda sido abordado e avaliado noutros casos de estudo, por não ter tido ainda aplicação. E é importante abordar esta temática para se obter uma validação, a mais completa possível, do modelo desenvolvido na presente tese. Não é frequente encontrar, a nível nacional, empresas que trabalhem com uma gestão para obtenção de produtos ao nível SS, daí o ter-se utilizado novamente o grupo, que mostrou englobar uma larga gama de actividades que envolvem as mais variadas áreas de conhecimento em engenharia, e para este caso de estudo em especial, a utilização da ferramenta metodológica DFSS.

No que concerne ao trabalho em brasagem com ligas sem chumbo, o grupo participa frequentemente na realização de testes, que integram projectos internacionais direccionados para o fabrico de componentes eléctricos e electrónicos, que visam integrar vários tipos de indústrias (e.g. de electrodomésticos de áudio visual, aeronáutica, espacial, etc.), em parceria com outras entidades, tais como: companhias de aviação; entidades das forças armadas; agências governamentais; empresas de I&D e/ou de fabrico de componentes eléctricos e electrónicos. Deste grupo de entidades podem destacar-se as seguintes: *Boeing*, *American Air Force*; *NASA*; *BAESystems*; *Crane-NSWC*; *Northrop Grummam*; *ITB, Inc.*; *Texas*

*Instruments*; APIEE (Associação Portuguesa das Indústrias Eléctrica e Electrónica); etc. Por outro lado, o grupo tem vindo a introduzir esta tecnologia nas PME e grandes empresas, tanto nacionais como internacionais, desde o ano 2000. O principal objectivo da utilização da tecnologia da brasagem com ligas sem Chumbo, é o de se poder trabalhar com outros elementos que não apresentem os inconvenientes para a Saúde que o Chumbo apresenta (tanto em processos de fabrico como de reciclagem). Contudo, os riscos tecnológicos da não utilização de Chumbo neste tipo de processos envolvem, sobretudo, a necessidade de utilização de elementos com ponto de fusão mais elevado, tal como o Estanho.

Este facto implica a ocorrência de dificuldades na brasagem com materiais poliméricos (nomeadamente relacionados com a molhagem, a viscosidade, a tensão superficial, a fragilidade a reacção a variações de temperatura, etc.), que são o suporte das placas de circuitos integrados. E o risco de utilização deste tipo de circuitos, obtidos com brasagem sem Chumbo depende da finalidade do produto, e.g.: no caso de uma televisão, o risco de falha para a vida humana é muito baixo, podendo mesmo considerar-se nulo; mas no caso de um avião ou de um míssil, tal risco já é extremamente elevado, podendo mesmo ser considerado total (dependendo do tipo de falha, que pode resultar na queda do avião, ou no não rebentamento do míssil no local e instante programados).

Por estas razões, é imprescindível a realização de milhões de testes, para decidir em que situações se deve optar pela utilização de ligas de Estanho ou de Chumbo. E é neste processo de testes, que integra uma das fases do projecto de circuitos, que se utiliza a ferramenta DFSS. Da informação acima exposta, obtida de diversas fontes internas, ao mais alto nível técnico, juntamente com o resultado das respostas dadas ao guião e pelos esclarecimentos prestados, juntamente com o resultado das respostas dadas ao guião/roteiro pode constatar-se deste caso de estudo, que na utilização das referidas tecnologias de testes de brasagem em polímeros com ligas sem chumbo, o grupo:

- Não efectua uma abordagem às questões da inovação, predominantemente por tentativa erro, dado o elevado risco associado às indústrias aeronáutica e espacial, o que implica uma necessidade de abordagem à criatividade e à inovação de forma constante e sistemática;
- Raramente pratica uma Estratégia ROS nos testes de brasagem sem Chumbo para a obtenção de circuitos integrados para as indústrias de alto risco (aeronáutica e espacial), porque é uma das pouquíssimas entidades que realizam este tipo de testes em todo o mundo. Sendo, portanto, sempre efectuada neste âmbito uma Estratégia BOS. Atendendo aos pesos das respostas da utilização individual destas estratégias (que foram respectivamente assinaladas com os algarismos 1 e 4), o inquirido optou por facultar uma resposta balanceada da utilização de ambas as estratégias com um nível de realização considerável (assinalada com o algarismo 3);

- Do anteriormente exposto, é justificável que admita efectuar sempre:
  - Análises de risco e análise de falhas, e através das ferramentas DFMEA e FMEA;
  - Avaliação de *trade-offs* dos custos dos diversos factores de risco e respectivas oportunidades;
  - Possuir uma função *marketing* associada à divulgação eficiente e eficaz destes testes junto das indústrias alvo, com ênfase em resultados SS (na obtenção até 3,4 ppm de testes falhados). Com divulgação de informação principalmente através de publicações em revistas e jornais científicos, *workshops* e *sites* na *Internet*;
  - Interagir sempre com o cliente, no sentido de permitir receber sugestões importantes, para reduzir as causas das falhas que os testes apresentam, ou seja, para otimizar a tecnologia da brasagem em polímeros sem ligas de Chumbo, e consequentemente conduzir à redução os riscos de utilização da mesma e aumentar a fiabilidade dos circuitos integrados obtidos com esta tecnologia;
  - Efectua práticas sistemáticas de realização de actividades de *benchmarking* e práticas de formas sistemáticas de avaliação de desempenho próprio e de comparação externa, pelos mesmos motivos apresentados nos dois pontos anteriores. O contacto com parceiros, clientes e outros efectua-se nomeadamente através de *networking* constante e videoconferências periódicas. Por outro lado, o grupo coordena e realiza testes idênticos com outros parceiros, para melhor garantir a qualidade e a fiabilidade dos testes e, consequentemente, dos produtos obtidos;
- Pratica sempre uma política de *outsourcing*, porque os meios experimentais são muito dispendiosos, pelo que o grupo recorre sempre à subcontratação de entidades que realizam testes específicos. Note-se que os testes envolvem muitas variáveis inerentes aos materiais, aos equipamentos disponíveis, etc., ou seja, os testes têm objectivos diferentes, mas complementares);
- Pratica uma política de *offshoring*, pois o grupo trabalha tanto nas suas próprias instalações como em instalações de parceiros e clientes, dependendo das circunstâncias (nomeadamente do *trade-off* dos custos de deslocalização de matérias-primas, produtos, acessórios de equipamentos e mão-de-obra);
- Pratica uma política de globalização, porque o grupo trabalha a nível nacional e internacional, com este tipo de tecnologia;
- Por tudo o que já foi referido sobre esta tecnologia e sobre os elevados riscos inerentes à falha de circuito integrados, é justificável que o grupo tenha sempre a oportunidade, aquando do trabalho com esta tecnologia, de sempre:

- Constituir equipas multidisciplinares ou multifuncionais em projectos DNP, suportadas por uma organização do tipo matricial (*cross-functional*), nomeadamente com os seus colaboradores;
  - Produzir impacto positivo nas organizações de produtores, fornecedores, distribuidores e outros;
  - Promover a formação de equipas colaborativas, englobando constantemente os fornecedores e os clientes;
  - Assumir a existência de alianças estratégicas com fabricantes, a montante da cadeia de valor ou com os seus fornecedores;
  - Assumir a existência de alianças estratégicas com clientes situados a jusante da respectiva cadeia de valor;
  - Assumir a existência de alianças estratégicas com ambos os elementos referidos nos dois pontos anteriores;
  - Assumir a partilha de novas ideias e abordagens de diferentes fontes externas e internas, integrados numa plataforma, a fim de gerar novos processos organizacionais e valores partilhados, nomeadamente com troca de *know-how* para melhor promover a troca de resultados e acompanhar o desenvolvimento desta tecnologia;
  - Incluir no seu núcleo de co-inovação o envolvimento de parceiros e a co-criação e experiência conjunta de criação de valor;
- Assumir, sempre que necessário, a transformação de ideias em produtos qualitativamente melhores e mais apetecíveis que o dos concorrentes, devidamente reconhecidos aos olhos do mercado e do consumidores finais. Moderadamente, porque estes testes se realizam maioritariamente através de uma Estratégia BOS, e também porque a fiabilidade dos circuitos integrados é considerada mais importante que a tentativa de ultrapassar a pouca competitividade existente;
  - Quando é necessário realizar a questão anterior, admite fazê-lo sempre de forma sistemática, permanente, rápida e barata;
  - Respeita totalmente a legislação em vigor, inerente aos novos produtos (circuitos integrados) e serviços (testes de brasagem em polímeros com Chumbo ou Estanho);
  - Normaliza internamente todos os seus processos, de concepção e desenvolvimento do serviço, e exigindo sempre os mesmos princípios aos seus fornecedores;
  - Possui um sistema de qualidade totalmente de acordo com as normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 e as OHSAS 18001:2007;
  - Assume permanentemente, e de forma sistemática, as preocupações integráveis no que se designa, actualmente, por pensamento *lean*, de forma a se garantir um bom

compromisso entre a obtenção dos resultados dos testes e o cumprimento dos prazos estipulados para tal, para garantir sempre a continuidade dos financiamentos e nunca induzir atrasos nos restantes parceiros;

- Tende a maximizar a sua própria eficiência, de forma quase permanente e sistemática;
- Tende a medir o seu próprio desempenho e produtividade, de forma permanente e sistemática;
- Admite que os seus princípios organizacionais são ligeiramente mais importantes que sua a cultura organizacional, devido aos elevados riscos que envolvem a falha de um circuito integrado nas indústrias aeronáutica e espacial. Tais riscos já foram referidos no último parágrafo da introdução deste caso de estudo;
- Dado o exposto no ponto anterior, é então justificável que admite que o ambiente sistémico e estratégico do DNP tem um impacto mais significativo nos princípios organizacionais do grupo face à sua cultura organizacional;
- Por tudo o que já foi exposto, justifica-se que a resposta à questão “A empresa possui área ou áreas específicas e/ou multifuncionais de inovação e DNP?”, tenha sido a de nível de realização mais elevado (assinalada com o algarismo 4). Mais ainda, e citando o inquirido: “Na experimentação procuram-se preencher os *gaps* de conhecimento que existem ao nível dos processos e da tecnologia, para que tal possa conduzir à inovação.”;
- Tanto pode optar por um tipo de gestão de projectos DNP do tipo sequencial, como por uma gestão por processos de ES. E.g., os testes têm de obedecer a uma sequência pré-estabelecida, e assim opta-se por uma gestão do tipo sequencial. Por outro lado, a componente de I&D, que pode suscitar novas questões, influencia a forma de realização dos testes, e quando tal acontece opta-se por uma gestão por processos de ES;
- Opta sempre por uma gestão por processos de *stage-gate*®, dado os elevadíssimos (e já referidos) riscos inerentes à falha dos circuitos integrados nas indústrias aeronáutica e espacial;
- Admite ter capacidade de por em prática as necessidades e desejos dos clientes e fornecedores para a definição dos parâmetros de qualidade dos novos produtos (circuitos integrados por brasagem em polímeros com ligas sem Chumbo), porque utiliza a ferramenta DFSS;
- Possui, porque tem mesmo de possuir, níveis altamente sofisticados e sempre actuais, de redes de engenharia e de meios tecnológicos, por tudo o que já foi exposto;
- Admite que os princípios organizacionais do grupo têm um impacto mais elevado nas áreas e domínios processuais do DNP/serviços, face à sua cultura organizacional.

Porque como existe uma forte dependência em rede com muitos participantes, de um trabalho do tipo experimental, torna-se mais difícil perceber o impacto produzido pela cultura organizacional nas áreas e domínios processuais do DNP/serviços, do que o impacto produzido pelos princípios organizacionais. Afinal, existe um foco fortemente dirigido para estes testes, no sentido do cumprimento de todos os requisitos legais e normativos, bem como da maximização da sua eficiência, do seu desempenho e da sua produtividade. E tudo isto seguindo uma gestão *lean*;

- Admite ter um portfólio extremamente bem desenvolvido de casos resolvidos, que permita utilizar a ferramenta CBR, como suporte na resolução de novos problemas, adaptando soluções utilizadas na resolução de problemas anteriores. Este aspecto é muito útil neste tipo de tecnologia, porque muitos dos testes que são necessários realizar seguem uma metodologia comum;
- Admite utilizar frequentemente a ferramenta TRIZ, porque os testes apresentam frequentemente contradições, sobretudo quando testes idênticos são estrategicamente realizados por diferentes parceiros, que por mais que tentem igualar as condições de realização, estas nunca são 100% iguais;
- Admite utilizar Projecto Modular, apenas quando necessário, isto é, quando há testes específicos que envolvem módulos de circuitos, o que não é muito frequente para o grupo, mas sim para parceiros incumbidos de o fazer;
- Admite utilizar frequentemente Projecto Axiomático, nomeadamente pelo facto da necessidade de quantificar requisitos a serem transformados em parâmetros operativos, sobretudo nas etapas automatizadas dos testes;
- Admite utilizar constantemente as ferramentas Projecto Robusto, Projecto de Tolerâncias e DFSS. Respectivamente, porque uma forte necessidade da obtenção das melhores condições possíveis de qualidade total; (sem resíduos, humidade, etc.) os circuitos integrados são elementos que estão sempre associados a tolerâncias muito apertadas pelo que é imprescindível que o nível de falhas obtido nos testes não ultrapasse os 3,4 ppm.
- Pelo exposto no ponto anterior, admite utilizar frequentemente o cruzamento das ferramentas TRIZ e QFD;
- Admite nunca utilizar a ferramenta Projecto Criativo com recurso a analogias biológicas ou outras;
- Admite ter recorrido sempre que necessário (o que é pouco frequente) a cruzamentos entre o Projecto Modular e o SDI;
- Admite ter recorrido frequentemente a cruzamentos entre o Projecto Axiomático e o SDI;

- Admite ter recorrido sempre ao cruzamento entre o Projecto Axiomático e o DFSS com outras ferramentas (como o QFD, o DFX, o DOE, o SDI e a análise de *Pugh*);
- Admite ter recorrido sempre ao cruzamento entre as ferramentas DFSS e Projecto de Tolerâncias, o que pelo exposto em toda esta análise, é indispensável para se atingir qualidade e fiabilidade nos testes, e conseqüentemente nos circuitos integrados em serviço;
- Admite utilizar sempre ferramentas de apoio à decisão. Porque estes testes por serem inovadores, apresentaram por vezes resultados susceptíveis de interpretação, o que conduz à necessidade de tomada de decisões. E quando é necessário decidir, admite recorrer sempre ao AHP e também ao Painel *Delphi*, este último com a colaboração de especialistas que integram os vários parceiros, para se obter consenso a vários níveis de participação nos projectos, e aos mais vastos campos do conhecimento das engenharias existentes.

Como nota conclusiva, após mais uma aferição plenamente conseguida proporcionada pelo MAIDNP, concluiu-se o seguinte:

- Relativamente ao “Ambiente Sistémico e Estratégico de DNP” a classificação atribuída à realização dos respectivos factores para este serviço do grupo, situou-se quase sempre no 4 ou seja “realiza tudo o que é preciso”, excepto o que concerne à política *red ocean vs. blue ocean* onde “realiza alguma coisa (o mínimo indispensável)”, ou seja, conforme os casos. Outra excepção é a que se refere à não utilização sistemática de *marketing*, para este serviço, situação esta a que se conferiu a classificação 3, ou seja, “realiza muita coisa (o essencial)”.
- Para as “áreas e domínios organizacionais” e no que concerne à “cultura organizacional”, onde a classificação dos factores situou-se sempre no 4 ou seja “realiza tudo o que é preciso”. Curiosamente, e como excepção, apenas se atribuiu a classificação 2 (“realiza alguma coisa/o mínimo indispensável) ao facto de “assumirem a transformação de ideias em produtos qualitativamente melhores e mais apetecíveis que os dos concorrentes, devidamente reconhecidos aos olhos do mercado e dos consumidores finais”. Já nos “princípios organizacionais” a conferência com o MAIDNP situou-se sempre no 4 ou seja “Realiza tudo o que é preciso”.
- Ainda que se trate de uma prestação de serviço diferente do caso de anterior foi evidente não só quanto é determinante o ambiente sistémico e estratégico empresarial do grupo referente a este serviço que proporciona, mas também, a constância que mantem entre os serviços que fornece.
- Curiosamente, os “princípios Organizacionais”, no que concerne a este serviço, são relativamente pouco afectados pelo “ambiente sistémico e estratégico”, conclusão extraída pelo coeficiente 2, ou seja, “realiza alguma coisa (o mínimo indispensável)”.

Neste particular as respostas encontradas na aferição deste serviço, encontrou-se o mesmo padrão detectado no caso anterior.

- Ao aferir-se o conjunto das “Áreas e Domínios Processuais”, verificou-se que a classificação dos factores se situou no 4, ou seja entre realiza muita coisa (o essencial)” e apenas a classificação 3, “realiza muita coisa (o essencial)” aos métodos de gestão dos projectos DNP tanto do tipo sequencial ou ES e sempre 4 (“realiza tudo o que é preciso”) com gestão *Stage-Gate*®, contrariamente ao que se verificava no serviço do anterior caso.
- Finalmente e ainda nas “Áreas e Domínios Processuais”, relativamente ao uso das ferramentas metodológicas e instrumentais previstas no MAIDNP, evidencia-se a constatação, do que foi já referido na descrição deste caso. Ou seja, pode concluir-se que o grupo conhece muito bem toda a panóplia das ferramentas descritas e inseridas no submodelo do MAIDNP sendo que umas usa muito e outras pouco e quanto ao cruzamento das ferramentas, aferiu-se que tal é efectuado correntemente embora muitas vezes nuns casos e menos e outras não tanto. Como se compreende tal constatação é função do tipo de produtos e serviços realizados, em particular, no caso em apreço, o serviço de brasagem de polímeros com ligas sem chumbo.
- No caso vertente detectou-se a aplicação específica do DFSS como ferramenta fulcral da prestação do serviço, mas ainda assim, com o apoio de muitas outras ferramentas.
- Destaca-se a não utilização, neste serviço, da ferramenta projecto criativo visto não existirem contradições técnicas e a utilização muito particular do DFSS dado que como atrás se referiu, existe uma forte necessidade da obtenção das melhores condições de trabalho possíveis (sem resíduos, humidade, etc.) de qualidade total; os circuitos integrados são elementos que estão sempre associados a tolerâncias muito apertadas pelo que é imprescindível que o nível de falhas obtido nos testes não ultrapasse os 3,4 ppm.

Deste caso pode confirmar-se novamente uma bem-sucedida utilização do MAIDNP, bem como da sua intrínseca utilidade, a qual já foi mais uma vez validada, num serviço (brasagem) em produtos (com matérias poliméricas com ligas sem chumbo) prestado por um grupo empresarial de topo na inovação, concepção e desenvolvimento de novos produtos de índole industrial e tecnológica.

## 6.4 Nota Conclusiva

O presente capítulo de natureza empírica destinou-se à validação do MAIDNP, obtido de forma dedutiva-indutiva, no final de uma revisão de literatura. Face ao tipo de modelo conceptual proposto, à sua natureza estratégica e inovativa relativamente à literatura existente, realizou-se a sua validação interna através de um painel *Delphi*, como primeira forma de experimentação. O painel de especialistas, após duas rondas, deu crédito aos temas que lhe foram propostos pelo modelo, validando-os, embora não tenha aconselhado algo de novo ao

modelo conceptual em análise. Ou seja: o painel *Delphi* não indicou melhorias ao modelo, mas também não inviabilizou ou desconsiderou algo que dele fizesse parte.

Se do ponto de vista do próprio método, o painel *Delphi* é considerado por si só insuficiente enquanto ferramenta de geração e/ou validação de teoria, da perspectiva desta investigação, confirmou-se a sua utilidade enquanto ferramenta de validação do MAIDNP conceptual. Foi no entanto possível com o segundo método da investigação directa, complementar do primeiro, a experimentação através de casos de estudo de novos produtos, proceder à validação externa do MAIDNP. Estes casos de estudo permitiram atingir os objectivos estabelecidos para esta investigação.

Assim, através da conjugação dos dois métodos foram revalidados todos os factores correspondentes aos três níveis do MAIDNP e sua interacção: ambiente sistémico e estratégico, áreas e domínios organizacionais e áreas e domínios processuais, no que respeita à utilização de todo o ferramental proposto, bem como às suas diversas interconexões. Nesta fase final do trabalho foi possível transformar o MAIDNP, num modelo funcional, porque funciona no meio industrial no desenvolvimento de novos produtos e serviços em sintonia com o mercado, concluindo-se assim sobre a sua aplicabilidade. De acordo com as evidências colhidas aquando da realização do caso "*NaturalHy*", foi possível introduzir um novo item no MAIDNP ao nível do ambiente sistémico e estratégico: política de exportação de novos produtos.

Deste caso, onde se revelou um novo serviço de natureza radical, foi possível a consideração no MAIDNP do efeito nas exportações do país. Tal situação não tinha sido detectada aquando da revisão da literatura existente, e que nesta fase se registou e acrescentou no MAIDNP, no quadro correspondente ao ambiente sistémico e estratégico, conforme se pode ver na ilustração 6-6.

Além disso, no mesmo caso de estudo, muito importante foi a constatação da existência de uma nova ferramenta de apoio à decisão baseada numa pesquisa à base de dados com uma aplicação da lógica *fuzzy* ou aplicação de redes neuronais. De facto, quando a base de dados contém uma quantidade formidável de dados, estas lógicas do domínio da complexidade, são muito mais eficazes, face a portfólios manuais ou outros baseados noutras aplicações elementares. Esta constatação permitiu uma adequação/correção ao MAIDNP, conforme também se pode ver na referida ilustração 6-6.

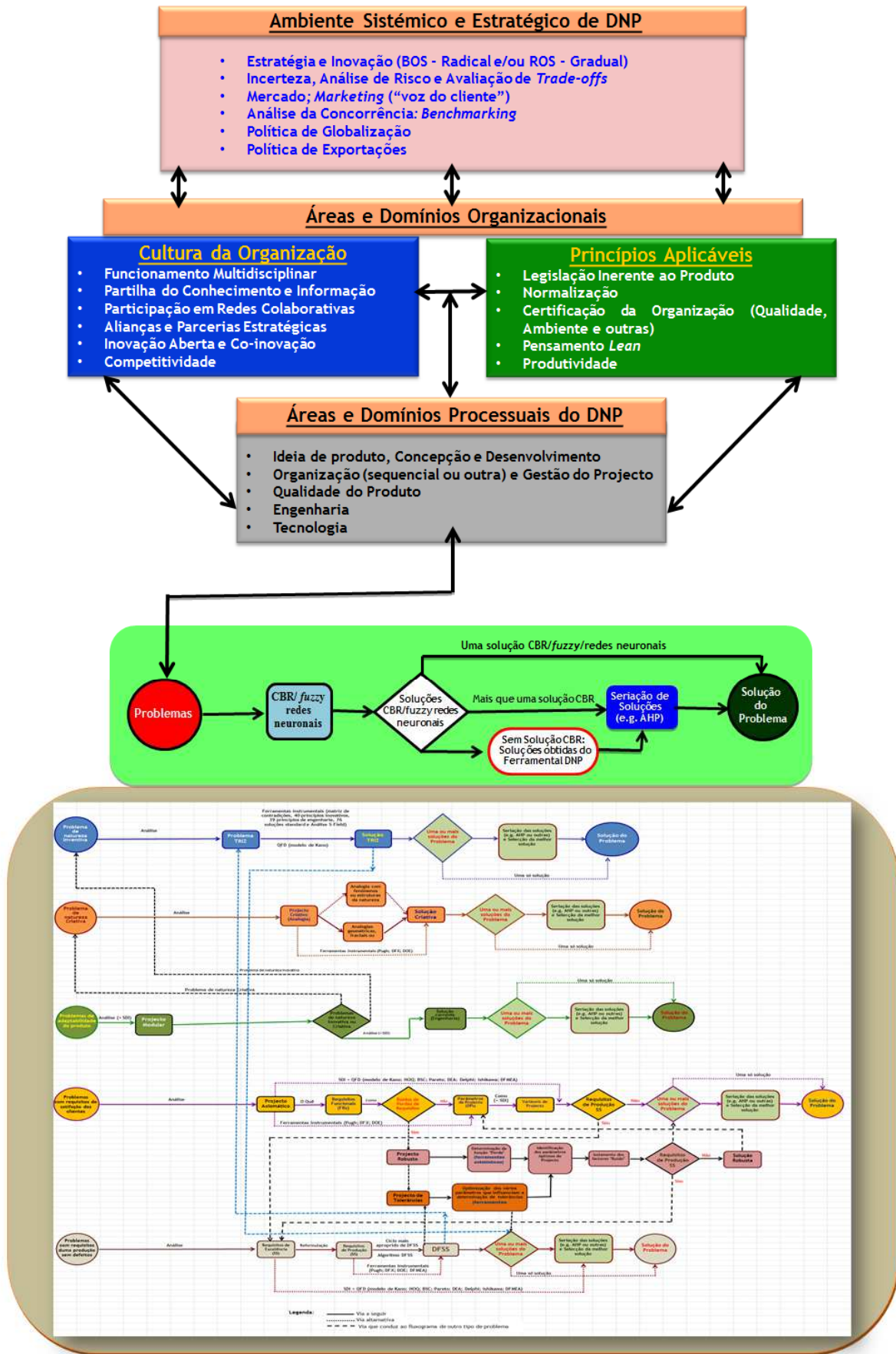


Ilustração 6-6 - MAIDNP funcional.

Durante a realização dos quatro casos de estudo, foi possível avaliar e validar o comportamento do MAIDNP na aferição dos níveis de realização nos diversos tipos de organizações empresariais, em cada um e em todos os factores conferidos, o que permite dar uma utilidade específica ao modelo, que é a de classificar as organizações e os novos produtos e serviços conforme as suas estratégias, organizações e processos operacionais que utilizam.

De acordo com os teóricos da investigação directa, foram realizados quatro casos de estudo, que é o mínimo que aconselham até um máximo de doze. Na verdade, tratando-se de uma revalidação de um modelo já claramente validado pelo painel de especialistas, não se viu razão específica no reforço das evidências colhidas. Aliás, os quatro casos estudados foram suficientes para conferir totalmente, até de forma repetitiva, todos os factores considerados no MAIDNP conceptual. Finalmente, e ainda no que concerne aos casos de estudo, foi até relevante realizar três deles no interior da mesma prestigiada organização, o grupo empresarial, que desenvolve produtos disruptivos, com estratégias BOS, de âmbito iminentemente tecnológico e industrial.

Após a realização da validação completa - painel *Delphi* seguido dos casos de estudo - verificou-se que o painel *Delphi* permitiu validar o modelo qualitativamente apenas na sua forma conceptual, e com os casos de estudo foi possível (pela troca de informação que uma entrevista, entre o investigador e o representante da empresa, permite) validar o modelo de uma forma mais profunda, por explicitação de todas as questões do guião e por análise em paralelo do modelo conceptual, tendo tal permitido incrementar o mesmo e adaptá-lo à realidade empresarial (com o nível de extensão que os quatro casos permitiram), transformando-o num modelo funcional final, que não visa apenas constituir uma estrutura teórica de suporte à concepção e desenvolvimento de novos produtos, mas também avaliar se uma empresa realiza ou não todas as acções que o modelo sugere, nesse contexto e incluindo também serviços.

Assim, pode dizer-se que após esta ronda empírica da investigação foi possível validar o MAIDNP, não só pela sua consolidação, como ainda pela sua transformação de conceptual em funcional, evidenciando a sua utilidade teórica e também prática.

# Capítulo 7

## Conclusões Finais

Dado que da literatura conhecida não tinham sido detectados modelos holísticos de enquadramento do fenómeno DNP, mas apenas modelos parcelares ou adequados a casos de empresas ou indústrias específicas, decidiu enveredar-se por uma investigação conducente à geração de um modelo funcional abrangente, integrado e integrador do fenómeno da inovação associada à concepção e desenvolvimento de novos produtos. Durante uma fase prévia à própria investigação construíram-se e induziram-se pontos de amarração entre a realidade praticada e o fenómeno, os constructos, também enquanto dados de partida e de construção sistemática na evolução ao longo do caminho da revisão da literatura. Estes constructos, fio condutor da investigação, foram os seguintes:

- A inovação está associada ao DNP;
- A inovação pode ser sistemática;
- O DNP deve constituir-se como um processo eficiente e eficaz;
- O DNP serve-se de metodologias, técnicas e ferramentas específicas;
- A construção de modelos de DNP pode ser tratada e aperfeiçoada cientificamente;
- Já existem modelos segmentados de DNP típicos e específicos
- É importante criar um modelo sistémico e abrangente para o DNP.

Estas asserções inicialmente induzidas foram comprovadas ao longo do processo de investigação teórica e ajudaram a chegar à questão (*research question*) da presente investigação: *como deve ser, em que deve consistir e qual a utilidade de um modelo abrangente e integrado de DNP.*

Nesta fase, pode concluir-se que foi atingido o objectivo do presente trabalho de investigação, que consistiu na *construção de um quadro metodológico ou modelo de referência funcional, abrangente e integrado, que permitirá às indústrias e empresas orientar e balizar a concepção e desenvolvimento de novos produtos (ou serviços).* Nestas condições, o resultado da presente investigação denominou-se MAIDNP, cujo significado se recorda: **M**odelo **A**brangente e **I**ntegrado (também integrador) de **D**esenvolvimento de **N**ovos **P**rodutos.

Este modelo inicialmente conceptual, transformou-se em funcional após a sua validação empírica, e foi finalmente consagrado na ilustração 6-6. A parte respeitante à organização das ferramentas de resolução de problemas, que contem a sua classificação por especialidade e respectivas interconexões, que lhe garantem uma coerência intrínseca e uma ligação

adequada ao DNP, foi apresentada na ilustração 5-6, e também validada e conferida tanto pelo painel *Delphi*, como pelos casos de estudo realizados. De acordo com os objectivos iniciais, o MAIDNP deveria permitir no mínimo, duas utilidades distintas:

- A primeira, de índole puramente científica enquanto menu organizado de soluções para problemas ocorridos no DNP, com recurso às ferramentas metodológicas e instrumentais conhecidas;
- A segunda, de índole operacional e aplicada, um subproduto da anterior em que funcionará como ferramenta de diagnóstico, *roadmap* ou roteiro de aferição de processos, projectos e produtos, dedicado às empresas que inovam, concebem e desenvolvem novos produtos e comprovado na aplicação a produtos nos casos empíricos testados.

No final da presente investigação pode afirmar-se que o seu produto final, o MAIDNP, é cientificamente inovador e cumpre adequadamente estas duas importantes funções. Tal constatação foi validada empiricamente no decurso deste trabalho. Além disso, face à confusão terminológica actualmente existente na comunidade científica, no que concerne aos meios de apoio ao DNP, o presente trabalho produziu ainda uma sistematização formal das ferramentas existentes, designando-as de metodológicas e instrumentais. Também as classificou por grupos específicos, de acordo com as suas potenciais aplicações.

Deve ainda referir-se que, embora os produtos desta tese sejam operacionais e aplicáveis às empresas e organizações de índole industrial, o trabalho em si constitui uma peça de investigação científica na área da EGI, fundamentalmente do domínio da estratégia. E isto porque fornece aos diversos níveis do exercício da liderança empresarial um roteiro inovador, ferramenta de suporte clarificação da missão e da visão e uma mais adequada definição de objectivos, sempre que esteja em causa seja a inovação na concepção e desenvolvimento de novos produtos, tanto de índole incremental como radical.

## 7.1 Discussão dos Resultados

Refere-se novamente, a título recordatório, que as métricas utilizadas na validação empírica do MAIDNP, aquando da consulta ao painel de especialistas foram escalonadas em cinco níveis, de “0” “irrelevante” até “4” “imprescindível” e, ainda, desde o “0” - realiza muito pouco ou quase nada do que necessário até “4” - realiza tudo o que é preciso, através da aplicação no terreno do guião dos casos de estudo. Da apreciação conjunta do painel de especialistas com os casos de estudo concluir-se-á que estando em causa a validação de um modelo conceptual teórico, este só ficaria validado, enquanto hipótese de trabalho em primeiro lugar e como modelo funcional depois, se as pontuações atribuídas pelas métricas se situarem sistematicamente entre o “4” e o “5” (excepcionalmente o “3” num *item* ou outro) nas cinco hipóteses de validação proporcionadas (painel mais quatro casos). Assim, para se efectuar uma análise de resultados em conformidade com estas premissas, construiu-se uma

tabela (tabela 7-1) onde se sumariaram os diversos itens que fazem parte integrante do MAIDNP e se confrontaram as pontuações obtidas para cada um deles, bem como a introdução dos novos elementos contributivos (a sublinhado), permitindo assim, uma discussão final.

**Tabela 7-1 - Discussão dos resultados.**

Sumário dos Itens do MAIDNP	Painel Delphi	Casos de Estudo			
		Produto <i>Metalomecânica</i>	Serviço <i>NaturalHy</i>	Serviço <i>JA-LASER</i>	Serviço <i>Brasagem</i>
Estratégia e Inovação (BOS - Radical e/ou ROS - Gradual)	Muito relevante	ROS (gradual) - realiza quase tudo	ROS e BOS (Realiza ambos)	ROS e BOS (Realiza ambos)	ROS e BOS (BOS>ROS)
Incerteza, Análise de Risco e Avaliação de Trade-offs	Muito relevante	Realiza pouco	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Mercado; Marketing ("voz do cliente")	Imprescindível	Realiza pouco	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza quase tudo
Análise da Concorrência: Benchmarking	Imprescindível	Realiza pouco	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Política de Globalização	Muito relevante	Realiza alguma coisa	Realiza alguma coisa	Realiza alguma coisa	Realiza tudo
Política de Exportação de novos produtos	Não se discutiu	Não realiza	<u>Realiza muita coisa</u>	Não Realiza	Não Realiza
Funcionamento Multidisciplinar	Muito relevante	Realiza muita coisa	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Partilha de conhecimento e Informação	Muito relevante	Realiza pouco	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Alianças e parcerias estratégicas	Muito relevante	Realiza pouco	Realiza tudo (com clientes)	Realiza tudo (com clientes)	Realiza tudo
Inovação aberta e co-inovação	Muito relevante	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Os diversos factores da competitividade	Muito relevante	Realiza alguma coisa	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Legislação inerente ao produto	Imprescindível	Realiza quase tudo	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Normalização	Imprescindível	Realiza quase tudo	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Certificação da Organização	Imprescindível	Realiza muita coisa (o essencial)	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Pensamento <i>Lean</i>	Muito relevante	Realiza pouco	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Produtividade	Imprescindível	Realiza muita coisa (o essencial)	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Ideia do produto, concepção e desenvolvimento	Muito relevante	Realiza quase tudo	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Qualidade do produto	Muito relevante	Realiza quase tudo	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Engenharia e Tecnologia	Muito relevante	Realiza muita coisa (o essencial)	Realiza tudo	Realiza tudo	Realiza tudo
Peso relativo das áreas e domínios organizacionais	Relevante (2ª Ronda)	Realiza alguma coisa	Realiza (MAIDNP) tudo	Realiza (MAIDNP) quase tudo	Realiza (MAIDNP) quase tudo
Gestão dos projectos de DNP	Sequencial, ES e Stage-Gate® (Muito relevante)	Sequencial e ES (Realiza tudo)	Sequencial, ES e Stage-Gate® (Realiza tudo)	Sequencial, ES (Realiza tudo)	Sequencial, ES Stage-Gate® (Realiza quase tudo)
Organização das ferramentas (solução de problemas)	Relevante e Muito relevante	Não realiza ou realiza pouco	As ferramentas que utilizam estão conformes ao MAIDP	As ferramentas que utilizam estão conformes ao MAIDP	As ferramentas que utilizam estão conformes ao MAIDP
Utilização de lógica <i>fuzzy</i>	Não se discutiu	Não realiza	<u>Realiza muita coisa</u>	Não Realiza	Não Realiza

Em primeiro lugar, salienta-se o facto de nesta tabela figurar apenas um resumo das questões postas ao painel de especialistas e, além disso, resumir ainda o guião utilizado na avaliação de novos produtos seleccionados nos casos de estudo apresentados.

Os itens que figuram no nível estratégico e sistémico de DNP, foram classificados desde muito relevantes até imprescindíveis pelos especialistas, e empresarialmente permitem desenvolvimento de novos produtos provenientes de inovação radical que, como seria de prever, configuram uma estratégia empresarial de suporte, designada por BOS. Num dos casos - o *NaturalHy*, detectaram-se dois itens não identificados na revisão da literatura, e por isso, não integrantes no modelo conceptual: existência de uma política de exportação de novos serviços e a utilização de lógica *fuzzy*/redes neuronais. Confirmaram-se estes itens como extremamente relevantes, do ponto de vista da validade do modelo MAIDNP, enquanto modelo funcional. Na fase anterior, no decurso do painel *Delphi*, tais itens não foram discutidos, porque não foram sugeridos por parte de nenhum dos especialistas participantes.

Relativamente aos itens que fazem parte do nível organizacional, tanto os que se reportam ao subnível da cultura da organização como os que reportam aos princípios aplicáveis ao DNP, também foram classificados desde muito relevantes até imprescindíveis pelos especialistas. Já no terreno empresarial, foi possível concluir que genericamente se realiza tudo o que a estes itens concerne no DNP, o que correspondeu a pontuações máximas em termos de execução organizacional. Realce para as dificuldades que, tanto no decurso do desenvolvimento do painel como dos casos, ocorreu quanto a eventuais supremacias existentes de um subnível sobre o outro. Aliás, o painel classificou essa relação apenas como relevante. Tal discussão permitiu concluir como adequado o nivelamento organizacional, no MAIDNP, da cultura específica e dos respectivos princípios.

Quanto aos itens integrantes do nível processual e operacional, foram classificados pelos especialistas desde muito relevantes até imprescindíveis. Da aplicação do Guião aos casos de estudo, verificou-se a aplicação desses itens, tendo havido opções específicas quanto ao processo de gestão dos projectos de DNP, conforme os produtos ou serviços inovativos que foram testados. Finalmente, quanto à discussão dos resultados que decorreram do ferramental inerente ao MAIDNP (referente à organização de ferramentas de resolução de problemas de DNP), foram no geral classificados como muito relevantes pelo painel e foi detectada a sua utilização nos casos estudados. Dessa utilização, foi possível fazer uma validação pormenorizada da maioria das ligações e conexões do modelo, embora se possa considerar que o que foi avaliado e classificado, tanto pelo painel como dos casos dos produtos inovativos estudados, foi suficiente para considerar o ferramental integrante do MAIDNP adequado e válido.

Confirmou-se portanto, após esta análise/discussão de resultados empíricos do presente trabalho de investigação, pela adequação à realidade do modelo proposto - o MAIDNP.

## 7.2 Trabalhos Futuros

Outra nota conclusiva relevante, que se poderá considerar como *follow-up* da presente investigação, respeita ao seu aproveitamento noutros trabalhos de investigação futura. Parece evidente que será possível e desejável que o MAIDNP possa ser testado umas dezenas de vezes (ou mais) com as múltiplas organizações empresariais que concebam e desenvolvam novos produtos, quer baseados em formas de inovação gradual como radical. Tais aplicações poderiam ter como consequência, para as organizações, uma aferição e melhoria dos seus próprios processos, para além de eventuais adequações específicas do modelo, bem como recolha de dados que permitam um tratamento estatístico da incidência e influência dos factores do MAIDNP, na competitividade da própria indústria inovativa nacional.

Do ponto de vista nacional, seria importante recolher informação relevante num levantamento exaustivo, e.g. através dum outro projecto de doutoramento, de todas as empresas que inovam e dos respectivos sectores de actividade, que por tratamento analítico adequado, venha a permitir a conhecer com realismo e exactidão os factores que influenciam, em Portugal, a inovação a concepção e o desenvolvimento de novos produtos.

Outro projecto a realizar, seria o da divulgação sistemática do ferramental existente em matéria de DNP, junto do tecido empresarial nacional, com o objectivo de fazer face à inexistência de uma quantidade relevante de trabalhos de investigação científica nacional, e ao pouco desenvolvimento académico ao nível dos cursos actualmente existentes, tanto de engenharia como de gestão. Na verdade, a realização deste trabalho de investigação mostrou que, o tecido empresarial contactado (observação decorrente do trabalho com o painel, visitas efectuadas e pelo menos num caso de estudo realizado) e os seus quadros técnicos pareceram ainda pouco preparados para a utilização corrente da panóplia de ferramentas existente de DNP. O MAIDNP poderia funcionar, nestas condições, como instrumento privilegiado de transmissão de informação entre os diversos actores da inovação empresarial nacional.

Finalmente, e em consequência da anterior proposta, seria interessante que faculdades ou escolas politécnicas, quer de engenharia quer de gestão, pudessem oferecer com mais frequência nos *curricula* dos seus cursos, unidades curriculares de inovação, concepção e desenvolvimento de novos produtos, com enfoque especial nas ferramentas existentes, tanto metodológicas como instrumentais.



## Referências

- Acur, N., Kandemir, D. e Boer, H., 2012, Strategic Alignment and New Product Development: Drivers and Performance Effects, *Journal of Product Innovation Management*, 29 (2), pp. 304-318.
- Ackoff, R. L., 2001, O. R., After the post mortem, *System Dynamics Review*, 17 (4), pp. 341-346.
- Agost, M. J., Company, P. e Romero, F., 2011, Managing Mechanisms for Collaborative New-Product Development in the Ceramic Tile Design Chain, *Journal of Universal Computer Science*, 17 (2), pp. 224-242.
- Ahmad, R., Kamaruddin, S., Azid, I. A. e Almanar, I. P., 2012, Failure analysis of machinery component by considering external factors and multiple failure modes - A case study in the processing industry, *Engineering Failure Analysis*, 25, pp. 182-192.
- Akao, Y. e Mazur, G. H., 2003, The leading edge in QFD: past, present and future, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 20 (1), pp.20 - 35.
- Akgün, A. E., Byrne, J. C., Lynn G. S. e Keskin, H., 2007, New product development in turbulent environments: Impact of improvisation and unlearning on new product performance, *Journal Eng. Technol. Management*, 24, pp. 203-230.
- Almeida, R. P. D., 2008, Design de produtos. Princípios e ferramentas básicas da metodologia TRIZ, Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade da beira Interior, Covilhã, Portugal.
- Altshuller G. S., Shulyak L. e Rodman S., 1999, The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity, Technical Innovation Center Inc., Worcester.
- Al-Zu'bi e Tsinopoulos, C., 2012, Suppliers versus Lead Users: Examining Their Relative Impact on Product Variety, *Journal of Product Innovation and Management*, 29(4), pp.667-680.
- Anderson, A. M., 2008, A framework for NPD management: doing the right things, doing them right, and measuring the results, *Trends in Food Science & Technology*, 19, pp. 553-561.
- Ansoff, H. I., 1991, Critique of Henry Mintzberg's 'the design school: reconsidering the basic premises of strategic management', *Strategic Management Journal*, 12, pp. 449-461.
- Antony, J. e Coronado, R. B., 2002, Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program, *Measuring Business Excellence*, 6 (4), pp. 20-27.
- Antony, J., Gijo, E. V. e Childec, S. J., 2012, Case study in Six Sigma methodology: manufacturing quality improvement and guidance for managers, *Production Planning & Control*, 23 (8), pp. 2012, 624-640.

Appley, D. W. e Kim, J., 2010, A cautious approach to robust design with model parameter uncertainty, *IIE Transactions*, 43, 471-482.

Athaíde, G. A. e Zhang, J. Q., 2011, The Determinants of Seller-Buyer Interactions during New Product Development in Technology-Based Industrial Markets, *Journal of Product Innovation Management*, 28, pp. 146-158.

Augustine, M., Yadav, O. P., Jain, R. e Rathore, A. P. S., 2010, Concept convergence process: A framework for improving product concepts, *Computers & Industrial Engineering*, 59 (3), pp. 367-377.

Avramenko, Y. e Kraslawski, A., 2006, Similarity concept for case-based design in process engineering, *Computers and Chemical Engineering*, 30, pp. 548-557.

Ayag, Z. e Ozdemir, R. G., 2009, A hybrid approach to concept selection through fuzzy analytic network process, *Computers & Industrial Engineering*, 56, pp. 368-379.

Bacon, G., Beckman, S., Mowery, D. e Wilson, E., 1994, Managing Product Definition in High-Technology Industries: A Pilot Study, *California Management Review*, pp. 32-56.

Badir, Y. F., Büchel, B. e Tucci, C. L., 2012, A conceptual framework of the impact of NPD project team and leader empowerment on communication and performance: An alliance case contexto, *International Journal of Project Management*, 30, pp. 914-926.

Banker, R. D., Charnes, A. e Cooper, W. W., 1984, Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis., *Management Science*, 30(9), pp. 1078-1092.

Barbalho, S. C. M. e Rozenfeld, H., 2008, A reference model to promote performance development by focusing on capability improvement, *Product: Management & Development*, (6), pp. 115-125.

Barczak, G. e Kahn, K. B., 2012, Identifying new product development best practice, *Business Horizons*, 55, pp. 293–305.

Bassey, M., 2001, On Michael Bassey's Concept of the Fuzzy Generalisation, *Oxford Review of Education*, 27 ( 2), pp. 219-225.

Battram, A., 1997, Navegando na Complexidade, Instituto Piaget, Sociedade e Organizações.

Becattini, N., Borgianni, Y., Gascini, G. e Rotini, F., 2012, Model and algorithm for computer-aided inventive problem analysis, *Computer-Aided Design*, 44, pp. 961-986.

Berdanosov, V. e Redkolis, E., 2011, TRIZ - Fractality of mathematics, *Procedia Engineering*, 9, pp. 461 -472.

- Bernard, A., e Xu, Y., 2009, An integrated knowledge reference system for product development, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 58, pp. 119-122.
- Bonache, J., 1999, El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: características, críticas e defensas, *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 3, pp.123-140.
- Bonnini, S., Corain, L. e Salmaso, L., 2006, A New Statistical Procedure to Support Industrial Research into New Product Development, *Quality and Reliability Engineering International*, 22, pp.555-566.
- Bonnemaizon, A., Cova, B. e Louyot, M-C., 2006, Relationship Marketing in 2015: A Delphi Approach, *European Management Journal*, 25 (1), pp. 50-59.
- Booms, F., Montalvo, C., Quist, J. e Wagner, M., 2013, Sustainable innovation, business models and economic performance: an overview, *Journal of Cleaner Production*, 45, pp.1-8.
- Borgatti, S. P. e Everet, M. G., 2002, Ucinet for windows: Software for Social Network Analysis, Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Botten, N. e McManus, J., 1999, Competitive Strategies for Service Organizations, First Edition, MacMillan Press Ltd.
- Bowles, J. B. e Pelaez, C. E., 1995, Fuzzy logic prioritization of failures in a system failure mode, effects and criticality analysis, *Reliability Engineering & System Safety*, 50, pp. 203-213.
- Bradd, S., 2008, Complex system design technique, *International Journal of Production Research*, 46 (21), pp. 5979-6008.
- Brentani U. e Reid S., 2012, The Fuzzy Front-End of Discontinuous Innovation: Insights for Research and Management, *Journal of product innovation Management*, 29 (1), pp. 70-87.
- Brettel, M. F., Engelen, H. A. e Neubauer, S., 2011, Cross-Functional Integration of R&D, Marketing, and Manufacturing in Radical and Incremental Product Innovations and Its Effects on Project Effectiveness and Efficiency, *Journal of Product Innovation*, 28, pp: 251-269.
- Bullinger, H-J., Warschat, J. e Fischer, D., 2000, Rapid product development – an overview, *Computers in Industry*, 42, pp. 99-108.
- Cabrita<sup>a</sup>, C. P., 2009, Bases Probabilísticas e Estatísticas da Filosofia Six Sigma, *Revista Kéramica n° 296, Associação Portuguesa da Indústria da Cerâmica*, Maio-Junho de 2009, pp. 16-28.
- Cabrita<sup>b</sup>, C. P., 2009, Contribuição para o Entendimento das Bases Probabilísticas e Estatísticas da Filosofia Seis Sigma. Caracterização da Six Sigma Business Scorecard. *Revista*

*Manutenção nº 101, Associação Portuguesa de Manutenção Industrial, Abril-Junho de 2009, pp. 1-10.*

Camarinha-Matos, L. M., Afsarmanesh, H. e Abreu, A. J., 2004, Targeting Major New Trends, In Collaborative Networked Organizations. A research agenda for emerging business models, (L.M. Camarinha-Matos e Hamideh Afsarmanesh Editors), Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-7823-4, 2004.

Camarinha-Matos, L.M. and Afsarmanesh, H., 2006. *Collaborative networks: value creation in a knowledge society*. In: K. Wang, G.L. Kova'cs, M.J. Wozny, and M. Fang, eds. Knowledge enterprise: intelligent strategies in product design, manufacturing and management, International federation for information processing (IFIP), Vol. 207. New York: Springer, pp. 26-40.

Campbell, R. I. De Beer, D. J., Barnard, L. J., Booysen, G. J., Truscott†, M., Cain, R., Burton, M. J., Gy, D. E. e Hague, R., 2007, Design evolution through customer interaction with functional prototypes, *Journal of Engineering Design*, 18 (6), pp. 617-635.

Cardoso, M. M., 2010, *Sustentabilidade e processo de inovação em uma empresa de consultoria*, trabalho de conclusão de curso com obtenção do título de engenheira de produção pela Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2010, Brasil.

Carley, K. M. e Columbus, D., 2007, ORA Organizational Risk Analyzer.

Carrillo, E. J. e Franza, R. M., 2006, Investing in product development and production capabilities: The crucial linkage between time-to-market and ramp-up time, *European Journal of Operational Research*, 171, pp. 536-556.

Carrington, P. J. e Scott, J., 2005, *Models and Methods in Social Network Analysis*, Cambridge University Press.

Carvalho, J. C., 2004, *A lógica da Logística*, Edições Sílabo, 1ª Edição, Lisboa.

Carvalho, J. E., 2005, *O que é: Produtividade*, 2ª reimpressão, da 1ª edição, Quimera Editores, pp. 17.

Carvalho, M. A., 2007, *Metodologia IDEATRIZ para a ideação de novos produtos*, Tese de Doutorado, Universidade de Santa Catarina, Engenharia da Produção, Florianópolis, Brasil.

Cattell, R. B., 1966, *Handbook of multivariate experimental psychology*, Chicago, Rand McNally.

Chan, F., Chan, H., Lau, H. e Ip, R., 2006, An AHP approach in benchmarking logistics performance of the postal industry, *Benchmarking: An International Journal*, 13 (6), pp.636-661.

- Chang, K-H. e Wenb, T-C., 2010, A novel efficient approach for DFMEA combining 2-tuple and the OWA operator, *Expert Systems with Applications*, 37, pp. 2362-2370.
- Chase, B. R. e Aquilano, N. J., 1997, Gestão da produção e das operações: perspectiva do ciclo de vida, edição portuguesa da responsabilidade de Victor Sequeira Roldão, Monitor, manuais de gestão, Lisboa, 1997.
- Charnes, A., Cooper, W. W. e Rhodes, E., 1978, Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 2, pp. 429-444.
- Chen, H-Y. e Chang, Y-M., 2009, Extraction of product form features critical to determining consumers' perceptions of product image using a numerical definition-based systematic approach, *International Journal of Industrial Ergonomics*, (39), pp. 133-145.
- Chen, J. C., Li, Y. e Shady, B. D., 2010, From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study, *International Journal of Production Research*, 48 (4), pp. 1069-1086.
- Chen, L-H. e Ko, W-C., 2010, Fuzzy linear programming models for NPD using a four-phase QFD activity process based on the means-end chain concept, *European Journal of Operational Research*, 201, pp. 619-632.
- Chen, C-H. e Lin, M-J. J., 2011, An assessment of post-M&A integration influences on new product development performance: An empirical analysis from China, Taiwan, and HK, *Asia Pacific Journal of Management*, 28 (4), pp. 807-831.
- Chen, L-H., Ko, W-C. e Tseng, C-Y., 2013, Fuzzy Approaches for Constructing House of Quality in QFD and Its Applications: A Group Decision-Making Method, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 60 (1), pp. 77-87.
- Cheng, C-M., Wu, W-F. e Yao, H-S., 2011, A systematized FMEA practice for magnet relays, Book Editor(s): Jiao, S; Jiang, ZY; Bu, JL. Conference: International Conference on Advances in Materials and Manufacturing Processes Location:Shenzhen, PEOPLES R CHINA Date: NOV 06-08, 2010, Sponsor(s): Univ Wollongong; NE Univ; Univ Sci & Technol Beijing; Hebei Polytechn Univ; Hong Kong Ind Technol Res Ctr. Source: advances in superalloys, PTS 1 and 2 Book Series: Advanced Materials Research Volume:146-147, pp. 757-769 DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.146-147.757 Published: 2011.
- Chiang, T-A., e Che, Z. H., 2010, A fuzzy robust evaluation model for selection and ranking NPD projects using Bayesian belief and weight-restricted DEA, *Expert Systems with Applications*, 37, pp. 7408-7418.
- Chin, K-S., Xu, D-L, Yang, J. B. e Lam, J. P-K, 2008, Group-based ER-AHP system for product project screening, *Expert Systems with Applications*, 35, pp. 1909-1929.

Cho, H-S. e Eppinger, S., 2005, A Simulation-Based Process Model for Managing complex design Projects, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52 (3), pp. 316-328.

Choi, T. e Doodley, K. e Rungtusanatham, M. 2001, Supply Networks and Complex Adaptive Systems; Control versus Emergence, *Journal of Operations Management*, 19, pp. 351-366.

Choi, T. e Krause, D., 2006, The supply base and its complexity: implications for transactions costs and risks, responsiveness and innovation, *Journal of Operations Management*, 24, pp. 637-652.

Choo, A. S., Linderman, K. W. e Schroeder, R. G., 2007, Method and context perspectives on learning and knowledge creation in quality management, *Journal of Operations Management*, 25, pp. 918-931.

Christopher, M., 1998, Logistics and Supply Chain Management; Strategies for Reducing Cost and Improving Service, Second Edition, Financial Times, Prentice Hall, pp 25-26; Chap.9, pp 25-33.

Chuah, M-H. e Wong, K-L., 2012, A framework for accessing an enterprise business intelligence maturity model (EBI2M): Delphi study approach, *African Journal of Business Management*, 6 (23), pp. 6880-6889.

Clausewitz, K. Von, 1832, Da Guerra, tradução portuguesa do original de *Vom Criege*, Publicações Europa-América. ISBN: 978-972-1-04352-7, 2º edição: Outubro de 1997.

Cooper, R. G., 2008, Perspective: The Stage-Gates Idea-to-Launch Process—Update, What’s New, and NexGen Systems, *J Prod Innov Management*, 25, pp. 213-232.

Costa, M. F., 2006, Proposta de um Modelo para o Desenvolvimento de Novos Produtos, dissertação submetida à Universidade federal de Pernambuco (UFPE) para a obtenção do grau de Mestre, Recife, Brasil, Março de 2006.

Cousins, J. B., 2013, When does a conceptual framework become a theory? Reflections from an accidental theorist, *Evaluation and Program Planning*, 38, pp. 67-70.

Cotta, A., 1973, Dicionário da Economia, 2ª Edição, Publicações Dom Quixote, Lisboa.

Cranfield University, School of Management, 2003, Department for Transport, “Creating Resilient Supply Chains: a Practical Guide”. (*Centre for Logistics and Supply Chain Management; Prof. Martin Christopher, Director of the Center*) ISBN 1861941021; United Kingdom, <http://www.cranfield.ac.uk/som/scr> (18/04/2013).

Creveling, C. M., Slutsky J. L. e Antis D. Jr., 2003, Design for Six Sigma - In Technology and Product Development, Prentice Hal PTR.

- Cruz, M. R. P., Ferreira, J. J. e Azevedo, S. G., 2013, Key factors of seaport competitiveness based on the stakeholder perspective: An Analytic Hierarchy Process (AHP) model, *Maritime Economics & Logistics*, 15, pp. 416-443.
- Cuhls, K., 2003, The Delphi Method, in: Foresight Methodologies, Seminar Paper Prague 2003, UNIDO, Wien 2003 Cuhls, Kerstin: Delphi and Survey Techniques, Seminar Workbook, Ankara, December 2003.
- Cuhls, K., 2004, The Delphi Method, in: Foresight Methodologies, Seminar Paper Prague 2003, UNIDO, Wien, 2004.
- Cunha, J. F. e Gonçalves, M., 2003, *Modelos Conceptuais, Interação e Modelos Mentais*, Apresentação no contexto da Disciplina de Interação Pessoa Computador, FEUP, 2003.
- Cunha, L. M. C., 2007, *Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes*, dissertação de mestrado em probabilidades e estatística, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Dangelico, R. M., Pontrandolfo, P. e Pujari, D., 2013, Developing Sustainable New Products in the Textile and Upholstered Furniture Industries: Role of External Integrative Capabilities, *Journal Prod Innov Manag*, 30(4), pp. 642-658.
- Danilevicz, A. M. F. e Ribeiro, J. L. D., 2013, A quantitative model for innovation management in product portfolio, *Gestão da Produção, São Carlos*, 20 (1), pp. 59-75, 2013.
- De Feo, J. e Bar-El, Z., 2002, Creating strategic change more efficiently with a new design for Six Sigma process, *Journal of Change Management*, 3 (1), pp.60-80.
- De Mulder, M., 2011, *NPD Portfolio Management The Development of a Reference Model for Kalypso*, In fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science in Innovation Management, Eindhoven University of Technology.
- Dejaegher, B., Jimidar, M., De Smet, M., Cockaerts, P., Smeyers-Verbeke, J. e Heyden, Y. V., 2006, Improving method capability of a drug substance HPLC assay, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 42, pp.155-170.
- Deros, B. Y., 2006, A benchmarking implementation framework for automotive industry, *Benchmarking: An International Journal*, 13 (4), pp.396-430.
- Detanico, F. B., Teixeira, F. G. e Silva, T. K., 2010, A Biomimética como Método Criativo para o Projeto de Produto, *Design & Tecnologia*, 02, pp. 101-113.
- Devezas, T., Lepoire, D., Matias, J.C.O. e Silva, A., 2008, Energy Scenarios: toward a new energy paradigm, *Futures*, 40 (1), pp. 1-16.
- Dias, J. C. Q., 2005, *Logística Global e Macrologística*, Edições Silabo, Lisboa 2005.

Dias, J. C. Q., Calado, J. M. F., Osório, A. L. e Morgado, L. F., 2009, RFID together with multi-agent systems to control global value chains, *Annual Reviews in Control*, 33 (2), pp. 185-195.

Dias<sup>a</sup>, A. S., Abreu, A. J., Matias, J. C. e Dias, J. C. Q., 2011, Metodologias e ferramentas de suporte à concepção e desenvolvimento de novos produtos, *Proceedings of the 1st International Conference on Engineering - Innovation and development*, ICEUBI 2011, Lisbon, Portugal.

Dias<sup>b</sup>, A. S., Abreu, A. J., Matias, J. C., Dias e J. C. Q., 2011, Systematic Innovation in Engineering; TRIZ and Non-TRIZ Tools, *Proceedings of the 1st International Conference on Engineering - Innovation and development*, ICEUBI 2011, Lisbon, Portugal.

Dias<sup>a</sup>, A. S., Abreu, A. J. e Matias, J. C., 2012, A inovação como factor chave na concepção e desenvolvimento de novos produtos, VI ENCEM (Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Mecânica) promovida em Coimbra, Produção e Sustentabilidade, Março de 2012.

Dias<sup>b</sup>, J. C. Q., Azevedo, S. G., Ferreira, J. e Palma, S. F., 2012, Seaport performance comparison using data envelopment analysis: the case of Iberian container terminals, *Int. J. Business Performance Management*, 13, (3/4), pp. 426-449.

Dias, J. C. Q., 2013, *Supply Chain Management: a materialização da cadeia de valor*, Edições Colibri/Instituto Politécnico de Lisboa (IPL), Lisboa em evereiro de 2013.

Díaz, J., Pérez, J., Alarcón, P. P. e Garbajosa, J., 2011, Agile product line engineering - a systematic literature review, *Software - Practice and Experience*, 41, pp. 921-941.

Dornier, P. P., Ernest, R., Fender, M. e Kouvelis, P., 1998, *Global Operations and Logistics - Text and Cases*, John Wiley & Sons, Inc.

Doultsinou, A., Roy, R., Baxter, D., James Gao, J. e Mann, A., 2009, Developing a service knowledge reuse framework for engineering design, *Journal of Engineering Design*, 20 (4), pp. 389-411.

Doyle, J. e Green, R., 1994, Efficiency and cross-efficiency in DEA: Derivation, meanings and uses, *Journal of the Operational Research Society*, 45, pp. 567-578.

Dubois, A. e Gadde, L-E., 2002, Systematic combining: an abductive approach to case research, *Journal of Business Research*, pp. 553- 560.

Dubois, A. e Gibbert, M., 2010, From complexity to transparency: managing the interplay between theory, method and empirical phenomena in IMM case studies, *Industrial Marketing Management*, 39, pp. 129-136.

Durmusoglu, S. S., Calantone, R. J. e McNally, R. C., 2013, Ordered to Innovate: A Longitudinal Examination of the Early Periods of a New Product Development Process

- Implementation in a Manufacturing Firm, *Journal of Product Innovation Management*, 30 (4), pp. 712-731.
- Easton, G., 2010, Critical realism in case study research, *Industrial Marketing Management*, 39 (1), pp. 118-128.
- Ebrahim, N. A., Ahmed, S. e Taha, T., 2009, A Conceptual Model of Virtual Product Development Process, *Proceedings of the 2nd Seminar on Engineering and Information Technology 8th - 9th July 2009, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia*.
- Eco, U., 1997, Como se faz uma Tese em Ciências Humanas, Editorial Presença, Lisboa, 7ª edição de 1998.
- Eisenhardt, K. M., 1989, Building Theories from Case Study Research, *Academy of Management Review*, 1989, vol.14, pp. 532-550.
- Eisenhardt, K. M. e Graebner M. E., 2007, Theory building from cases: opportunities and challenges, *Academy of Management Journal* 50 (1), pp. 25-32.
- Eliat, H., Golany, B. e Shtub, A., 2008, R&D project evaluation: An integrated DEA and balanced scorecard approach, *Omega*, 36(5), pp. 895-912.
- Eling, K, Langerak, F e Griffin, A., 2013, A Stage-Wise Approach to Exploring Performance Effects of Cycle Time Reduction, *Journal of Product Innovation Management*, 30 (4), pp. 626-641.
- Engelen, A., Brettel, M. e Wiest, G., 2012, Cross-functional Integration and New Product Performance – The Impact of National and Corporate Culture, *Journal of International Management*, 18, pp. 52-65.
- Estrada, I., Martín-Cruz, N., e Pérez-Santana, P., 2013, Multi-partner alliance teams for product innovation: The role of human resource management fit, *Innovation: Management, policy & practice*, 15(2), pp. 161-169.
- Fabbe-Costes, N. e Colin, J., 1994, Formulating Logistics Strategy, em obra colectiva editada por Waters, D., *Global Logistics and Distribution Planning: Strategies for Management*, 3ª edição, 1999, Kogan Page, pp. 63 -84.
- Fain<sup>a</sup>, N., Moes, N. e Duhovnik, J., 2010, The Role of the User and the Society in New Product Development, *Strojniški vestnik/ Journal of Mechanical Engineering*, 56, 7-8, pp. 513-522.
- Fain<sup>b</sup>, N., Kline, M., Vukasinovic, N. e Duhovnik, J., 2010, The Impact of Management on Creativity and Knowledge Transfer in an Academic Virtual Enterprise, *Tehnicki Vjesnik-Technical Gazette*, 17 (3), pp. 347-351.

- Feng, B., Ma, J. e Fan, Z-P., 2011, An integrated method for collaborative R&D project selection: Supporting innovative research teams, *Expert Systems with Applications*, 38, pp. 5532-5543.
- Fernandes, E. M. e Maia, A. 2001, Grounded Theory. In Fernandes, E.M. & Almeida, L. (Eds.). *Métodos e Técnicas de Avaliação: Contributos para a prática e investigação psicológicas*, pp.49-76. Braga: CEEP.
- Filho, K. E. e Milioni, A. Z., 2004, Um método para estimativas de metas DEA, *Revista Produção*, 14 (2), pp. 70-81.
- Fitzsimmons, J. A. e Fitzsimmons, M., 2000, Administração de Serviços: operações, estratégia e tecnologia de informação, Tradução de Gustavo Severo de Borba et. al. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- Fonseca, J. M., 2001, «O Nome das Coisas», em obra colectiva editada por CUNHA, M. P., FONSECA, J. M., GONÇALVES, F., *Empresas, Caos e Complexidade: Gerindo à Beira de um Ataque de Nervos*, Edição n.º 1, Editora RH, Lisboa, pp. 243-248.
- Freire, A., 1997, *Estratégia: Sucesso em Portugal*, Lisboa/S. Paulo, Editorial Verbo.
- Fresner, J., Jantschgi, J., Birkel, S., Bärnthaler, J. e Krenn, 2010, The theory of inventive problem solving (TRIZ) as option generation tool within cleaner production projects, *Journal of Cleaner Production* 18, pp.128-136.
- Garcia, E. A., 2001, Cognição Organizacional e Ciência da Complexidade, em obra colectiva editada por Cunha, Fonseca e Gonçalves, *Empresas, Caos e Complexidade: Gerindo à Beira de um Ataque de Nervos*, Edição n.º 1, Editora RH, Lisboa, pp. 35-56.
- Geyskens, I., Steenkamp, Jan-Benedict E. M. e Kumar. N., 2006, Make, Buy, or Ally: A Transaction Cost Theory Meta-Analysis, *Academy of Management Journal*, 49 (3), pp. 519-543.
- Ghinato, P., 1998, Quality control methods: Towards modern approaches through well established principles, *Total Quality Management*, 9 (6), pp. 463 - 477.
- Gijo, E. V., Scaria, J. e Jiju A. J., 2011, Application of Six Sigma Methodology to Reduce Defects of a Grinding Process, *Quality and Reliability Engineering International*, 27, pp. 1221-1234.
- Glaser, B. G., e Strauss, A., 1967, *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*, Chicago: Aldine.
- Gleick, J., 1989, *CAOS: a Construção de uma Nova Ciência*, Gradiva, 1ª Edição, Lisboa, 1989.
- Gnyawali, D. R. e Park, B-J., 2011, Co-opetition between giants: Collaboration with competitors for technological innovation, *Research Policy*, 40, pp. 650-663.

- Gomes, P., Seco, N., Pereira, F. C., Paiva, P., Carreiro, P., Ferreira, J. L., Bento, C., 2006, Knowledge-Based Systems, 19, pp. 480 - 488.
- Gonçalves-Coelho, A. M. e Mourão, A. J. F., 2007, Axiomatic design as support for decision-making in a design for manufacturing context: a case study, *International Journal of Production Economics*, 109, pp. 81-89.
- Graça, V. A. C., Kowaltowski, D. C. C. K. e Petreche, J. R. D., 2007, O uso de metodologia de projeto axiomático para a integração de aspectos de conforto ambiental no desenvolvimento de projetos para a tipologia escolar no Estado de São Paulo, IX Encontro Nacional e V Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, Ouro Preto de 8 a 10 de Agosto de 2007, Brasil, pp. 845-855.
- Guedes, F. C., 1999, Economia e Complexidade, Edições Globo, distribuição da Livraria Almedina, Coimbra, Dezembro de 1999.
- Guest, G., Bouce A. e Jonhson, L., 2006, How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. *Field Methods*, 18, pp. 59-82.
- Gupta, P., 2004, Six Sigma Business Scorecard. Ensuring Performance for Profit, McGraw-Hill, New York, 2004.
- Hagen, M. e Park, 2013, Ambiguity Acceptance as a Function of Project Management: A New Critical Success Factor, *Project Management Journal*, 44 (2), pp. 52-66.
- Hamel, G. e Prahalad, C. K., 1995, Os *Caminhos da Previsão*, Executive Digest, 7, Maio de 1995.
- Hanic, P., 2005, *Increasing the Economic Impact of Six Sigma with TRIZ*, SPE Polyolefins 2005 Conference, February 27 - March 2, 2005, Wyndham Greenspoint Hotel, 124000, Greenspoint Drive, Houston, Texas.
- Harmancioglu, N., McNally, R. C., Calantone, R. J. e Durmusoglu, S. S., 2007, Your new product development (NPD) is only as good as your process: an exploratory analysis of new NPD process design and implementation, *R&D Management*, 37, 5, pp. 339-424.
- Hatchuel, A. e Weil, B., 2003, *A new approach of innovative design: an introduction to C-K theory*. In: Proceedings of the international conference on engineering design (ICED'03), Stockholm, Sweden, pp. 109-124
- Hatchuel, A. e Weil, B., 2009, C-K design theory: an advanced formulation, *Res Eng Design*, 19, pp. 181-192.
- Hatchuel, A., Pascal-Masson, P., e Weil, B., 2011, Teaching innovative design reasoning: How concept-knowledge theory can help overcome fixation effects, *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis & Manufacturing*, 25, pp 77-92.

- Hempel, C.G., 1966, *Philosophy of Natural Science*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ.
- Hiller, F. S. e Lieberman, G. J., 1995, *Introduction to Operation Research*, McGraw-Hill, Inc.
- Hoaglin, D., Mosteller, F. e Tukey, J., 1985, *Exploring Data Tables, Trends and Shapes*, John Wiley and Sons.
- Holweg, M., 2003, The Three-day Car Challenge: Investigating the Inhibitors of responsive Order Fulfilment in New Vehicle Supply Systems, *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 6 (3), pp. 165-183.
- Howell, J. M., Shea, C. A. e Higgins, C. A., 2005, Champions of product innovations: defining, developing, and validating a measure of champion behaviour, *Journal of Business Venturing*, 20 (5), pp. 641-646.
- Hsieh, H. T. e Chen, J. L., 2010, Using TRIZ methods in friction stir welding design, *International Journal of Advanced Manufacturing Technologies*, 46, pp. 1085-1102.
- Hsu, C.-C., e Stanford, B. A., 2007, The Delphi technique: Making sense of consensus, *Practical Assesment, Research & Evaluation*, 12(10), pp.1-8.
- Huang, T-T., Le Chen, e Stewart, E. A., 2010, The moderating effect of knowledge sharing on the relationship between manufacturing activities and business performance, *Knowledge Management Research & Practice*, 8, pp. 285-306.
- Hunt, S. D., 1983, *Marketing Theory*, Homewood, IL: Irwin.
- Iamratanakul, S., Patanakul, P. e Milosevic, D., 2008, Innovation and factors affecting the success of NPD projects: Literature explorations and descriptions, *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 3 (3), pp. 176-189.
- Jacobs, M., Droge, C., Vickery, S. K. e Calantone, R., 2010, Product and Process Modularity's Effects on Manufacturing Agility and Firm Growth Performance, *Journal of Product Innovation Management*, 28, pp. 123-137.
- Jang, S., Yoon, Y., Lee, I. e Kim, J., 2009, Design-Oriented New Product Development, *Research-Technology Management*, 52, 2, pp. 36-46.
- Javier, T-R., Gutierrez-Gutierrez, L., Ruiz-Moreno, A., 2014, The relationship between exploration and exploitation strategies, manufacturing flexibility and organizational learning: An empirical comparison between Non-ISO and ISO certified firms, *European Journal of Operational Research*, 232, pp. 72-86.
- Jayaram, J., 2008, Supplier involvement in new product development projects: dimensionality and contingency effects, *International Journal of Production Research*, 46 (13), pp. 3717-3735.

- Jayaram, J. e Malhotra, M., 2010, The Differential and Contingent Impact of Concurrency on New Product Development Project Performance: A Holistic Examination, *Decision Sciences*, 41 (1), pp. 147-196.
- Jayaram, J. e Pathak, S., 2013, A holistic view of knowledge integration in collaborative supply chains, *International Journal of Production Research*, 51 (7), pp. 1958-1972.
- Johnson, J. e Henderson, A., 2002, Conceptual Models, *Interactions*, (acedido a 19 de Agosto de 2013, em <http://metalab.uniten.edu.my/~rozita/cisb213/notes/articles/conceptual-model-what-2-design.pdf>).
- Jou, Y. T., Chen, C. H., Hwang, C. H., Lin, W. T. e Huang, S. J., 2010, A study on the improvements of new product development procedure performance - an application of design for Six Sigma in a semi-conductor equipment manufacturer, *International Journal of Production Research*, 48 (19), 1, pp. 2010, 5573-5591.
- Kang, N., Kim, J. e Park, Y., 2007, Integration of marketing domain and R&D domain in NPD design process, *Industrial Management & Data Systems*, 107 ( 5-6), pp. 780-801.
- Kahn, B. K., Barczak, G., Nicholas, J., Ledwith, A. e Perks, H., 2012, An Examination of New Product Development Best Practice, *Journal Prod Innov Management*, 29 (2), pp. 180-192.
- Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F. e Tsuji, S., 1984, Attractive quality and must-be quality. *Journal of Japanese Society for Quality Control*, 14, pp. 39-48.
- Kaplan, R. S. e Norton, D. P., 1996, Translating strategy into action: The balanced scorecard, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Karniel, A. e Reich, Y., 2009, From DSM-Based Planning to Design Process Simulation: A Review of Process Scheme Logic Verification Issues, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 56 (4), 2009, pp. 636-649.
- Kim, C. W. e Mauborgne, R., 2004, Blue Ocean Strategy, *Harvard Business Review*, October 2004, pp. 76-84.
- Kim, C. W. e Mauborgne, R., 2005, Blue Ocean Strategy: From Theory to Practice, *California Review, Management*, 47 (3), pp. 104-121.
- Kim, C., Yang, K. H., e Kim, J., 2008, A strategy for third-party logistics: A case analysis using the blue ocean strategy, *Omega*, 36, pp. 522-534.
- Kim, B. e Kim, J., 2009, Structural factors of NPD (new product development) team for manufacturability, *International Journal of Project Management*, 27, pp. 690 - 702.

- Kim, J., Kim, J., Lee, Y., Lim, W. e Moon, I., 2011, Application of TRIZ creativity intensification approach to chemical process safety, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22, pp. 1039-1043.
- Kim, D-Y., Kumar, V. e Kumar, U., 2012, Relationship between quality management practices and innovation, *Journal of Operations Management*, 30, pp. 295-315.
- Kim, N., Im, S. e Slater, S. F., 2013, Impact of Knowledge Type and Strategic Orientation on New Product Creativity and Advantage in High-Technology Firms, *Journal of Production Innovation Management*, 30 (1), pp. 136-153.
- Kitcher, P., 2013, Toward a Pragmatist Philosophy of Science, *Theoria*, 77, pp. 185-231.
- Knudsen, M. P. e Mortensen, T. B., 2011, Some immediate - but negative - effects of openness on product development performance, *Technovation*, 31, pp. 54-64.
- Ko, Y-T., Yang, C-C e Kuo, P-H., 2011, A Problem-Oriented Design Method for Product Innovation, *Concurrent Engineering-Research and Applications*, 19 (4), pp. 335-344.
- Kohonen, T., 1982, Self-organized formation of topologically correct feature maps, *Biological Cybernetics*, 43, pp. 59 - 69.
- Krause, D. R., Scannell, T. V. e Calantone, R. J., 2000, A structural analysis of the effectiveness of buying firms' strategies to improve supplier performance, *Decision Sciences*, 31 (1), pp. 33-55.
- Kušar, J., Duhovnik, J., Grum, J., e Starbek, M., 2004, How to reduce new product development time, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 20 (1), pp. 1-15.
- Kuo, T. C., Huang, S. H. e Zhang, H. C., 2001, Design for manufacture and design for 'X': concepts, applications, and perspectives, *Computers & Industrial Engineering*, 41, pp. 241-260.
- Lazega, E., 1997, Network Analysis and Qualitative Research: a Method of Contextualization, *Contex and Method in Qualitative Research*. G. Miller and R. Dingwall. London, Sage.
- Leaphart, C. L., Gonwa, T. A., Mai, M. L., Prendergast, M. B., Wadei, H. M., Tepas, J. J. e Taner, C. B., 2012, Formal quality improvement curriculum and DMAIC method results in interdisciplinary collaboration and process improvement in renal transplant patients, *Journal of Surgical Research*, 177, pp. 7-13.
- Lechner, C., Dowling, M. e Welpel, I., 2006, Firm networks and firm development: The role of the relational mix, *Journal of Business Venturing*, 21, pp. 514- 540.
- Lee, C. L. e Tang, G. R., 2000, Tolerance design for products with correlated characteristics, *Mechanism and Machine Theory*, 35, pp. 1675 - 1687.

- Lee, P. M., 2002, Sustaining business excellence through a framework of best practices in TQM, *The TQM Magazine*, 14 (3), pp.142-149.
- Lee, A., Kang, H-I., Yang, C. Y. e Yu, C. L., 2010, An evaluation framework for product planning using FANP, QFD and multi-choice goal programming, *International Journal of Production Research*, 48 (13), pp. 3977-3997.
- Lee, A. H. I. e Lin, C-Y., 2011, An integrated fuzzy QFD framework for new product development, *Flex Serv Manufacturing Journal*, 23, pp. 26-47.
- Lee, S. M., Olson, S. M. e Trimi, S, 2012, Co-innovation: convergenomics, collaboration, and co-creation for organizational values, *Management Decision*, 50 (5), pp. 817 - 831.
- Lee, Y-H. e Wang, K. J., 2012, Performance impact of new product development processes for distinct scenarios under different supplier-manufacturer relationships, *Mathematics and Computers in Simulation*, 82, pp. 2096-2108.
- Letens, G., Farris, J. A. e Van Aken, E. M., 2011, A Multilevel Framework for Lean Product Development System Design, *Engineering Management Journal*, 23 (1), pp. 69-85.
- Li Y., Wang J., Li, X. e Zhao, W., 2007, Design creativity in product innovation, *International Journal of Advanced Manufacturing Technologies*, 33(3-4), pp. 213-222.
- Li, M-H. C., Al-Refaie, A. e Yang, C-Y., 2008, DMAIC Approach to Improve the Capability of SMT Solder Printing Process, *IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing*, 31(2), pp. 126-133.
- Li<sup>a</sup>, J. Y., Chen, X. B. e Zhang, W. J., 2011, Axiomatic-Design-Theory-Based Approach to Modeling Linear High Order System Dynamics, *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 16, (2), pp. 341-350.
- Li<sup>b</sup>, Y-L., Huang, M., Chin, K-S., Luo, X-G. e Han, S., 2011, Integrating preference analysis and balanced scorecard to product planning house of quality, *Computers & Industrial Engineering*, 60, pp. 256-268.
- Li<sup>c</sup>, Y-L., Tang, J-F., Chin, K-S., Han, Y. e Luo, X-G., 2012, A rough set approach for estimating correlation measures in quality function deployment, *Information Sciences*, 189, pp. 126-142.
- Li<sup>d</sup>, Y-L., Chin, K-S. e Luo, X-G., 2012, Determining the final priority ratings of customer requirements in product planning by MDBM and BSC, *Expert Systems with Applications*, 39, pp. 1243-1255.
- Li, W. e Moon, Y. B., 2012, Modeling and managing engineering changes in a complex product development process, *Int J Adv Manuf Technol*, 63, pp. 863-874.

- Lin, J., Chai, K. H., Wong, W. S., e Brombacher, A. C., 2008, A dynamic model for managing overlapped iterative product development, *European Journal of Operational Research*, 185, 1 (16), pp. 378-392.
- Lin, S-C., Chen, L-S. e Hsu, C-C., 2011, An innovative approach for RFID product functions development, *Expert Systems with Applications*, 38, pp. 15523-15533.
- Lin, S. e Chen, S-F., 2012, Innovation attributes and pedagogical quality: a concretization of joint theories on course management systems acceptance, *Innovation Attributes and Pedagogical Quality*, 47, pp. 2309-2317.
- Lin, J., Qian, Y. e Cui, W., 2012, Managing the Concurrent Execution of Dependent Product Development Stages, *IEEE transactions on Engineering Management*, 59 (1) pp.:104 -114.
- Linderman, K., Schroeder, R. G., Zaheer, S. e Adrian, S. C., 2003, Six Sigma: a goal-theoretic perspective, *Journal of Operations Management*, 3 (21), pp. 193-203.
- Linderman, K., Schroeder, R. G. e Choo, A. S., 2006, Six Sigma: The role of goals in improvement teams, *Journal of Operations Management*, 24, pp. 779-790.
- Lindgren, L. M. e O'Connor, C. G., 2011, The Role of Future-Market Focus in the Early Stages of NPD across Varying Levels of Innovativeness, *Journal of Product Innovation Management*, 28 (5), pp. 787-800.
- Lindic, J., Bavdaz, M., e Kovacic, H., 2012, Higher growth through the Blue Ocean strategy: implications for economic policy, *Research Policy*, 41, pp. 928-938.
- Lindoe, P. H., Engen, O. A. e Olsen, O. E., 2008, Conflicting goals and regulators roles, *Risk, Reliability and Societal Safety*, VOLS 1-3 Lindoe, P H, 2007 pp.585 -591.
- Linstone, H. A. e Turoff, M., 2002, *The Delphi Method Techniques and Applications*, Edition from authors, 2002.
- Liu, H-C., Liu, L. e Liu, N., 2013, Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review, *Expert Systems with Applications*, 40, pp. 828-838.
- Lisboa, J. V. e Gomes, C. F., 2006, *Gestão de Operações*, Editor Vida Económica, Porto.
- López-Mielgo, N., Montes-Peón, e Vázquez-Ordás, J. M., 2009, Are quality and innovation management conflicting activities?, *Technovation*, 29 (8), pp. 537-545.
- Louçã, F., 2001, Co-evolução em Sistemas Sociais: A Emergência de Novos Conceitos sobre Tecnologia e Complexidade, em obra colectiva editada por Cunha, Fonseca e Gonçalves, *Empresas, Caos e Complexidade: Gerindo à Beira de um Ataque de Nervos*, Edição n.º 1, Editora RH, Lisboa, pp. 3-8.

- Lukas, B. A., Menon, A. e Bell, S. J., 2002, Organizing for new product development speed and the implications for organizational stress, *Industrial Marketing Management*, 31, pp.349 - 355.
- McCarter, M. e Northcraft G. B., 2007, Happy together? Insights and implications of viewing managed supply chains as a social dilemma. *Journal of Operations Management*, (25), pp. 498-511.
- Manual de Oslo, 2005, *Proposta de Diretrizes para Colheita e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica*, 3ª Edição do Estado do Brasil, [https://pt.wikipedia.org/wiki/Manual\\_de\\_Oslo](https://pt.wikipedia.org/wiki/Manual_de_Oslo).
- Mader, D. M., 2002, Design for Six Sigma, *Quality Progress*, July, pp. 82-86.
- Marion, J. T. e Friar, J. H., 2012, Management global outsourcing to Enhance lean innovation, *Research - Technology Management*, pp. 44-50.
- Mark, M. M. e Henry, G. T., 2004, The Mechanisms and Outcomes of Evaluation Influence, *Evaluation*, 10(1), pp. 35-57.
- Martins, J. C. M., 2003, *Introdução ao design do projecto modular: considerações funcionais, estéticas e de produção*, dissertação destinada à obtenção do grau de mestrado na faculdade de Engenharia da universidade do Porto e da Escola Superior de Arte e Design de Matosinhos.
- Marx, A. M., Paula, I. C. e Santos, R. S., 2009, *Learning Product Development Process Modeling from a Real Case*, Proceedings of the Canadian Engineering Education Association, acedido através de <http://library.queensu.ca/ojs/inde.g.php/PCEEA/article/view/3663> (em 19/8/2013).
- Mast, J. e Lokkerbol, J., 2012, An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving, *International Journal of Production Economics*, 139, pp. 604-614.
- Matias, J.C.O. e Devezas, T., 2007, Consumption dynamics of primary energy sources: The century of alternative energies, *Applied Energy*, 84, pp. 763-770.
- Mathiassen, E. S., Möller, T. e Forsman, M., 2003, Variability in mechanical exposure within and between individuals performing a highly constrained industrial work task, *Ergonomics*, 46 (8), pp. 800 - 824.
- Matini, M. R. e Knippers, J., 2008, "Application of abstract formal patterns for translating natural principles into the design of new deployable structures in architecture, 4th International Conference on Comparing Design in Nature with Science and Engineering, Fonte: design and nature iv: comparing design in nature with science and engineering Book Series: WIT Transactions on ecology and the environment, 114, pp. 147-156.

McAdam, R., Leonard, D., Henderson, J., e Hazlett, S-A., A grounded theory research approach to building and testing TQM theory in operations management, *Omega*, 36, pp. 825 - 837.

Medeiros, A. P., Seibel, S., Jorge, R. N. e Fernandes, A. A., 2010, Lean thinking and product innovation in the furniture industry, *Proceedings of the ASME International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, 8, PTS A and B , pp. 1155-1162.

Mello, J. C., Gomes, E. G., Neto, L. B. e Lins, M. P., 2004, Suavização da Fronteira DEA: o Caso BCC Tridimensional, *Investigação Operacional*, 24, pp. 89-107.

Mendes, G. H. S., 2008, O processo de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica: caracterização da gestão e proposta de modelo de referência, tese submetida para a obtenção do grau de Doutorado em engenharia da produção na Universidade Federal de São Carlos em 2008.

Mendonça, M. C. L. V. e Dias, J. C. Q., 2007, Postponement in The Logistical Systems of the New Automobiles Marketed in Portugal: The Brands And Quality, *Total Quality Management & Business Excellence*, 18 (6), pp. 681-696.

Mendonça, M. C. L. V., 2010, Seis Sigma, pela Melhoria Contínua, provas de Agregação em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade da Beira Interior, Abril de 2010.

Michell, J., 2013, Constructs, inferences, and mental measurement, *New Ideas in Psychology*, 31, pp. 13-21.

Mintzberg, H., 1979, *The Structuring of Organizations*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1979.

Mintzberg, H., 1994, *The Rise and Fall of Strategic Planning*, Prentice-Hall International, U. K., 1994.

Mitchell, G., 1991, The Delphi technique: an exposition and application, *Technology Analysis & Strategic Management*, 3 (4), pp. 333 - 358.

Moehrle, M. G., 2005, How combinations of TRIZ tools are used in companies - results of a cluster analysis, *R&D Management* 35 (3), pp. 285-296.

Molenaar, N., Keskin, D., Diehl, J. C. e Lauche, K., 2010, Innovation Process and Needs of Sustainability Driven Small Firms, *Knowledge Collaboration & Learning for Sustainable Innovation*, ERSCP-EMSU conference, Delft, The Netherlands, October 25-29, 2010.

Montagna, F., 2011, Decision-aiding tools in innovative product development contexts, *Research in Engineering Design*, 22 (2), pp. 63-86.

- Mu, J., Peng, G. e MacLachlan, D. L., 2009, Effect of risk management strategy on NPD performance, *Technovation*, 29, pp. 170-180.
- Muethel, M., Siebrat, F. e Hoegl, M., 2012, When do we really need interpersonal trust in globally dispersed new product development teams?, *R & D Management*, 42 (1), pp. 31-46.
- Nevado, P. P., 2001, "A Metodologia do Estudo de Casos: questões preliminares em Instituto Superior de Economia e Gestão - Universidade Técnica de Lisboa (Ed.), *Ensaios de Homenagem a Rogério Fernandes Ferreira*. pp. 419-435, ISEG.
- Nooy, W., Mrvar, A. e Batagelj, V., 2005, *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, Cambridge University Press.
- Nunes, J. M., 2004, *Metodologia de Desenvolvimento de Produtos Industriais*, dissertação submetida à Universidade do Minho para obtenção do grau de Doutor no Ramo de Engenharia de Produção e Sistemas na Área de Engenharia Económica, do Departamento de Gestão de Sistemas da Escola de Engenharia da Universidade do Minho.
- Oliveira, A. C. e Kaminski, P. C., 2012, A reference model to determine the degree of maturity in the product development process of industrial SMEs, *Technovation*, 32, pp. 671-680.
- Orlicky, J., 1975, *MRP: The New Way of Life in Production and Inventory Management*, McGraw-Hill, USA.
- Oslo Manual, 2005, *The Measurement of Scientific and Technological Activities; proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*, 3ª Edição, a joint publication of OECD and Eurostat.
- Osteras, T., Murthy, D. N. P. e Rausand, M., 2006, Product performance and specification in new product development, *Journal of Engineering Design*, 17 (2), pp. 177-192.
- Park, G-J., 2007, *Analytic Methods for Design Practice*, 1st Edition, Springer.
- Park, H., Ree, J. J. e Kim, K., 2013, Identification of promising patents for technology transfers using TRIZ evolution trends, *Expert Systems with Applications*, 40, pp. 736-743.
- Partovi, F. Y. e Corredoira, R. A., 2002, Quality function deployment for the good of soccer, *European Journal of Operational Research*, 137, pp. 642-656.
- Patanakul, P., Chen, J. e Lynn, G. S., 2012, Autonomous Teams and New Product Development, *Journal of Product Innovation Management*, 29 (5), p. 734-750.
- Paula, I. C., 2004, *Proposta de um modelo de referência para o desenvolvimento de produtos farmacêuticos*, tese submetida para a obtenção do grau de Doutor em engenharia da

produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Escola de Engenharia, Doutorado em engenharia da produção, Porto Alegre, 2004.

Paula, I. C. e Ribeiro, J. L. D., 2007, A Reference Model for the Pharmaceutical PDP Management - an architecture, Production Engineering Post Graduate Program - Federal University of Rio Grande do Sul, - UFRGS. Osvaldo Aranha Street, 99, Porto Alegre, RS - Brazil, pp. 765-772.

Pei, E., Campbell, I. R. e Evans, M. A., 2010, Development of a tool for building shared representations among industrial designers and engineering designers, *Codesign*, Vol. 6 (3), pp. 139-166.

Pei, E., Campbell, I. R. e Evans, M. A., 2011, A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers, *The Design Journal*, 14 (1), pp. 64-91.

Perez-Escobedo, J. L., Azzaro-Pantel, C. e Pibouleau, L., 2012, Multiobjective strategies for New Product Development in the pharmaceutical Industry, *Computers and Chemical Engineering*, 37, pp. 278- 296.

Peterson, K. J., Handfield, R. B. e Ragatz, G. L., 2003, A model of supplier integration into new product development, *Journal of Product Innovation Management*, 20, pp. 284-299.

Petty, N. J., Thomson, O. P. e Stew, G., 2012, Ready for a paradigm shift? Part 2: Introducing qualitative research methodologies and methods, *Manual Therapy*, 17, pp. 378-374.

Pin, C. S., Haron, F., Sarmady, S., Talib, A. Z. e Khader, A. T., 2011, Applying TRIZ principles in crowd management, *Safety Science*, 49, pp. 286-291.

Pires, A., 1999, Inovação e desenvolvimento de novos produtos, 1ª Edição, Edições Sílabo, Lisboa.

Pires, J. P., 2002, A arte da Guerra de Mestre Sun (Sun de Wu), Editora Frenesi.

Pollack, J. e Liberatore, M. J., 2006, Incorporating Quality Considerations Into Project Time/Cost Tradeoff Analysis and Decision Making, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 53 (4), pp. 534 -542.

Pons, D., 2008, Project Management for New Product Development, *Project Management Journal*, 39 (2), pp. 82-97.

Porter, M. E., 1985, Vantagem Competitiva (Competitive Advantage), Tradução e Revisão Técnica para a Editora Campus, Rio de Janeiro, Brasil, 12ª Edição de 1989.

Porter, M. E., 1990, The Competitive Advantage of Nations, Mc Millan Business, Edição de 1998.

- Porter, M. E., 1999, *Competição (On Competition)*, Tradução e Revisão Técnica para a Editora Campus, da *Harvard Business review Book*, Rio de Janeiro, Brasil, 2ª Edição de 1999.
- Postma, T., Broekhuizen, T. e Bosch, F., 2012, The contribution of scenario analysis to the front-end of new product Development, *Futures*, 44, pp. 642-654.
- Potter, A. e Lawson, B., 2013, Help or Hindrance? Casual Ambiguity and Supplier Involvement in New Product Development Teams, *Journal of Production and Innovation Management*, 30 (4), pp. 794-808.
- Preece, J., Rogers, Y. e Sharp, H., 2002, *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction - Mental Models Research*, John Wiley & Sons, Inc. (acesso em [http://www.id-book.com/chapter2\\_teaching.php](http://www.id-book.com/chapter2_teaching.php) a 19/08/2013).
- Qiao, Yang; Duan, QiJun e Wang, Zhan, 2009, *A View of Innovation Design Methods*, Conference: 3rd International Conference on Mechanical Engineering and Mechanics, Source: Proceedings of the Third International Conference on Mechanical Engineering and Mechanics, VOLS 1 e 2, pp. 1991-1994.
- Raehse, W., 2012, Compressed Development and Implementation of Innovations, *Chemie Ingenieur Technik*, 84 (5), pp. 588-596.
- Rajeshkumar B. C. e Rameshbabu T., 2006, Evaluation of logistics related policies between two different levels of the supply chain network -a case study, *Annals of Operations Research*, 143 (1) pp. 77 -89.
- Ramasamy, N. R. e Selladurai, V., 2004, Fuzzy logic approach to prioritise engineering characteristics in quality function deployment (FL-QFD), *International Journal of Quality and Reliability Management*, 21(9), pp. 1012-1023.
- Reddi, R. K. e Moon, Y. B., 2012, Simulation of new product development and engineering changes, *Industrial Management & Data Systems*, 112 (4), pp. 520-540.
- Reis, E., 1997, *Estatística multivariada aplicada*, Edições Sílabo, Lisboa.
- Reniers G. L. L., Cremer, K. e Buytaert, J., 2011, Continuously and simultaneously optimizing an organization's safety and security culture and climate: the Improvement Diamond for Excellence Achievement and Leadership in Safety & Security (IDEAL S&S) model, *Journal of Cleaner Production*, 19, pp.1239 - 1249.
- Rhee, Van Der, B., Verna, R. e Plaschka G., 2009, Understanding trade-offs in the supplier selection process: The role of flexibility, delivery, and value-added services/support, *International Journal of Production Economics*, 120, pp. 30-41.
- Rhee, L., 2013, Process engineering in circular economy, *Particuology*, 11 (2), pp. 119-133.

Ribeiro, J. L. D. e Caten, C. S. C., 2000, *Projecto de Experimentos*, Direitos em língua portuguesa para o Brasil adquiridos por Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção.

Ribeiro, L. e Cabral, J., 2006, A benchmarking methodology for metal casting industry, *Benchmarking: An International Journal*, 13 (1/2), pp. 23-35.

Ries, A. e Trout, J., 1986, *Marketing em tempo de guerra*, McGraw-Hill Inc, edição brasileira da Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil, colecção eficácia empresarial, 1989.

Rihar, L., Kušar, J., Duhovnik e Starbek, M., 2010, Teamwork as a Precondition for Simultaneous Product Realization, *Concurrent Engineering: Research and Applications*, 19 (4), pp. 261-273.

Rijamampianina, R. e Carmichael, T., 2005, A Framework for Effective Cross-cultural Competition between Organisations, *Problems and Perspectives in Management*, 4, pp. 92 - 103.

Roberts, F. S., 1976, *Discrete Mathematical Models*, Prentice-Hall.

Robertson, P. L., Casali, G. L. e Jacobson, D., 2012, Managing open incremental process innovation: Absorptive Capacity and distributed learning, *Research Policy*, 41, pp. 822- 832.

Robles, G. C., Negny, S. e Le Lann, J. M., 2009, Case-based reasoning and TRIZ: A coupling for innovative conception in Chemical Engineering, *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 48 (1), pp. 239-249.

Romero, D. e Molina, A., 2011, Collaborative networked organisations and customer communities: value co-creation and co-innovation in the networking era, *Production Planning & Control*, 22, (5-6), pp. 447-472.

Rout, B. K. e Mittal, R. K., 2006, Tolerance design of robot parameters using Taguchi method, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 20, pp. 1832-1852.

Roy, R. K., 2001, *Design of Experiments Using the Taguchi Approach: 16 Steps to Product and Process Improvement*, Edições J. Willey & Sons Inc.

Saaty, T. L., 1980, *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, N. York, USA.

Sá, V., 1996, *Os Senhores da Guerra*, Bertrand Editora, 1997.

Sahoo, A. K., Tiwarib, M. K. e Milehamc, A. R., 2008, Six Sigma based approach to optimize radial forging operation variables, *Journal of materials processing technology*, 202, pp. 125-136.

Salcedo-Sanz, s., Pérez-Bellido, A. M., Ortiz-García, E. G., Portilla-Figueras, J.A. e Jiménez-Fernández, S., 2012, A hybrid evolutionary programming approach for optimal worst case tolerance design of magnetic devices, *Applied Soft Computing*, (12), pp. 2425-2434.

- Salvador, F. e Villena, V. H., 2013, Supplier integration and npd outcomes: conditional moderation effects of modular design competence, *Journal of Supply Chain Management*, 49 (1), pp. 87-113.
- Sankar, N. R. e Prabhu, B. S., 2001, Modified approach for prioritization of failures in a system failure mode and effects analysis, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 18, pp. 324-336.
- Santos, A. C., 2008, Modelo de referência para o desenvolvimento de produtos em ambiente de SCM, tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Mecânica, Florianópolis, em 14 de Abril de 2008, Brasil.
- Santos, D., 2009, Beyond Six Sigma - A Control Chart for Tracking Defects per Billion Opportunities (dpbo), *International Journal of industrial Engineering-theory Applications and Practice*, 16, Special Issue: SI(3), pp. 227-233.
- Schank, R., 1982, Dynamic Memory: A Theory of Learning in Computers and People, Cambridge University Press, 1982.
- Schmenner, R.W. e Swink, M.L., 1998, On theory in operations management, *Journal of Operations Management*, 17, pp. 97-113.
- Schmenner, R. W., Wassnhove, L., Ketokivi, M., Heyl, J. e Lusch, R. F., 2009, Too much theory, not enough understanding, *Journal of Operations Management*, 27, pp. 339-343.
- Schmidt, J. B., Sarangee, K. M. e Montoya, M. M., 2009, Exploring New Product Development Project Review Practices, *Journal of Product Innovation Management*, 26, pp. 520-535.
- Schulze, A. e Störmer, T., 2012, Lean product development - enabling management factors for waste elimination, *International Journal of Technology Management*, 57, 1 - 3. pp. 71-93.
- Senk, M. K., Metlikovič, P., Maletič, M. e Gomišček, B., 2010, Development of New Product/Process Development Procedure for SMEs, *Organizacija*, 43 (2), pp. 76-86.
- Seok, P. H. e Prakash, D., 2012, Development of a resilient cable joint for the insulation system of oil tanks, *Journal of Mechanical Science and Technology*, 26 (11), pp. 3617 - 3624.
- Shahin, A., 2008, Design for Six Sigma (DFSS): lessons learned from world-class companies, *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 4 (1), pp. 48-59.
- Sharma, A., 2005, Computer-Aided Design Collaborative product innovation: integrating elements of CPI via PLM framework, *Computer-Aided Design*, 37 (13), pp. 1425-1434.
- Sharma, M. J. e Yu, S. J., 2008, Performance based stratification and clustering for benchmarking of container terminals, *Expert Systems with Applications*, 36 (3), pp. 5016-502.

Shéu, D. D. e Lee, H-H, 2011, A proposed process for systematic innovation, *International Journal of Production Research*, 49 (3), pp. 847-868.

Shidpour, H., Shahrokhi, M. e Bernard, A., 2013, A multi-objective programming approach, integrated into the TOPSIS method, in order to optimize product design; in three-dimensional concurrent engineering, *Computers & Industrial Engineering*, 64 (4), pp. 875-885.

Silva, C. F. F., 2005, A utilização do conhecimento do balanced scorecard em Portugal, em obra colectiva editada por CEGE (Centro de Estudos de Gestão do Instituto Superior de Economia e Gestão - ISEG), *Prémio Professor Rogério Fernandes Ferreira*, Edição 2003-2005, Lisboa, pp. 125 - 163.

Silva, L. C. A., Corrêa, F. C., Abreu, P. S., Neto, G. G. D. e Dedini, F. G., 2010, Aplicação da metodologia de projeto axiomático em sistemas de controlo, Nono Simpósio de Mecânica Computacional, 26 a 28 de Maio de 2010, Universidade Federal de São João Del-Rei - MG, Associação Brasileira de Métodos Computacionais em Engenharia.

Silverman, 1993, *Interpreting Qualitative Data*, SAGE Publications.

Singh, P., K., Jain, S. C. e Jain, P. K., 2005, Advanced optimal tolerance design of mechanical assemblies with interrelated dimension chains and process precision limits, *Computers in Industry*, 56, pp. 179-194.

Sivakumar, K., Balamurugan, C. e Ramabalan, S., 2011, Simultaneous optimal selection of design and manufacturing tolerances with alternative manufacturing process selection, *Computer-Aided Design*, (4), pp. 207-218.

Smith, P. G. e Reinertsen, D. G., 1998, *Developing Products in Half the Time: New Rules, New Tools*, JohnWiley & Sons Inc., New York.

Soderborg, N. R., 2004, Design for Six Sigma at Ford, *Six Sigma Forum Magazine*, 4 (1), pp.15-22.

Srinivasan, R. e Kraslawski, A., 2006, Application of the TRIZ creativity enhancement approach to design of inherently safer chemical processes, *Chemical Engineering and Processing*, 45, pp. 507-514.

Stacey, R. D., 1995, *A Fronteira do Caos*, Edição de 1995, Bertrand Editora.

Stacey, R. D., 2001, Excitação e Tensão na Orla do Caos, em obra colectiva editada por eles mesmos, *Empresas, Caos e Complexidade: Gerindo à Beira de um Ataque de Nervos*, Edição n.º 1, Editora RH, Lisboa, pp. 87 - 106.

Strategor, 1993, *Política Global da Empresa*, Publicações D. Quixote, 2ªedição.

- Strauss, A. e Corbin, J., 1998, *Basic of Qualitative Research*, 2ª ed. (1ª ed., 1990), London, Sage.
- Stratton, R. e Warburton, R. D. H., 2006, Managing the trade-off implications of global supply, *International Journal of Production Economics*, 103, pp. 667-679.
- Stuart, I, McCutcheon, D., Handfield, R., McLachlin, R e Samson, D., 2002, Effective case research in operations, management: a process perspective, *Journal of Operations Management* 20, pp. 419-433.
- Su, C-T. e Chou C-J., 2008, Systematic methodology for the creation of Six Sigma projects: A case study of semiconductor foundry, *Expert Systems with Applications*, 34, pp. 2693-2703.
- Suarez, T. M., 2009, Desenvolvimento de um modelo customizado de PDP para uma empresa mista de produtos e serviços, Porto Alegre, 2009, Brasil (acedido em 19/8/2013, através de: <http://hdl.handle.net/10183/17564>).
- Suh, N. P., 1998, Axiomatic design theory for systems, *Res. Eng. Design*, 10, pp: 189-209.
- Sun, H. e Zhao, Y., 2010, The empirical relationship between quality management and the speed of new product development, *Total Quality Management*, 21 (4), pp. 351-361.
- Surgo, D. F., 2004, Desenvolvimento de uma ferramenta computacional para avaliação da eficiência técnica baseada em DEA, Dissertação de Mestrado em Ciências Matemáticas e Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- Sutton, R. I., 1997, The Virtues of Closet Qualitative Research, *Organization Science*, vol. 8, pg. 97-106.
- Swink, M., Talluri, S. e Pandejpong, T., 2006, Faster, better, cheaper: A study of NPD project efficiency and performance trade-off, *Journal of Operations Management*, 24, pp. 542-562.
- Taguchi, G., 1986, *Introduction to Quality Engineering*, UNIPUB/Kraus International, White Plains, NY.
- Taha, H. A., 1997, *Operation Research an introduction*, Prentice-Hall International, Inc.
- Tarley, C. R. T., Silveira, G., Santos, W. N. L., Matos, G. D., Silva, E. G. P., Bezerra, M. A., Miro, M. e Ferreira, S. L. C., 2009, Chemometric tools in electroanalytical chemistry: Methods for optimization based on factorial design and response surface methodology, *Microchemical Journal*, 92, pp. 58-67.
- Tennant, G., 2002, *Design for Six Sigma*, Gower Publishing Ltd.
- Terninko, J., Miller, J. e MacGran, E., 2003, *Jornal TRIZ*, <http://www.triz-journal.com/archives/1999/05/e/inde.g.htm> (consultado em 21/01/2013).

- Thia, C. W., Chai, K-H., Baully, J. e Xin, Y., 2005, An exploratory study of the use of quality tools and techniques in product development, *The TQM Magazine*, 17 (5), pp. 406-424.
- Thomas, J. D., Lee, T. e Shu, N. P., 2004, A Function-Based Framework for Understanding Biological Systems, *Annual Review Biophys. Biomol. Struct.*, 33, pp. 75-93.
- Thuan, T. e Xuan, 1998, O Caos e a Harmonia: a Fabricação do Real, Editores Terramar, Lisboa, 1999.
- Tidd, J., Bessant, J. e Pavitt, K., 2003, Gestão da Inovação, Monitor, 1ª Edição, 2003.
- Tiwari, R., Buse, S. e Hersatt, C., 2007, Innovation via Global Route: Proposing a Reference Model for Chances and Challenges of Global Innovation Processes, “Proceedings of the Second International Conference on Globally Distributed Work” held by Indian Institute of Management, July 25-27, Bangalore, pp. 451-465.
- Treichler, D., Carmichael, R., Kusmanoff, A., Lewis, J. e Berthiez, G., 2002, Design for Six Sigma: 15 lessons learned, *Quality Progress*, 35 (1), pp. 33-42.
- Trappey, A. J. C. e Chiang, 2008, A DEA benchmarking for project planning and management of new product development under decentralized profit-center business model, *Advanced Engineering Informatics*, 22, pp. 438-444.
- Trappey, A. J. C., Ou, J. J. R., Lin, J. Y. P. e Chen, M-Y., 2011, An eco- and inno-product design system applying integrated and intelligent QFDE and TRIZ methodology, *Journal Syst Sci Syst Eng*, 20(4), pp: 443-459.
- Traitler, H., Watzke, H. J. e Saguy, S. I., 2011, Reinventing R&D in an Open Innovation Ecosystem, *Journal of Food Science*, 76 (2), pp. 62-68.
- Tripathy, A. e Eppinger, S., 2011, Organizing Global product Development for Complex Engineerer Systems, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 58 (3), pp. 510-529.
- Unger, D. e Eppinger, S., 2011, Improving product development process design: a method for managing flows, risks and iterations, *Journal of Engineering Design*, 22 (10), pp 689-699.
- Ulrich, K. T., 1995, The role of product architecture in the manufacturing firm, *Res. Policy*, 24, pp. 419-440.
- Ulrich, K. T. e Eppinger, S. D., 2000, Product, Design and Development, 2nd Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.
- Valle, S. e Vázquez-Bustelo, D., 2009, Concurrent engineering performance: Incremental versus radical innovation, *Int. J. Production Economics*, 119, pp. 136-148.
- Waal, G. A. e Knott, P., 2010, Product development: An integrative tool and activity research framework, *Human Systems Management*, 29, pp. 253-264.

- Walter, A., 2003, Relationship-specific factors influencing supplier involvement in customer new product development, *Journal of Business Research*, 56, pp. 721- 733.
- Wang, H., 2008, A Review of Six Sigma Approach: Methodology, Implementation and Future Research, IEEE - *4TH International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, Vols 1-31 Book Series.
- Wang, F-K. e Chen, K-S., 2010, Applying Lean Six Sigma and TRIZ methodology in banking services, *Total Quality Management*, 21(3), pp. 301-315.
- Wang, Y-M., 2012, A fuzzy-normalisation-based group decision-making approach for prioritising engineering design requirements in QFD under uncertainty, *International Journal of Production Research*, 50 (23) 2012, pp. 6963-6977.
- Wang, C-H. e Chen, J-N., 2012, Using quality function deployment for collaborative product design and optimal selection of module mix, *Computers & Industrial Engineering*, 63, pp.1030-1037.
- Wang, Y. e Li-Ying, J., 2014, When does inward technology licensing facilitate firms' NPD performance? A contingency perspective, *Technovation* 34, pp. 44-53.
- Wasserman, S. e Faust, K., 1994, *Social Network Analysis - Methods and Applications*, Cambridge University press.
- Velleman, P. F. e Hoaglin, D. C., 1981, *Applications, Basics, and Computing of Exploratory Data Analysis*, Duxbury Press.
- Wellings, T., Williams, M. A., e Pitts, M., 2008, Customer perception of switch-feel in luxury sports utility vehicles, *Food Quality and Preference*, 19, pp. 737-746.
- Velten, K., 2009, *Mathematical Modeling and Simulation*, Wiley - VCH Verlag, GmbH & Co. KGaA.
- Wilson, R. e Watkins, J. J., 1990, *GRAPHS - An Introduction approach*, John Wiley & Sons, Inc.
- Virkki-Hatakka, T., Kraslawski, A., Koiranen, T. e Nyström, L., 1997, Adaptation phase in case-based reasoning system for process equipment selection, *Computers chem. Engineering*, 21, Suppl., pp. 643-648.
- Wynstra, F., Anderson, J. C., Narus, J. A. e Wouters, M., 2012, Supplier Development Responsibility and NPD Project Outcomes: The Roles of Monetary Quantification of Differences and Supporting-Detail Gathering, *Journal of Production Innovation Management*, 29, pp. 103-123.
- Womack, J. P., Jones, D. T. e Roos, D., 1990, *The Machine that Changed the World*, Harper Perennial.

Wright, J. T. C. e Giovinazzo, R. A., 2000, Delphi - uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo, *Cadernos de Pesquisa em Administração*, 1 (12), pp. 54-65.

Wu, C. C., Chen, Z. e Tang, G-R., 1998, Component tolerance design for minimum quality loss and manufacturing cost, *Computers in Industry*, 35, pp. 223-232.

Xie, S. Q., Tu, P. L. e Zhou, Z. D., 2004, Internet-based DFX for rapid and economical tool/mould making, *Int J Adv Manuf Technol*, 2, pp.: 821-829.

Xu, X., Ga, L. e Fang, S., 2008, *Product Family Architecture Evolution Based on Technology Evolution Theory of TRIZ*, fonte: 7TH World Congress on Intelligent Control and Automation, 1-23, pp. 5662-5666.

Yan, W., Chen, C-H., Huang, Y. e Mi, W., 2009, A data-mining approach for product conceptualization in a web-based architecture, *Computers in Industry*, 60, pp.21-34.

Yang, C-C., Jou, Y-T. e Yeh, T. M., 2006, An Analysis of the Utilization and Effectiveness of NPD Tools and Techniques, Proceedings of the 7<sup>th</sup> Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference 2006, 17-20 December 2006, Bangkok, Thailand, pp. 954-962.

Yang, C-C., Chen, S-H. e Shiau, J-Y., 2007, DFX and concurrent engineering model for the establishment of a new department in a university, *Int. J. Production Economics*, 107, pp. 179-189.

Yang, K. e El-Haik, S. B., 2009, *Design for Six Sigma - A Roadmap for Product Development*, Second Edition, McGraw-Hill.

Yang, C-C. e Chen, J., 2011, Accelerating preliminary eco-innovation design for products that integrates case-based reasoning and TRIZ method, *Journal of Cleaner Production*, 19, pp. 998-1006.

Yang, C-C. e Yang, J-K, 2011, An integrated model of value creation based on the refined Kano's model and the blue ocean strategy, *Total Quality Management*, 22 (9), pp. 925-940.

Yang, L-R., 2012, Implementation of project strategy to improve new product development performance, *International Journal of Project Management*, 30, pp.760-770.

Yang, C-H., Lin, H-L., e Li, H-Y., 2013, Influences of production and R&D agglomeration on productivity: Evidence from Chinese electronics firms, *China Economic Review*, 27, pp. 162-178.

Yeh, T. M., Pai, F. Y. e Yang, C. C., 2010, Performance improvement in new product development with effective tools and techniques adoption for high-tech industries, *Qual Quant*, 44, pp.131-152.

- Yin, R. K., 2011, Applications of Case Study Research, vol. 34, Sage Publications Inc., Fourth Edition, 2011.
- Yin, R. K., 2009, Case Study Research, Design and Methods, *Applied Social Research Methods Series*, vol. 5, Sage Publications Inc., Second Edition, 2009.
- Yung, J. Y., Ku, H., Kim, T. e Hong, S., 2004, DFSS Road map for manufacturing stabilization in new product development, *International Journal of Advanced Manufacturing Technologies*, 32, pp. 316-319.
- Zammori, R. e Gabbrielli, R., 2011, ANP/RPN: A Multi Criteria Evaluation of the Risk Priority Number, *Quality and Reliability Engineering International*, Published online 22 June 2011 in Wiley Online Library, pp. 1-21.
- Zhang, J., e Li, S. P., Bao, N.S., Zhang, G. J. e Gu, P. H., 2010, A robust design approach to determination of tolerances of mechanical products, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 59, pp. 195-198,
- Zheng, W. B., Men, S. Q; Qi, H., Yin, Y e Xu, J. F., 2002, *Bornite craftworks creative design system oriented data communicating model*, Conference: International Conference on Computer-Aided Design, Manufacturing, Modeling and Simulation Source: Computer-Aided Design, Manufacturing, Modeling and Simulation, PTS 1-2 Book Series: Applied Mechanics and Materials, Volume: 88-89, pp.750-754.
- Zheng Z.L. e Li J-X., 2011, *Research and Application of computer aided to the automobile outline design*, Conference: International Conference on Computer-Aided Design, Manufacturing, Modeling and Simulation, Source: Computer-Aided Design, Manufacturing, Modeling and Simulation, PTS 1-2 Book Series: Applied Mechanics and Materials Volume: 88-89, pp. 750-754.
- Zhou, K. Z. e Li, C. B., 2009, How Knowledge Affects Radical Innovation: Knowledge Base, Market Knowledge Acquisition and Internal Knowledge Sharing, *Strategic Management Journal*, 33, pp. 1090-1102.
- Zhu, J., 2003, *Quantitative models for performance evaluation and benchmarking*, Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, republicação de 2003, Spinger.
- Zolghadri, M., Amrani, A., Zouggar, S. e Girard, P., 2011, Power assessment as a high-level partner selection criterion for new product development projects, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 24 (4), pp. 312-327.



## ANEXOS



ANEXO I - Artigos Listados da *Web of Science* - Ferramentas/Metodologias de DNP.

	DFMEA	SDI	DOE	DFX	DFSS	P.Mod	Fishbone	QFD	HQO	MIKa	BSC	CBR	AHP	TRIZ	P.Criativo	P.Autor	A.Pugl	Delphi	P.Robus	P.Tolerância	A.Pareto	DEA	
DFMEA	6	0	2	2	3	3	0	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	21
SDI	0	248	41	21	12	10	0	5	3	1	1	3	5	2	0	1	8	0	4	4	2	4	375
DOE	2	41	21	12	12	5	16	21	6	4	44	3	57	18	9	2	195	34	31	10	30	67	640
DFX	2	21	12	17	1	1	0	2	0	0	1	1	1	2	0	2	0	0	5	3	0	0	71
DFSS	3	12	12	1	744	4	0	15	0	1	4	3	6	5	3	6	2	0	73	28	9	3	934
P.Modular	3	10	5	1	4	258	3	9	2	3	25	15	15	15	4	21	0	8	17	44	5	0	467
Fishbone	0	0	16	0	0	3	3	15	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	4	14	1	62
QFD	3	5	21	2	15	9	15	155	309	48	18	18	97	51	2	21	8	8	22	4	5	11	847
HQO	0	3	6	0	0	2	0	309	166	12	13	6	70	9	12	6	4	19	74	51	11	11	784
MIKano	1	1	4	0	1	3	0	48	12	25	0	6	10	28	0	1	1	0	0	0	0	2	143
BSC	0	1	44	1	4	25	0	18	13	0	13	13	72	1	4	3	4	23	15	0	1	26	281
CBR	0	3	3	1	3	15	2	18	6	6	13	125	65	18	33	14	2	23	81	44	22	21	518
AHP	0	5	57	1	6	15	0	97	70	10	72	65	102	8	15	17	2	283	30	4	30	175	1064
TRIZ	0	2	18	2	5	15	2	51	9	28	1	18	8	642	48	31	1	4	10	3	2	0	900
P.Criativo	1	0	9	0	3	4	0	2	12	0	4	33	15	48	344	7	1	9	50	12	7	2	563
P.Axiomático	0	1	2	2	6	21	0	21	6	1	3	14	17	31	7	54	1	1	29	8	5	1	231
A.Pugh	0	8	195	0	2	0	0	8	4	1	4	2	2	1	1	1	12	0	5	3	1	0	250
Delphi	0	0	34	0	0	8	0	8	19	0	23	23	283	4	9	1	0	82	15	6	2	9	526
P.Robusto	0	4	31	5	73	17	2	22	74	0	15	81	30	10	50	29	5	15	632	38	76	22	1291
P.Tolerância	0	4	10	3	28	44	4	4	51	0	0	44	4	3	12	8	3	6	38	349	50	1	666
A.Pareto	0	2	30	0	9	5	14	5	11	0	1	22	30	2	7	5	1	2	76	50	168	89	529
DEA	0	4	67	0	3	0	1	11	11	2	26	21	175	0	2	1	0	9	22	1	89	63	508
	21	375	640	71	934	467	62	847	784	143	281	518	1064	900	563	231	250	526	1291	666	529	508	11671
																							11671



## ANEXO II - Inquérito da 1ª Ronda do painel de especialistas *Delphi*

### DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS - DNP

\*Obrigatório

#### 1 - Ambiente Sistémico e Estratégico de DNP

Trata-se de um nível empresarial macro, o mais elevado e abrangente da decisão estratégica que pode influenciar o processo de concepção e o desenvolvimento de novos produtos. Engloba a interface entre a empresa que promove o Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP) e toda a envolvente externa, no que concerne aos seguintes aspectos: • Estratégia e Inovação (BOS - Radical e/ou ROS - Gradual); • Incerteza, Análise de Risco e Avaliação de Trade-offs; • Mercado e *Marketing* (“voz do cliente”); • Análise da Concorrência: *Benchmarking*; • Política de Globalização. Neste contexto, qual o nível de relevância que atribui em avaliar se uma empresa que promove DNP:

**Aborda as questões da inovação, no que concerne ao DNP, de forma sistemática (suportada em métodos de gestão da inovação) e raramente envereda por uma abordagem de tentativa e erro (não suportada por métodos de gestão da inovação)? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Pratica uma estratégia conhecida por *Red Ocean Strategy* (ROS)? (ou seja: compete apenas no mercado existente; explora apenas a procura existente; procede correntemente à gestão do *trade-off* valor/custo; e alinha o seu conjunto de actividades pela escolha estratégia de diferenciação de baixo custo) \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Pratica uma estratégia conhecida por *Blue Ocean Strategy* (BOS)? (ou seja: cria um espaço de mercado novo, desconhecido e incontestado, tornando a competição irrelevante; cria e captura uma nova procura que ainda não existe; rompe com o *trade-off* valor/custo; e alinha o seu conjunto de actividades pela escolha estratégia de diferenciação de mais baixo custo) \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Pratica ambas as estratégias *Red Ocean Strategy* (ROS) e *Blue Ocean Strategy* (BOS), de forma estratégica? (ou seja, para se obter a melhor interface possível entre a empresa e a envolvente exterior, que se apresenta dinâmica e tende a ser inconstante) \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Da actual instabilidade económico-financeira, emana a crise que afecta as economias e os mercados mundiais e, daí, a incerteza e os riscos envolvidos na concepção e desenvolvimento de novos produtos. Neste domínio é reconhecida a necessidade permanente da avaliação de trade-offs dos custos em função da duração do projecto de desenvolvimento de novos produtos. Neste contexto, qual o nível de relevância que atribui em avaliar se uma empresa que promove DNP:

**Procede sistematicamente à análise de risco através de ferramentas específicas? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Procede à avaliação de trade-offs dos custos dos diversos factores de risco e das respectivas oportunidades? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

O papel desempenhado pelo marketing, no desenvolvimento do projecto de DNP, também depende do nível de inovação do produto em questão ou do respectivo projecto, através do trade-off marketing/custo da qualidade. O marketing realiza essa função, que é a de estabelecer a comunicação permanente entre a empresa e o mercado, fazendo ter a ideia mais clara possível no interior da organização do que se designa por “voz do cliente” (necessidades que o cliente quer ver satisfeitas/requisitos que o cliente pretende obter). Neste contexto, qual o nível de relevância que atribui em avaliar se uma empresa que promove DNP:

**Possui uma função “Marketing”, associada ao DNP? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Interage de uma forma permanente e sistemática com o cliente, no sentido de permitir receber sugestões importantes? (ou seja, que permitam uma validação construída passo a passo com o projectista, resultando daí a evolução do produto sob a forma de protótipos funcionais intermédios ou outros) \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Uma empresa possui a capacidade de efectuar “*benchmarking*”, englobando não só a análise interna como a comparação externa, em que os mais relevantes indicadores de desempenho são comparados e devidamente valorizados fornecendo valiosa informação. Esta comparação relativa cria na empresa a necessidade de alterar processos internos, sendo que, inclusivamente, se adaptam processos dos “concorrentes” com o objectivo de reduzir os custos dos seus produtos, aumentando assim a sua competitividade nos mercados onde actuam. Neste contexto, qual o nível de relevância que atribui em avaliar se uma empresa que promove DNP:

**Efectua uma prática sistemática de realização de actividades de *benchmarking*? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Pratica formas sistemáticas de avaliação de desempenho próprio e de comparação externa? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Podem considerar-se estratégias de globalização tanto as que concernem à deslocalização de muitas das suas funções, como da penetração dos mercados das marcas e dos novos produtos. No primeiro caso, o termo “*offshoring*” deve ser entendido como uma operação de deslocalização que ocorre quando uma empresa (ou algumas das suas valências) migra, estrategicamente, para outras

áreas geográficas por via de vantagens diversas, como e.g.: mão-de-obra mais barata; preço da energia; nível tributário ou outras. Quanto ao segundo caso, a complexidade da arquitectura da organização do desenvolvimento global de um produto relaciona-se com a estrutura, em termos de fornecedores, ligações, e constrangimentos tanto do produto, como do sistema, do processo ou do elemento. Neste contexto, qual o nível de relevância que atribui em avaliar se uma empresa que promove DNP pratica uma política de:

*Outsourcing? \**

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

*Offshoring? \**

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

*Outsourcing e Offshoring? \**

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

*Globalização? \**

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

## 2 - Áreas e Domínios Organizacionais de DNP

Refere-se às questões inerentes à cultura organizacional e aos princípios organizacionais de uma empresa que promove DNP, os quais se encontram explicitados nas notas introdutórias referentes aos pontos 2.1.e.2.2.

### 2.1 - Cultura Organizacional das empresas que promovem o DNP

Reflecte as capacidades internas da organização de: funcionamento multidisciplinar e de sistemática partilha do conhecimento e informação; participação colaborativa em rede e do estabelecimento de alianças e parcerias estratégicas; inovação permanente, tanto em inovação aberta como em situação de co-inovação; competição e resistência perante a concorrência, ou seja, aliada à partilha e colaboração, existe uma cultura de competitividade. Neste contexto, qual o nível de relevância que atribui em avaliar se uma empresa que promove DNP:

**Constitui correntemente equipas multidisciplinares ou multifuncionais em projectos de DNP, suportada por uma organização do tipo matricial (*cross-functional*)? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Produz impacto positivo nas organizações de: produtores; fornecedores; distribuidores e outros envolvidos nos novos produtos concebidos, a partir da partilha de conhecimento e informação no âmbito do DNP? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Promove a formação de equipas colaborativas, podendo estas incluir os funcionários da organização, os fornecedores e os clientes? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Assume a existência de alianças estratégicas com fabricantes, a montante na cadeia de valor ou com os seus fornecedores? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Assume a existência de alianças estratégicas com clientes situados a jusante da respectiva cadeia de valor? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Assume a existência de alianças estratégicas com ambos os elementos referidos nas duas questões anteriores? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Assume a partilha de novas ideias e abordagens de diferentes fontes internas e externas, integrados numa plataforma, a fim de gerar novos processos organizacionais e valores partilhados? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Inclui no seu núcleo de co-inovação: envolvimento dos parceiros; co-criação e experiência conjunta de criação de valor? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Assume a transformação de ideias em produtos qualitativamente melhores e mais apetecíveis que os dos concorrentes, devidamente reconhecidos aos olhos do mercado e dos consumidores finais? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Realiza a questão anteriormente focada de forma sistemática, permanente, rápida e barata? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

## **2.2 - Princípios Organizacionais das empresas que promovem o DNP**

A par da sua cultura específica encontram-se os princípios doutrinários e filosóficos partilhados por toda a organização, no que concerne: ao respeito pela legislação inerente ao produto; à normalização e ao respeito pelas certificações de qualidade do produto e dos processos; ao seguimento das normas de qualidade, ambientais e de higiene e segurança. Refere-se ainda um

princípio básico de combate ao desperdício por via da prática de um pensamento lean e, finalmente, uma prática de maximização da eficiência e produtividade. Neste contexto, qual o nível de relevância que atribui em avaliar se uma empresa que promove DNP:

**Respeita a legislação em vigor, inerente aos novos produtos? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Normaliza os seus processos de concepção e desenvolvimento de novos produtos? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Exige os mesmos princípios dos seus fornecedores, no que concerne à questão anteriormente focada? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Possui sistemas de gestão de qualidade, de gestão ambiental e de higiene e segurança no trabalho, respectivamente, de acordo com as normas:

**NP ISO 9001:2008? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**NP ISO 14001:2004? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**OHSAS 18001:2007? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Assume o combate à burocracia, à redução de desperdícios, à obtenção de uma produção eficiente com um mínimo de recursos, à redução e compressão de tempo, de espaço e de custo? (ou seja, as preocupações integráveis no que actualmente se designa por pensamento lean ou lean thinking) \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Tende de uma forma sistemática e permanente a:

**Assumir as preocupações integráveis ao pensamento lean? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Maximizar a sua própria eficiência? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Medir o seu próprio desempenho e produtividade? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

É possível que a interação entre o Ambiente Sistémico e Estratégico do DNP, a Cultura e os Princípios Organizacionais das empresas que promovem DNP, seja um factor de impacto neste tipo de organizações. Neste contexto, qual a relevância que considera em avaliar se:

**A Cultura Organizacional da empresa é mais importante que os seus Princípios Organizacionais? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Os Princípios Organizacionais da empresa são mais importantes que a sua Cultura Organizacional? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**A Cultura Organizacional e os Princípios Organizacionais têm igual importância para a empresa? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**O Ambiente Sistémico e Estratégico do DNP tem impacto significativo na Cultura Organizacional da empresa? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**O Ambiente Sistémico e Estratégico do DNP tem impacto significativo nos Princípios Organizacionais da empresa? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

### **3 - Áreas e Domínios Processuais do DNP**

Trata-se do nível empresarial micro, ou seja, o nível operacional onde são postas em prática as ideias de novos produtos, a sua concepção, desenvolvimento dos respectivos projectos, protótipos, arranque e acompanhamento inicial da produção. É definida a organização do próprio projecto, seja ela do tipo sequencial, concorrente (engenharia simultânea, *Stage-Gate*® ou outra, bem como as linhas mestras da sua gestão). Após análise de *trade-offs* face aos prazos, custos, etc., é definido o nível de qualidade do produto e dos processos tecnológicos necessários ao DNP. Neste contexto, qual o nível de relevância que atribui em avaliar se uma empresa que promove DNP:

Possui área ou áreas específicas e/ou multifuncionais de inovação e DNP? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Opta por uma gestão de projectos de DNP do tipo sequencial? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Opta por uma gestão de projectos de DNP concorrente (ou seja, por processos de engenharia simultânea)? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Assume uma gestão *Stage-Gate*® quando os novos produtos a desenvolver possuem elevado grau de incerteza, e em qualquer momento se pode interromper ou abandonar o projecto de DNP, com o mínimo prejuízo possível? (Neste tipo de gestão de projecto, as portas (gates) devem ser empregues para assegurar que o produto em desenvolvimento nas várias etapas (stages) está em conformidade com os objectivos do negócio). \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Tem capacidade de por em prática as necessidades e desejos dos clientes e dos fornecedores, para a definição dos parâmetros de qualidade do novo produto? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Possui ou tem acesso (nas suas diversas valências e especialidades, capaz de satisfazer as necessidades do projecto, processos e resolução de problemas de várias tipologias) a uma rede de:

Engenharia? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Meios tecnológicos? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

É possível que a interacção entre as Áreas e Domínios Processuais do DNP, a Cultura e os Princípios Organizacionais das empresas que promovem DNP, seja um factor de impacto neste tipo de organizações. Neste contexto, qual a relevância que considera em avaliar se:

A Cultura Organizacional da empresa tem impacto significativo nas Áreas e Domínios Processuais do DNP? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Os Princípios Organizacionais da empresa têm impacto significativo nas Áreas e Domínios Processuais do DNP? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Na concepção e desenvolvimento de novos produtos, ocorrem problemas de diversa natureza, que têm de ser resolvidos de modo a que o projecto de DNP seja concluído com êxito. Destacam-se problemas: de natureza inventiva; de natureza criativa; de adaptabilidade do produto; com requisitos de satisfação dos clientes e com a exigência dos requisitos de uma produção sem defeitos. Para tanto, a empresa possui ou tem acesso em rede ao ferramental disponível, capaz de fornecer soluções interessantes para os problemas que se colocam. Neste contexto, qual o nível de relevância que atribui em avaliar se uma empresa que promove DNP:

**Possui um portfólio de casos resolvidos, de tal modo que quando surge um determinado problema, permite usar a ferramenta CBR (*Case Based Reasoning*) que se destina a resolver novos problemas, adaptando soluções utilizadas na resolução de problemas anteriores? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Utiliza as seguintes ferramentas, na procura da resolução de problemas inerentes ao DNP:

**TRIZ? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Projecto Modular? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Projecto Axiomático? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Projecto Robusto? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**Projecto de Tolerâncias? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

**DFSS (*Design for Six Sigma*)? \***

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Ainda neste contexto, qual o nível de relevância que atribui em avaliar se uma empresa que promove DNP:

Utiliza o cruzamento das ferramentas TRIZ e QFD (*Quality Function Development*)? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Utiliza a ferramenta Projecto Criativo, com recurso a analogias biológicas ou outras? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Efectua o cruzamento da ferramenta Projecto Criativo com as ferramentas: DOE (Planeamento de Experiências); DFX (Projecto para a Excelência) ou análise de Pugh? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Considera a existência de uma relação entre o envolvimento dos fornecedores (ferramenta SDI ou *Suppliers Design Involvement*) e o Projecto Modular? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Considera a existência de uma relação entre o envolvimento dos fornecedores (ferramenta SDI ou *Suppliers Design Involvement*) e o Projecto Axiomático? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Efectua o cruzamento da ferramenta Projecto Axiomático com as ferramentas: DOE (Planeamento de Experiências); DFX (Projecto para a Excelência) ou análise de Pugh? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Efectua o cruzamento entre o Projecto Axiomático e a utilização das ferramentas SDI e QFD (*Quality Function Development*)? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Efectua o cruzamento da ferramenta DFSS com as ferramentas: DOE (Planeamento de Experiências); DFX (Projecto para a Excelência) ou análise de Pugh? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Efectua o cruzamento entre o DFSS e a utilização das ferramentas SDI e QFD (*Quality Function Development*)? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Efectua o cruzamento entre as ferramentas DFSS e Projecto de Tolerâncias? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

Utiliza ferramentas de apoio à decisão, tais como: o AHP (*Analytical Hierarchy Process*) ou o painel *Delphi*, no caso de se encontrar mais do que uma solução válida na utilização de ferramentas de seriação? \*

0 1 2 3 4

Irrelevante      Imprescindível

#### 4 – Outras Áreas e Domínios Relevantes e Utilização de outras Ferramentas

Caso entenda necessário, indique por favor, outros aspectos que entenda relevantes no DNP, essenciais num modelo conceptual abrangente e integrado que não tenham sido aqui referenciados, não deixando de indicar o respectivo índice de relevância que atribui.



Muito obrigada pela sua colaboração!

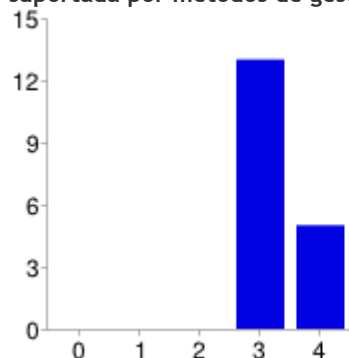
Enviar

100%: terminou.

## 18 Respostas

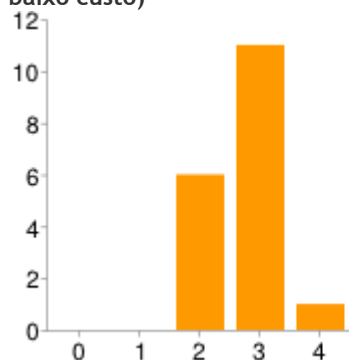
### 1 - Ambiente Sistémico e Estratégico de DNP

Aborda as questões da inovação, no que concerne ao DNP, de forma sistemática (suportada em métodos de gestão da inovação) e raramente envereda por uma abordagem de tentativa e erro (não suportada por métodos de gestão da inovação)?



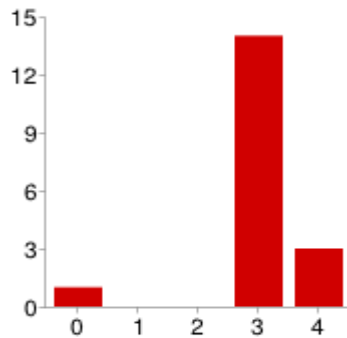
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	13	72%
4	5	28%

Pratica uma estratégia conhecida por *Red Ocean Strategy* (ROS)? (ou seja: compete apenas no mercado existente; explora apenas a procura existente; procede correntemente à gestão do *trade-off* valor/custo; e alinha o seu conjunto de actividades pela escolha estratégia de diferenciação de baixo custo)



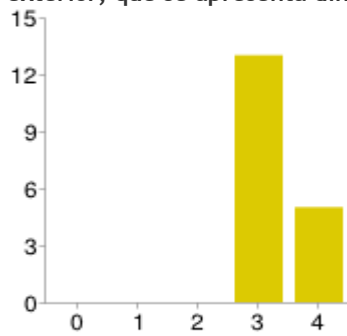
0	0	0%
1	0	0%
2	6	33%
3	11	61%
4	1	6%

Pratica uma estratégia conhecida por *Blue Ocean Strategy* (BOS)? (ou seja: cria um espaço de mercado novo, desconhecido e incontestado, tornando a competição irrelevante; cria e captura uma nova procura que ainda não existe; rompe com o *trade-off* valor/custo; e alinha o seu conjunto de actividades pela escolha estratégia de diferenciação de mais baixo custo)



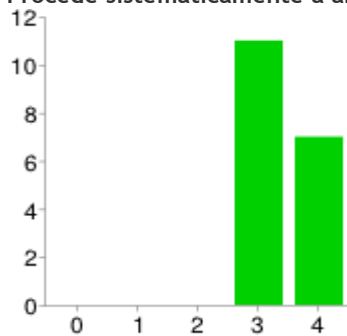
0	1	6%
1	0	0%
2	0	0%
3	14	78%
4	3	17%

Pratica ambas as estratégias *Red Ocean Strategy* (ROS) e *Blue Ocean Strategy* (BOS), de forma estratégica? (ou seja, para se obter a melhor interface possível entre a empresa e a envolvente exterior, que se apresenta dinâmica e tende a ser inconstante)



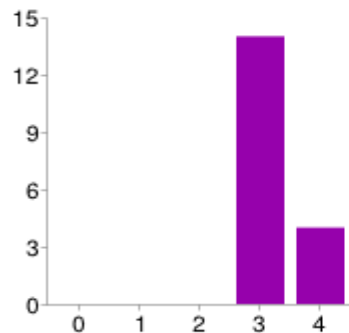
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	13	72%
4	5	28%

Pratiza ambas as estratégias *Red Ocean Strategy* (ROS) e *Blue Ocean Strategy* (BOS), de forma estratégica? (ou seja, para se obter a melhor interface possível entre a empresa e a envolvente exterior, que se apresenta dinâmica e tende a ser inconstante)



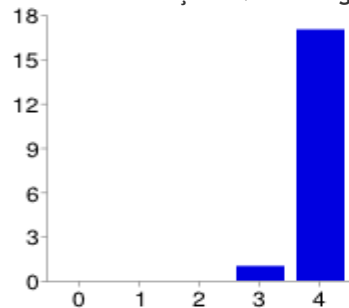
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	11	61%
4	7	39%

Pratiza ambas as estratégias *Red Ocean Strategy* (ROS) e *Blue Ocean Strategy* (BOS), de forma estratégica? (ou seja, para se obter a melhor interface possível entre a empresa e a envolvente exterior, que se apresenta dinâmica e tende a ser inconstante)



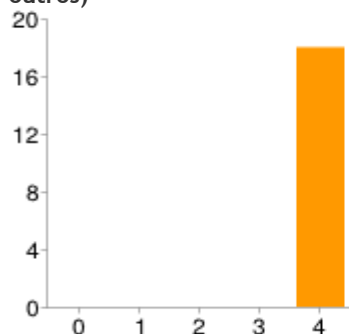
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	14	78%
4	4	22%

Possui uma função “Marketing”, associada ao DNP?



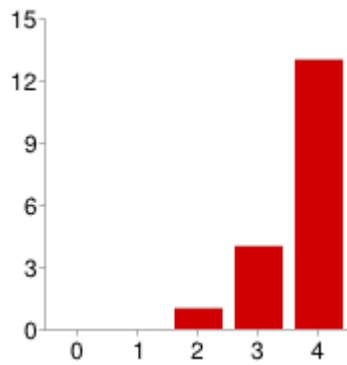
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	1	6%
4	17	94%

Interage de uma forma permanente e sistemática com o cliente, no sentido de permitir receber sugestões importantes? (ou seja, que permitam uma validação construída passo a passo com o projectista, resultando daí a evolução do produto sob a forma de protótipos funcionais intermédios ou outros)



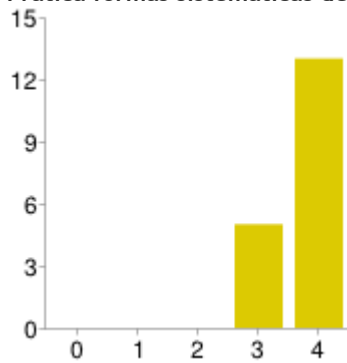
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	18	100%

Efectua uma prática sistemática de realização de actividades de *benchmarking*?



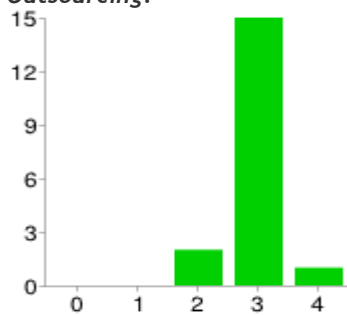
0	0	0%
1	0	0%
2	1	6%
3	4	22%
4	13	72%

Pratica formas sistemáticas de avaliação de desempenho próprio e de comparação externa?



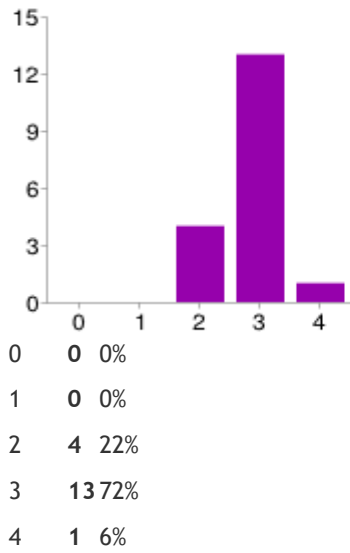
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	5	28%
4	13	72%

*Outsourcing?*

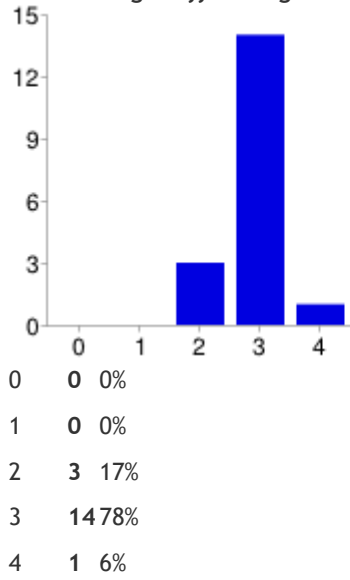


0	0	0%
1	0	0%
2	2	11%
3	15	83%
4	1	6%

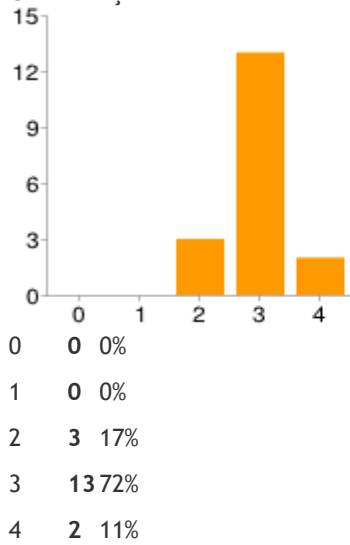
*Offshoring?*



**Outsourcing e Offshoring?**



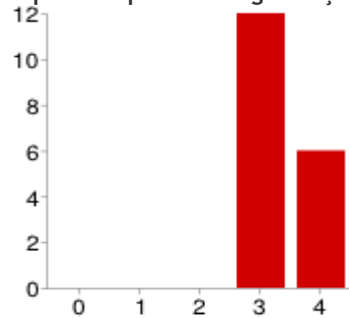
**Globalização?**



## 2 - Áreas e Domínios Organizacionais de DNP

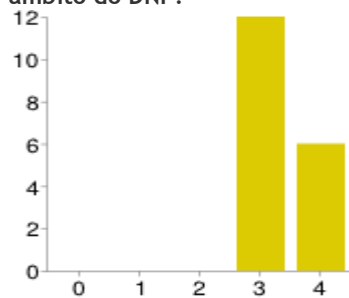
### 2.1 - Cultura Organizacional das empresas que promovem o DNP

Constitui correntemente equipas multidisciplinares ou multifuncionais em projectos de DNP, suportada por uma organização do tipo matricial (*cross-functional*)?



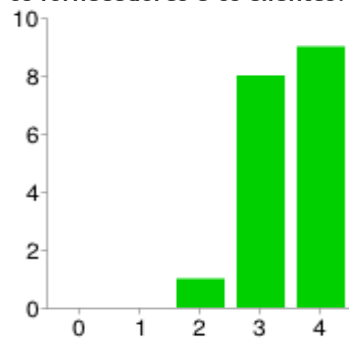
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	12	67%
4	6	33%

Produz impacto positivo nas organizações de: produtores; fornecedores; distribuidores e outros envolvidos nos novos produtos concebidos, a partir da partilha de conhecimento e informação no âmbito do DNP?



0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	12	67%
4	6	33%

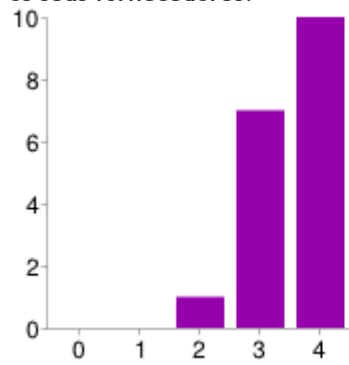
Promove a formação de equipas colaborativas, podendo estas incluir os funcionários da organização, os fornecedores e os clientes?



0	0	0%
1	0	0%
2	1	16%

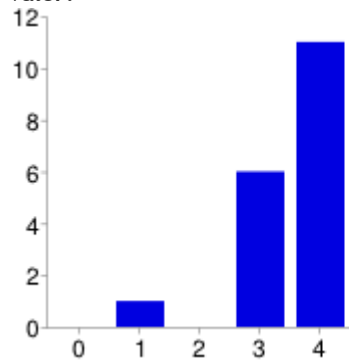
3 8 44%  
4 9 50%

Assume a existência de alianças estratégicas com fabricantes, a montante na cadeia de valor ou com os seus fornecedores?



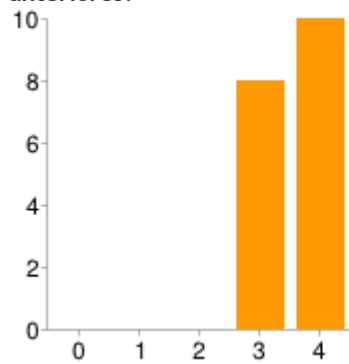
0 0 0%  
1 0 0%  
2 1 6%  
3 7 39%  
4 10 56%

Assume a existência de alianças estratégicas com clientes situados a jusante da respectiva cadeia de valor?



0 0 0%  
1 1 6%  
2 0 0%  
3 6 33%  
4 11 61%

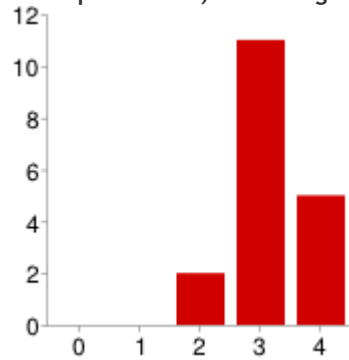
Assume a existência de alianças estratégicas com ambos os elementos referidos nas duas questões anteriores?



0 0 0%

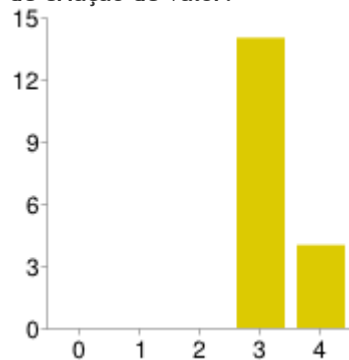
1	0	0%
2	0	0%
3	8	44%
4	10	56%

Assume a partilha de novas ideias e abordagens de diferentes fontes internas e externas, integrados numa plataforma, a fim de gerar novos processos organizacionais e valores compartilhados?



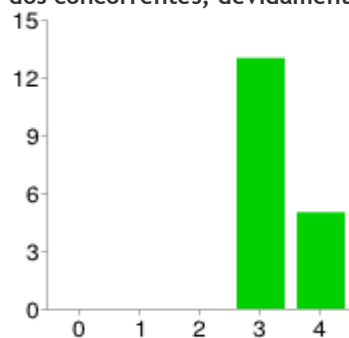
0	0	0%
1	0	0%
2	2	11%
3	11	61%
4	5	28%

Inclui no seu núcleo de co-inovação: envolvimento dos parceiros; co-criação e experiência conjunta de criação de valor?



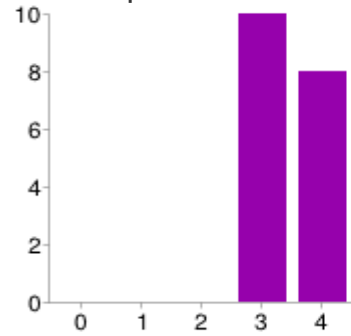
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	14	78%
4	4	22%

Assume a transformação de ideias em produtos qualitativamente melhores e mais apetecíveis que os dos concorrentes, devidamente reconhecidos aos olhos do mercado e dos consumidores finais?



0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	13	72%
4	5	28%

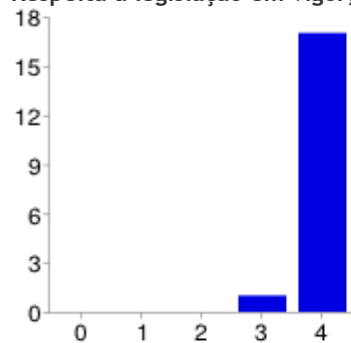
Realiza a questão anteriormente focada de forma sistemática, permanente, rápida e barata?



0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	10	56%
4	8	44%

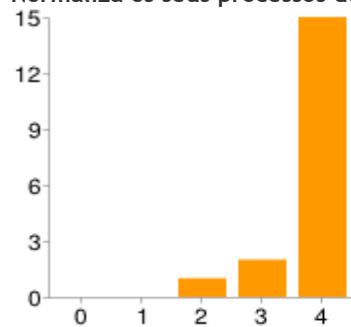
## 2.2 - Princípios Organizacionais das empresas que promovem o DNP

Respeita a legislação em vigor, inerente aos novos produtos?



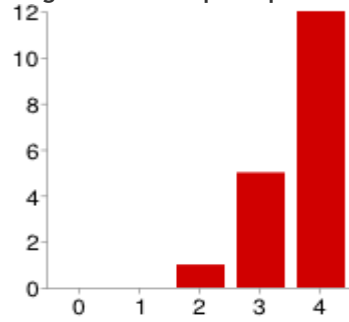
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	1	6%
4	17	94%

Normaliza os seus processos de concepção e desenvolvimento de novos produtos?



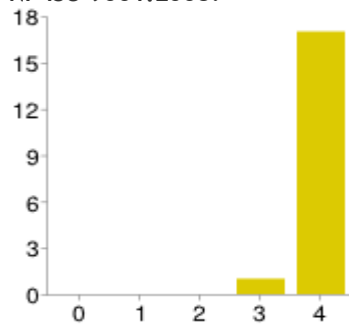
0	0	0%
1	0	0%
2	1	6%
3	2	11%
4	15	83%

Exige os mesmos princípios dos seus fornecedores, no que concerne à questão anteriormente focada?



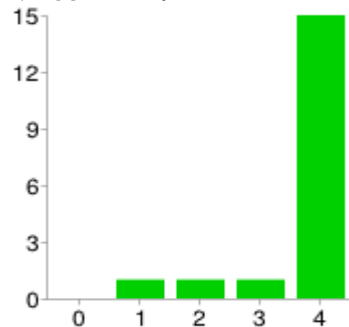
0	0	0%
1	0	0%
2	1	6%
3	5	28%
4	12	67%

NP ISO 9001:2008?



0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	1	6%
4	17	94%

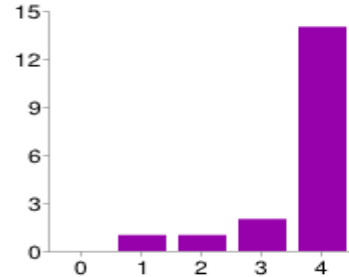
NP ISO 14001:2004?



0	0	0%
---	---	----

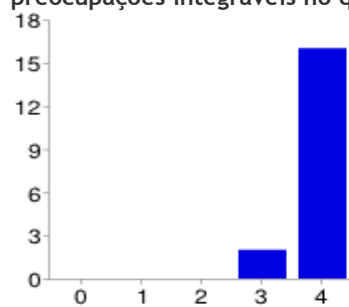
1 1 6%  
 2 1 6%  
 3 1 6%  
 4 15 83%

**OHSAS 18001:2007?**



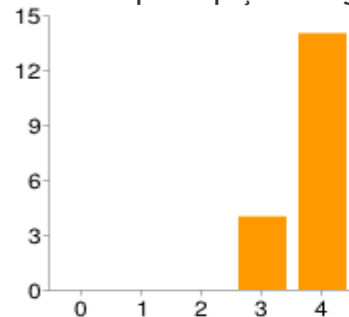
0 0 0%  
 1 1 6%  
 2 1 6%  
 3 2 11%  
 4 14 78%

Assume o combate à burocracia, à redução de desperdícios, à obtenção de uma produção eficiente com um mínimo de recursos, à redução e compressão de tempo, de espaço e de custo? (ou seja, as preocupações integráveis no que actualmente se designa por pensamento *lean* ou *lean thinking*)



0 0 0%  
 1 0 0%  
 2 0 0%  
 3 2 11%  
 4 16 89%

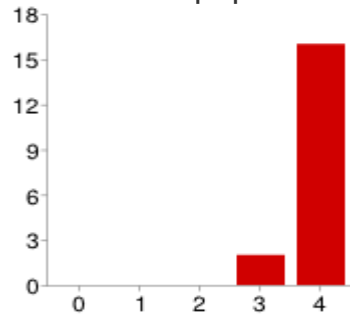
**Assumir as preocupações integráveis ao pensamento *lean*?**



0 0 0%  
 1 0 0%  
 2 0 0%  
 3 4 22%

4 14 78%

Maximizar a sua própria eficiência?



0 0 0%

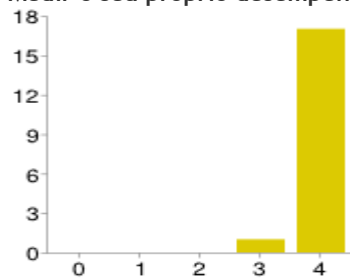
1 0 0%

2 0 0%

3 2 11%

4 16 89%

Medir o seu próprio desempenho e produtividade?



0 0 0%

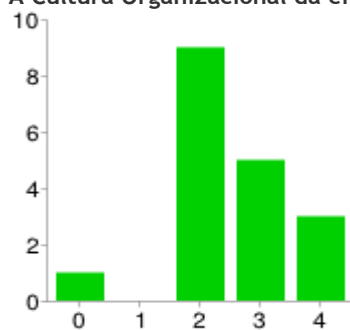
1 0 0%

2 0 0%

3 1 6%

4 17 94%

A Cultura Organizacional da empresa é mais importante que os seus Princípios Organizacionais?



0 1 16%

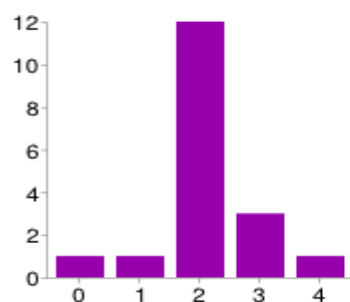
1 0 0%

2 9 50%

3 5 28%

4 3 17%

Os Princípios Organizacionais da empresa são mais importantes que a sua Cultura Organizacional?



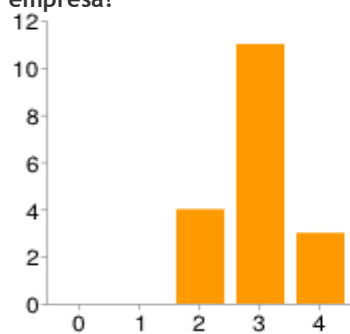
0	1	6%
1	1	6%
2	12	67%
3	3	17%
4	1	6%

**A Cultura Organizacional e os Princípios Organizacionais têm igual importância para a empresa?**



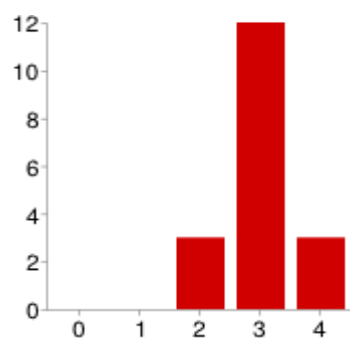
0	0	0%
1	1	6%
2	7	39%
3	7	39%
4	3	17%

**O Ambiente Sistêmico e Estratégico do DNP tem impacto significativo na Cultura Organizacional da empresa?**



0	0	0%
1	0	0%
2	4	22%
3	11	61%
4	3	17%

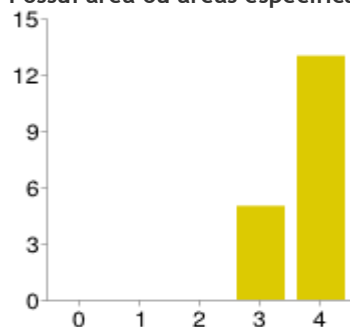
**O Ambiente Sistêmico e Estratégico do DNP tem impacto significativo nos Princípios Organizacionais da empresa?**



0	0	0%
1	0	0%
2	3	17%
3	12	67%
4	3	17%

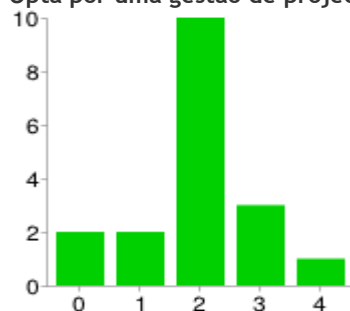
### 3 - Áreas e Domínios Processuais do DNP

Possui área ou áreas específicas e/ou multifuncionais de inovação e DNP?



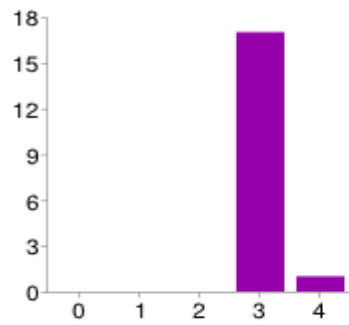
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	5	28%
4	13	72%

Opta por uma gestão de projectos de DNP do tipo sequencial?



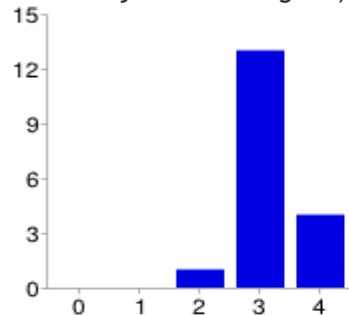
0	2	11%
1	2	11%
2	10	56%
3	3	17%
4	1	6%

Opta por uma gestão de projectos de DNP concorrente (ou seja, por processos de engenharia simultânea)?



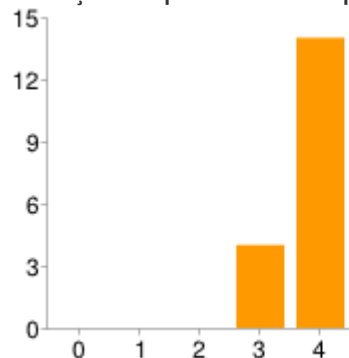
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	17	94%
4	1	6%

Assume uma gestão *Stage-Gate*® quando os novos produtos a desenvolver possuem elevado grau de incerteza, e em qualquer momento se pode interromper ou abandonar o projecto de DNP, com o mínimo prejuízo possível? (Neste tipo de gestão de projecto, as portas (gates) devem ser empregues para assegurar que o produto em desenvolvimento nas várias etapas (stages) está em conformidade com os objectivos do negócio).



0	0	0%
1	0	0%
2	1	6%
3	13	72%
4	4	22%

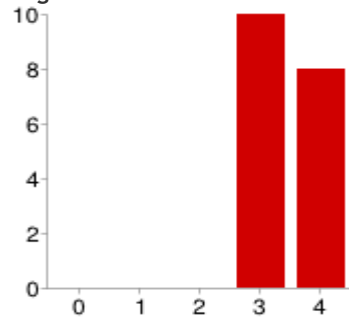
Tem capacidade de por em prática as necessidades e desejos dos clientes e dos fornecedores, para a definição dos parâmetros de qualidade do novo produto?



0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	4	22%

4 14 78%

Engenharia?



0 0 0%

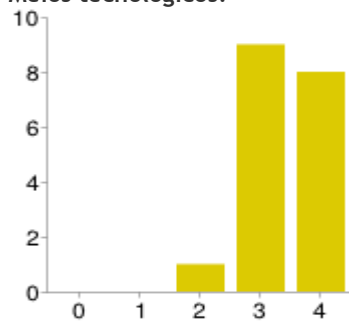
1 0 0%

2 0 0%

3 10 56%

4 8 44%

Meios tecnológicos?



0 0 0%

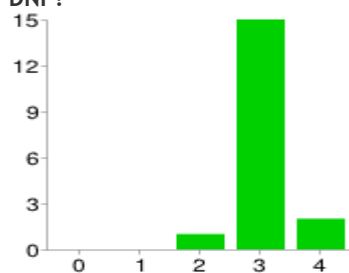
1 0 0%

2 1 16%

3 9 50%

4 8 44%

A Cultura Organizacional da empresa tem impacto significativo nas Áreas e Domínios Processuais do DNP?



0 0 0%

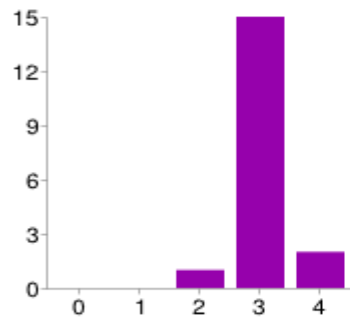
1 0 0%

2 1 6%

3 15 83%

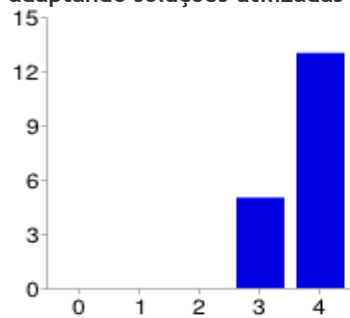
4 2 11%

Os Princípios Organizacionais da empresa têm impacto significativo nas Áreas e Domínios Processuais do DNP?



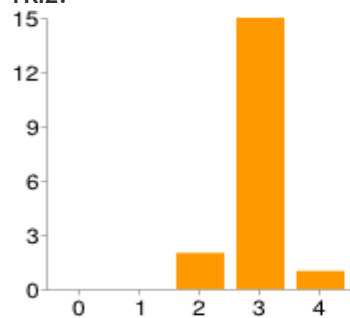
0	0	0%
1	0	0%
2	1	6%
3	15	83%
4	2	11%

Possui um portfólio de casos resolvidos, de tal modo que quando surge um determinado problema, permite usar a ferramenta CBR (*Case Based Reasoning*) que se destina a resolver novos problemas, adaptando soluções utilizadas na resolução de problemas anteriores?



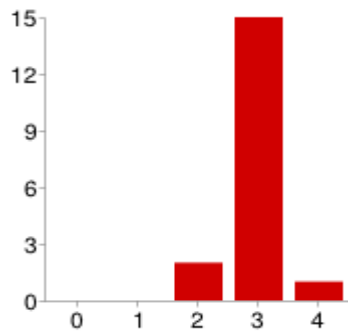
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	5	28%
4	13	72%

TRIZ?



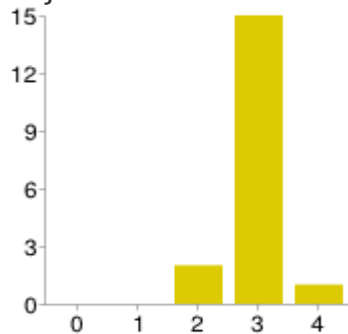
0	0	0%
1	0	0%
2	2	11%
3	15	83%
4	1	6%

Projecto Modular?



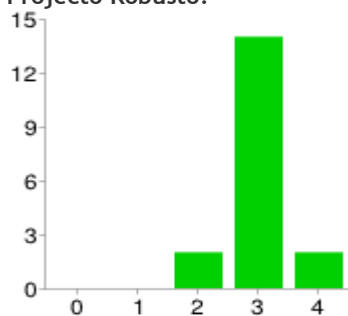
0	0	0%
1	0	0%
2	2	11%
3	15	83%
4	1	6%

#### Projecto Axiomático?



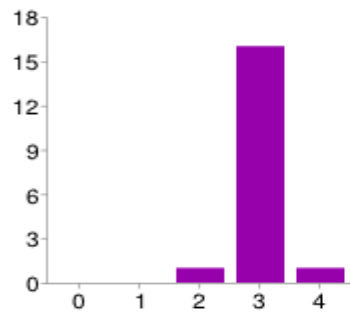
0	0	0%
1	0	0%
2	2	11%
3	15	83%
4	1	6%

#### Projecto Robusto?



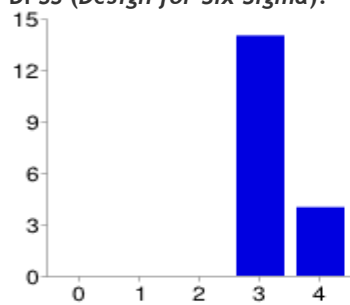
0	0	0%
1	0	0%
2	2	11%
3	14	78%
4	2	11%

#### Projecto de Tolerâncias?



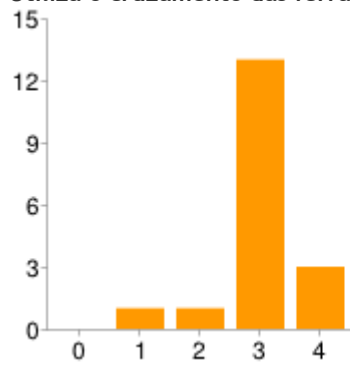
0	0	0%
1	0	0%
2	1	6%
3	16	89%
4	1	6%

**DFSS (Design for Six Sigma)?**



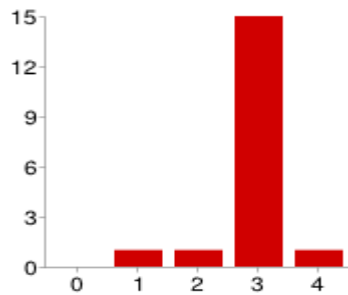
0	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	14	78%
4	4	22%

**Utiliza o cruzamento das ferramentas TRIZ e QFD (Quality Function Development)?**



0	0	0%
1	1	6%
2	1	6%
3	13	72%
4	3	17%

**Utiliza a ferramenta Projecto Criativo, com recurso a analogias biológicas ou outras?**



0 0 0%

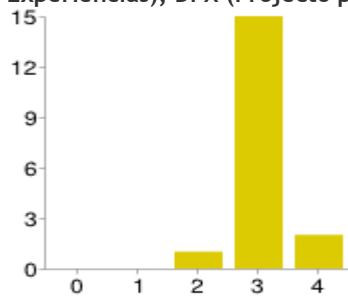
1 1 6%

2 1 6%

3 15 83%

4 1 6%

Efectua o cruzamento da ferramenta Projecto Criativo com as ferramentas: DOE (Planeamento de Experiências); DFX (Projecto para a Excelência) ou análise de Pugh?



0 0 0%

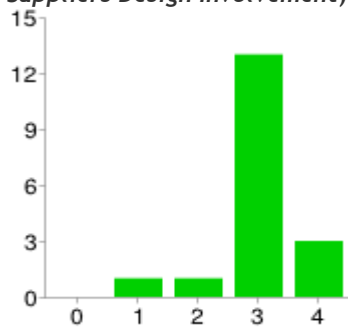
1 0 0%

2 1 6%

3 15 83%

4 2 11%

Considera a existência de uma relação entre o envolvimento dos fornecedores (ferramenta SDI ou Suppliers Design Involvement) e o Projecto Modular?



0 0 0%

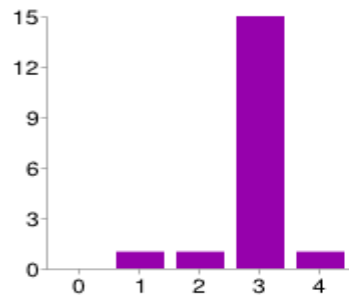
1 1 6%

2 1 6%

3 13 72%

4 3 17%

Considera a existência de uma relação entre o envolvimento dos fornecedores (ferramenta SDI ou Suppliers Design Involvement) e o Projecto Axiomático?



0 0 0%

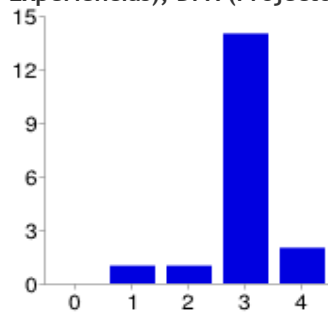
1 1 6%

2 1 6%

3 15.83%

4 1 6%

Efectua o cruzamento da ferramenta Projecto Axiomático com as ferramentas: DOE (Planeamento de Experiências); DFX (Projecto para a Excelência) ou análise de *Pugh*?



0 0 0%

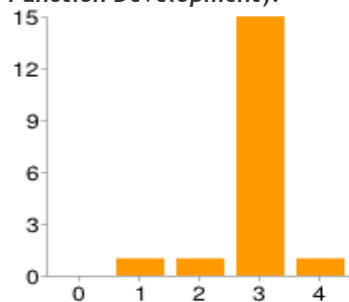
1 1 6%

2 1 6%

3 14.78%

4 2 11%

Efectua o cruzamento entre o Projecto Axiomático e a utilização das ferramentas SDI e QFD (*Quality Function Development*)?



0 0 0%

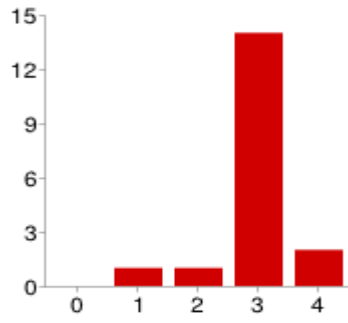
1 1 6%

2 1 6%

3 15.83%

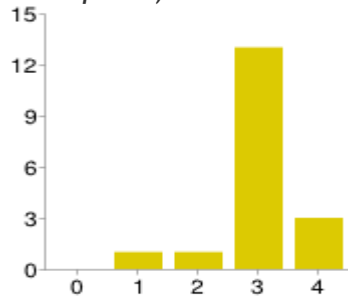
4 1 6%

Efectua o cruzamento da ferramenta DFSS com as ferramentas: DOE (Planeamento de Experiências); DFX (Projecto para a Excelência) ou análise de *Pugh*?



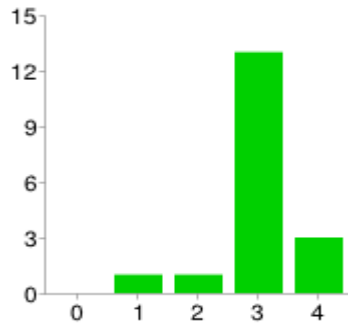
0	0	0%
1	1	6%
2	1	6%
3	14	78%
4	2	11%

Efectua o cruzamento entre o DFSS e a utilização das ferramentas SDI e QFD (*Quality Function Development*)?



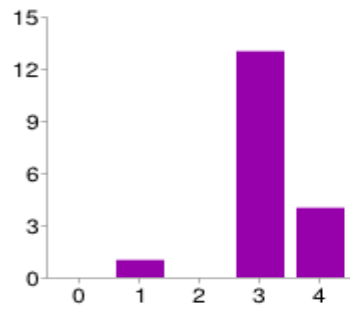
0	0	0%
1	1	6%
2	1	6%
3	13	72%
4	3	17%

Efectua o cruzamento entre as ferramentas DFSS e Projecto de Tolerâncias?



0	0	0%
1	1	6%
2	1	6%
3	13	72%
4	3	17%

Utiliza ferramentas de apoio à decisão, tais como: o AHP (*Analytical Hierarchy Process*) ou o painel *Delphi*, no caso de se encontrar mais do que uma solução válida na utilização de ferramentas de seriação?

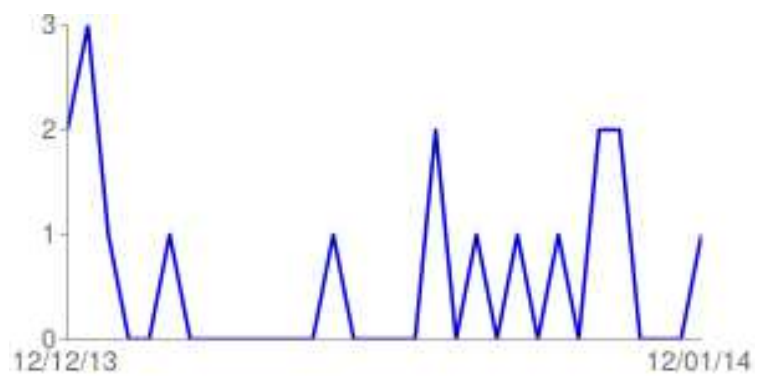


0	0	0%
1	1	6%
2	0	0%
3	13	72%
4	4	22%

#### 4 - Outras Áreas e Domínios Relevantes e Utilização de outras Ferramentas

Sem opiniões explicitadas

#### Número de respostas diárias





## ANEXO IV - Inquérito da 2ª Ronda ao painel de especialistas *Delphi*

### \*Obrigatório

Na questão “a cultura organizacional e os princípios organizacionais têm igual importância para a empresa?” os especialistas respondentes dividiram a sua votação entre as hipóteses 2 e 3, ou seja “relevância média” e “muito relevante”. De modo a resolver esta divisão de opiniões, coloca-se agora a mesma questão com uma forma de resposta diferente e semiaberta: \*

“Os princípios e a cultura organizacional no interior da entidade empresarial?”

- Têm a mesma importância relativa
- A “cultura” é mais relevantes que os “princípios”
- Os “princípios” são mais relevantes que a “cultura”
- Outra:

A resposta anterior satisfará e clarificará também a questão “os princípios organizacionais da empresa são mais importantes que a sua cultura organizacional?” em que os especialistas respondentes votaram maioritariamente na hipótese 2, ou seja, relevância média assumindo assim uma posição neutral. No entanto, caso entenda voltar a especificar ou reforçar a sua opinião, de uma forma aberta, tem à sua disposição o espaço a seguir: \*

\*

Na questão “o ambiente sistémico e estratégico do DNP tem impacto significativo nos princípios organizacionais da empresa?”, os especialistas respondentes votaram maioritariamente na hipótese 3, ou seja, “muito relevante” havendo no entanto uma razoável dispersão de respostas por outras três hipóteses. Desta vez, de maneira a promover uma clarificação de opiniões, coloca-se a mesma questão apresentando-se agora um leque de opções mais assertivo:

- Discordo fortemente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

Na questão “opta por uma gestão de projectos de DNP, do tipo sequencial?” os especialistas respondentes votaram maioritariamente na hipótese 2 ou seja, relevância média, assumindo assim uma posição neutral. Esta questão está inserida num contexto em que tal “opção” é da responsabilidade da entidade empresarial que promove o DNP e é colocada em contraponto a outras formas de gestão de projectos de DNP nomeadamente, engenharia simultânea e/ou *Stage-Gate*®. \*

Nestas condições, a mesma questão coloca-se agora de outra forma: “Entre as várias opções de gestão de projectos de DNP entende que a gestão do tipo sequencial deve ser a prevalecente?”

- Discordo fortemente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

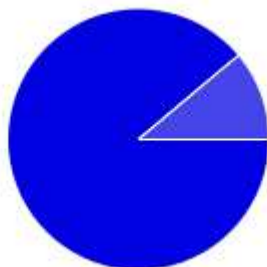
Muito obrigada pela sua colaboração!

Enviar

100%: terminou

## ANEXO V - Resumo das respostas dos especialistas *Delphi* na 2ª Ronda

Na questão “a cultura organizacional e os princípios organizacionais têm igual importância para a empresa?” os especialistas respondentes dividiram a sua votação entre as hipóteses 2 e 3, ou seja “relevância média” e “muito relevante”. De modo a resolver esta divisão de opiniões, coloca-se agora a mesma questão com uma forma de resposta diferente e semiaberta:



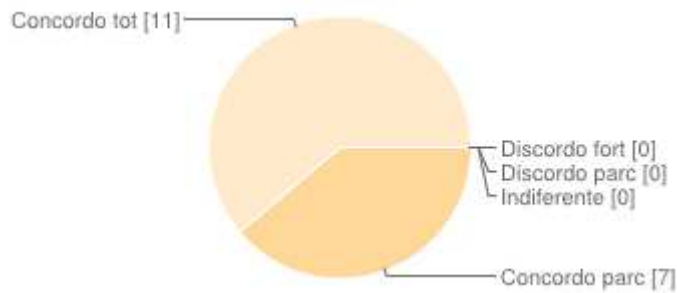
Têm a mesma importância relativa	16 89%
A “cultura” é mais relevantes que os “princípios”	2 11%
Os “princípios” são mais relevantes que a “cultura”	0 0%
Outro	0 0%

A resposta anterior satisfará e clarificará também a questão “os princípios organizacionais da empresa são mais importantes que a sua cultura organizacional?” em que os especialistas respondentes votaram majoritariamente na hipótese 2, ou seja, relevância média assumindo assim uma posição neutral. **No entanto, caso entenda voltar a especificar ou reforçar a sua opinião, de uma forma aberta, tem à sua disposição o espaço a seguir:**

- Influenciam-se mutuamente;
- A cultura organizacional influencia os princípios orientadores das organizações mas por sua vez o enraizamento destes princípios acaba por ao longo do tempo com as alterações aos mesmos, influenciar também a cultura organizacional;
- A cultura organizacional dinamiza globalmente as competências dos colaboradores sem esforço;
- Ambos são relevantes;
- Não tenho nada a adicionar;
- Numa empresa a cultura como tradução dos valores é a coração da forma como esta se integra na sociedade;
- Dificilmente alguém consegue alterar valores da empresa de modo individual, nem mesmo o CEO tem a mesma importância relativa;
- A influência é bilateral;
- O mesmo que a questão anterior;
- A mesma importância relativa;
- Têm a mesma importância relativa;
- A mesma importância relativa;
- Igual à anterior;
- A mesma importância relativa;
- A cultura tem maior relevância pois o mercado é muito diversificado em termos geográficos mas os princípios básicos pelo que se regem são os mesmos;
- Os princípios organizacionais também têm importância e num rating 2/3 e 1/3;
- Ambos são importantes;
- Uma cultura organizacional deverá estar baseada em princípios organizacionais.

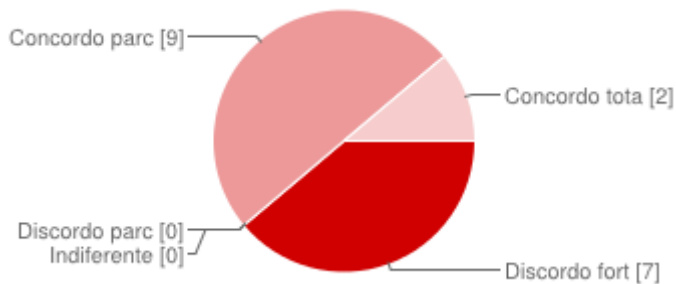
Na questão “o ambiente sistémico e estratégico do DNP tem impacto significativo nos princípios organizacionais da empresa?”, os especialistas respondentes votaram majoritariamente na hipótese 3, ou seja, “muito relevante” havendo no entanto uma razoável dispersão de respostas por outras três hipóteses. Desta vez, de maneira a

promover uma clarificação de opiniões, coloca-se a mesma questão apresentando-se agora um leque de opções mais assertivo:



Discordo fortemente	0 0%
Discordo parcialmente	0 0%
Indiferente	0 0%
Concordo parcialmente	7 39%
Concordo totalmente	11 61%

Na questão “**opta por uma gestão de projectos de DNP, do tipo sequencial?**” os especialistas respondentes votaram maioritariamente na hipótese 2 ou seja, relevância média, assumindo assim uma posição neutral. Esta questão está inserida num contexto em que tal “opção” é da responsabilidade da entidade empresarial que promove o DNP e é colocada em contraponto a outras formas de gestão de projectos de DNP nomeadamente, engenharia simultânea e/ou *Stage-Gate*®.



Discordo fortemente	7 39%
Discordo parcialmente	0 0%
Indiferente	0 0%
Concordo parcialmente	9 50%
Concordo totalmente	2 11%



ANEXO VI - Guião dos Casos de Estudo

## GUIÃO (PROTOCOL) de CASOS DE ESTUDO

(Documento elaborado de acordo com as indicações de Yin, R. K., 1993, Applications of Case Study Research, vol. 34, Sage Publications Inc., Second Edition, 1993 e Yin, R. K., 1994, Case Study Research, Design and Methods, *Applied Social Research Methods Series*, vol. 5, Sage Publications Inc., Second Edition, 1994, p.63 a 66.)

### Objectivos a atingir

Realizar dois objectivos essenciais:

- 1) Validar também no meio empresarial a proposta do modelo conceptual “MAIDNP” (obtido a partir de exaustiva revisão da literatura) que já foi validada por um painel de especialistas - *Delphi*;
- 2) Evidenciar a utilidade do MAIDNP. Demonstrar que se pode aplicar com êxito na avaliação de empresas que concebem e desenvolvem novos produtos, permitindo aferir do estado evolutivo de todas as suas vertentes estratégicas, organizacionais e operacionais, bem como quanto à sua capacidade de oferta bem-sucedida ao mercado de produtos inovadores.

### Aspectos relevantes a ter em consideração

De modo a orientar cada “caso de estudo”, no sentido de atingir os objectivos acima expostos, e de criar ainda uma métrica de avaliação do estado de evolutivo das empresas que desenvolvem novos produtos, dever-se-á dar relevo ao historial das empresas, e captar a partir delas os seguintes aspectos:

- Os produtos desenvolvidos (com fotografias), suas histórias de sucessos, de aceitação do mercado, etc.;
- A existência de um Ambiente Sistémico e Estratégico de DNP e a respectiva pontuação;
- A existência de Princípios Organizacionais e a respectiva pontuação, tanto no que concerne aos aspectos da sua cultura específica, como dos seus próprios princípios;
- A existência das Áreas e Domínios Processuais do DNP e a respectiva pontuação;
- A utilização de ferramentas metodológicas e/ou instrumentais, na resolução de problemas que envolvem a concepção e o desenvolvimento de novos produtos.

### Procedimentos

Não abdicar de praticar o seguinte perfil de procedimento:

- Autorização do Conselho de Administração ou da Direcção-Geral (não precisará de ser formalizada por carta, bastará o contacto telefónico);
- Marcação e agendamento antecipados de reuniões, entrevistas e visitas;
- Triangulação e cruzamento de informação, quando se justifique (entidades exteriores; clientes; fornecedores; parceiros; empresas terceiras; “informantes-chave”; etc.);

- Respeito pela confidencialidade, sempre que tal seja exigido;
- Gravação das entrevistas, sempre que se torne necessário;
- Consulta prévia dos “informantes-chave”, sempre que se torne necessário;
- Proporcionar aos responsáveis da empresa, bem como aos “informantes-chave”, a revisão do material fornecido.

## Organização do estudo

### Temas da abordagem ao caso

Deverão ser obtidas e exploradas todas as fontes de evidência (conversas gravadas, questionários, inquéritos, documentos, relatórios ou qualquer outro tipo de documentação), que permitam responder às questões relevantes acima estabelecidas.

### “Informantes - Chave”

Os “Informantes-Chave”, que for possível reunir, deverão constituir-se como um painel de opinião, formado por peritos técnicos reputados no meio, nomeadamente entre os participantes da primeira fase de validação do MAIDNP (painel de especialistas - *Delphi*).

### Organização das matérias a tratar

Organizar antecipadamente a matéria recolhida, para que a narração possa seguir os seguintes passos essenciais:

- Utilização do MAIDNP;
- Interpretação dos resultados obtidos;
- Manutenção do modelo no curto e médio prazo;
- Elaboração das conclusões que permitam confirmar (ou até melhorar) o MAIDNP.

## Definição das questões relevantes

Trata-se do conjunto genérico de questões consideradas relevantes, que foram já utilizadas com êxito junto do Painel de especialistas (*Delphi*), e que nesta fase os “Casos de Estudo” devem assentar nas evidências (documentadas) pretendidas, de modo a revalidar a teoria expressa e, se possível, experimentar a métrica que daí surgiu.

Desta vez, a pontuação representará ou corresponderá a um desempenho empresarial, classificado de acordo com as evidências documentadas, através da seguinte escala de Realização:

- 0 - Realiza quase nada do que necessário
- 1 - Realiza pouco do que é necessário (mas não chega aos mínimos necessários)
- 2 - Realiza alguma coisa (o mínimo indispensável)
- 3 - Realiza muita coisa (o essencial)
- 4 - Realiza tudo o que é preciso

As **Questões Relevantes** serão basicamente as que se apresentam no guião seguinte, conforme Yin, R. K., 1994, Case Study Research, Design and Methods, *Applied Social Research Methods Series*, vol. 5, Sage Publications Inc., Second Edition, 1994, p.63 a 66:

<p><b>Ambiente Sistémico e Estratégico de DNP</b> - trata-se de um nível empresarial macro, o mais elevado e abrangente da decisão estratégica que pode influenciar o processo de concepção e o desenvolvimento de novos produtos. Engloba a interface entre a empresa que promove o Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP) e toda a envolvente externa, no que concerne aos seguintes aspectos:</p> <p>Estratégia e Inovação (BOS - Radical e/ou ROS - Gradual);</p> <p>Incerteza, Análise de Risco e Avaliação de <i>Trade-offs</i>;</p> <p>Mercado e <i>Marketing</i> (“voz do cliente”);</p> <p>Análise da Concorrência: <i>Benchmarking</i>;</p> <p>Política de Globalização.</p> <p><b>Neste contexto, a empresa:</b></p>	
<p>Aborda as questões da inovação, no que concerne ao DNP, de forma sistemática (<i>suportada em métodos de gestão da inovação</i>) e raramente envereda por uma abordagem de tentativa e erro (<i>não suportada por métodos de gestão da inovação</i>)?</p>	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Pratica uma estratégia conhecida por <i>Red Ocean Strategy</i> (ROS)? (<i>ou seja: compete apenas no mercado existente; explora apenas a procura existente; procede correntemente à gestão do trade-off valor/custo; e alinha o seu conjunto de actividades pela escolha estratégia de diferenciação de baixo custo</i>)</p>	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Pratica uma estratégia conhecida por <i>Blue Ocean Strategy</i> (BOS)? (<i>ou seja: cria um espaço de mercado novo, desconhecido e incontestado, tornando a competição irrelevante; cria e captura uma nova procura que ainda não existe; rompe com o trade-off valor/custo; e alinha o seu conjunto de actividades pela escolha estratégia de diferenciação de mais baixo custo</i>)</p>	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Pratica ambas as estratégias <i>Red Ocean Strategy</i> (ROS) e <i>Blue Ocean Strategy</i> (BOS), de forma estratégica? (<i>ou seja, para se obter a melhor interface possível entre a empresa e a envolvente exterior, que se apresenta dinâmica e tende a ser inconstante</i>)</p>	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>

Da actual instabilidade económico-financeira, emana a crise que afecta as economias e os mercados mundiais e, daí, a incerteza e os riscos envolvidos na concepção e desenvolvimento de novos produtos. Neste domínio é reconhecida a necessidade permanente da avaliação de *trade-offs* dos custos em função da duração do projecto de desenvolvimento de novos produtos.

**Neste contexto, a empresa:**

Proceder sistematicamente à análise de risco através de ferramentas específicas?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Proceder à avaliação de <i>trade-offs</i> dos custos dos diversos factores de risco e das respectivas oportunidades?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

O papel desempenhado pelo *marketing*, no desenvolvimento do projecto de DNP, também depende do nível de inovação do produto em questão ou do respectivo projecto, através do *trade-off marketing/custo da qualidade*. O *marketing* realiza essa função, que é a de estabelecer a comunicação permanente entre a empresa e o mercado, fazendo ter a ideia mais clara possível no interior da organização do que se designa por “voz do cliente” (necessidades que o cliente quer ver satisfeitas/requisitos que o cliente pretende obter).

**Neste contexto, a empresa:**

Possui uma função “Marketing”, associada ao DNP?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
--------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Interage de uma forma permanente e sistemática com o cliente, no sentido de permitir receber sugestões importantes? (ou seja, que permitam uma validação construída passo a passo com o projectista, resultando daí a evolução do produto sob a forma de protótipos funcionais intermédios ou outros)	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Uma empresa possui a capacidade de efectuar “*benchmarking*”, englobando não só a análise interna como a comparação externa, em que os mais relevantes indicadores de desempenho são comparados e devidamente valorizados fornecendo valiosa informação. Esta comparação relativa cria na empresa a necessidade de alterar processos internos, sendo que, inclusivamente, se adaptam processos dos “concorrentes” com o objectivo de reduzir os custos dos seus produtos, aumentando assim a sua competitividade nos mercados onde actuam.

<b>Neste contexto, a empresa:</b>			
Efectua uma prática sistemática de realização de actividades de <i>benchmarking</i> ?		<b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
Pratica formas sistemáticas de avaliação de desempenho próprio e de comparação externa?		<b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
<p>Podem considerar-se estratégias de globalização tanto as que concernem à deslocalização de muitas das suas funções, como da penetração dos mercados das marcas e dos novos produtos. No primeiro caso, o termo “<i>offshoring</i>” deve ser entendido como uma operação de deslocalização que ocorre quando uma empresa (ou algumas das suas valências) migra, estrategicamente, para outras áreas geográficas por via de vantagens diversas, como e.g.: mão-de-obra mais barata; preço da energia; nível tributário ou outras. Quanto ao segundo caso, a complexidade da arquitectura da organização do desenvolvimento global de um produto relaciona-se com a estrutura, em termos de fornecedores, ligações, e constrangimentos tanto do produto, como do sistema, do processo ou do elemento.</p> <p><b>Neste contexto, a empresa pratica uma política de:</b></p>			
<i>Outsourcing</i> ?	<i>Offshoring</i> ?	<i>Outsourcing e Offshoring</i> ?	Globalização?
<b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
<p><b><u>Cultura Organizacional das empresas que promovem o DNP</u></b> - encontra-se ao nível das áreas e domínios organizacionais e reflecte as capacidades internas da organização de: funcionamento multidisciplinar e de sistemática partilha do conhecimento e informação; participação colaborativa em rede e do estabelecimento de alianças e parcerias estratégicas; inovação permanente, tanto em inovação aberta como em situação de co-inovação; competição e resistência perante a concorrência, ou seja, aliada à partilha e colaboração, existe uma cultura de competitividade.</p> <p><b>Neste contexto, a empresa:</b></p>			
Constitui correntemente equipas multidisciplinares ou multifuncionais em projectos de DNP, suportada por uma organização do tipo matricial ( <i>cross-functional</i> )?		<b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	

Produce impacto positivo nas organizações de: produtores; fornecedores; distribuidores e outros envolvidos nos novos produtos concebidos, a partir da partilha de conhecimento e informação no âmbito do DNP?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Promove a formação de equipas colaborativas, podendo estas incluir os funcionários da organização, os fornecedores e os clientes?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Assume a existência de alianças estratégicas com fabricantes, a montante na cadeia de valor ou com os seus fornecedores?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Assume a existência de alianças estratégicas com clientes situados a jusante da respectiva cadeia de valor?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Assume a existência de alianças estratégicas com ambos os elementos referidos nas duas questões anteriores?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Assume a partilha de novas ideias e abordagens de diferentes fontes internas e externas, integrados numa plataforma, a fim de gerar novos processos organizacionais e valores compartilhados?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Inclui no seu núcleo de co-inovação: envolvimento dos parceiros; co-criação e experiência conjunta de criação de valor?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Assume a transformação de ideias em produtos qualitativamente melhores e mais apetecíveis que os dos concorrentes, devidamente reconhecidos aos olhos do mercado e dos consumidores finais?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Realiza a questão anteriormente focada de forma sistemática, permanente, rápida e barata?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p><b><u>Princípios Organizacionais das empresas que promovem o DNP</u></b> - encontra-se ao nível das áreas e domínios organizacionais e a par da sua cultura específica encontram-se os princípios doutrinários e filosóficos partilhados por toda a organização, no que concerne: ao respeito pela legislação inerente ao produto; à normalização e ao respeito pelas certificações de qualidade do produto e dos processos; ao seguimento das normas de qualidade, ambientais e de higiene e segurança. Refere-se ainda um princípio básico de combate ao desperdício por via da prática de um pensamento <i>lean</i> e, finalmente, uma prática de maximização da</p>	

<p>eficiência e produtividade.</p> <p><b>Neste contexto, a empresa:</b></p>		
<p>Respeita a legislação em vigor, inerente aos novos produtos?</p>		<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Normaliza os seus processos de concepção e desenvolvimento de novos produtos?</p>		<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Exige os mesmos princípios dos seus fornecedores, no que concerne à questão anteriormente focada?</p>		<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Possui sistemas de gestão de qualidade, de gestão ambiental e de higiene e segurança no trabalho, respectivamente, de acordo com as normas:</p>		
<p>NP ISO 9001:2008?</p> <p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>	<p>NP ISO 14001:2004?</p> <p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>	<p>OHSAS 18001:2007?</p> <p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Assume o combate à burocracia, à redução de desperdícios, à obtenção de uma produção eficiente com um mínimo de recursos, à redução e compressão de tempo, de espaço e de custo? <i>(ou seja, as preocupações integráveis no que actualmente se designa por pensamento lean ou lean thinking)</i></p>		<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Assume as preocupações integráveis ao pensamento <i>lean</i>, de uma forma sistemática e permanente?</p>		<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Tende a maximizar a sua própria eficiência, de forma permanente e sistemática?</p>		<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Tende a medir o seu próprio desempenho e produtividade, de forma permanente e sistemática?</p>		<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>

<p>É possível que a interação entre o Ambiente Sistémico e Estratégico do DNP, a Cultura e os Princípios Organizacionais das empresas que promovem DNP, seja um factor de impacto neste tipo de organizações.</p> <p><b>Neste contexto, a avaliação evidencia que:</b></p>	
A Cultura Organizacional da empresa é mais importante que os seus Princípios Organizacionais?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Os Princípios Organizacionais da empresa são mais importantes que a sua Cultura Organizacional?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
A Cultura Organizacional e os Princípios Organizacionais têm igual importância para a empresa?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
O Ambiente Sistémico e Estratégico do DNP tem impacto significativo na Cultura Organizacional da empresa?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
O Ambiente Sistémico e Estratégico do DNP tem impacto significativo nos Princípios Organizacionais da empresa?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p><b>Áreas e Domínios Processuais do DNP</b> - trata-se do nível empresarial micro, ou seja, o nível operacional onde são postas em prática as ideias de novos produtos, a sua concepção, desenvolvimento dos respectivos projectos, protótipos, arranque e acompanhamento inicial da produção. É definida a organização do próprio projecto, seja ela do tipo sequencial, concorrente (engenharia simultânea, <i>Stage-Gate</i>® ou outra, bem como as linhas mestras da sua gestão). Após análise <i>de trade-offs</i> face aos prazos, custos, etc., é definido o nível de qualidade do produto e dos processos tecnológicos necessários ao DNP.</p> <p><b>Neste contexto, a avaliação evidencia que:</b></p>	
Possui área ou áreas específicas e/ou multifuncionais de inovação e DNP?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Opta por uma gestão de projectos de DNP do tipo sequencial?	<p><b>Nível de Realização</b></p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>

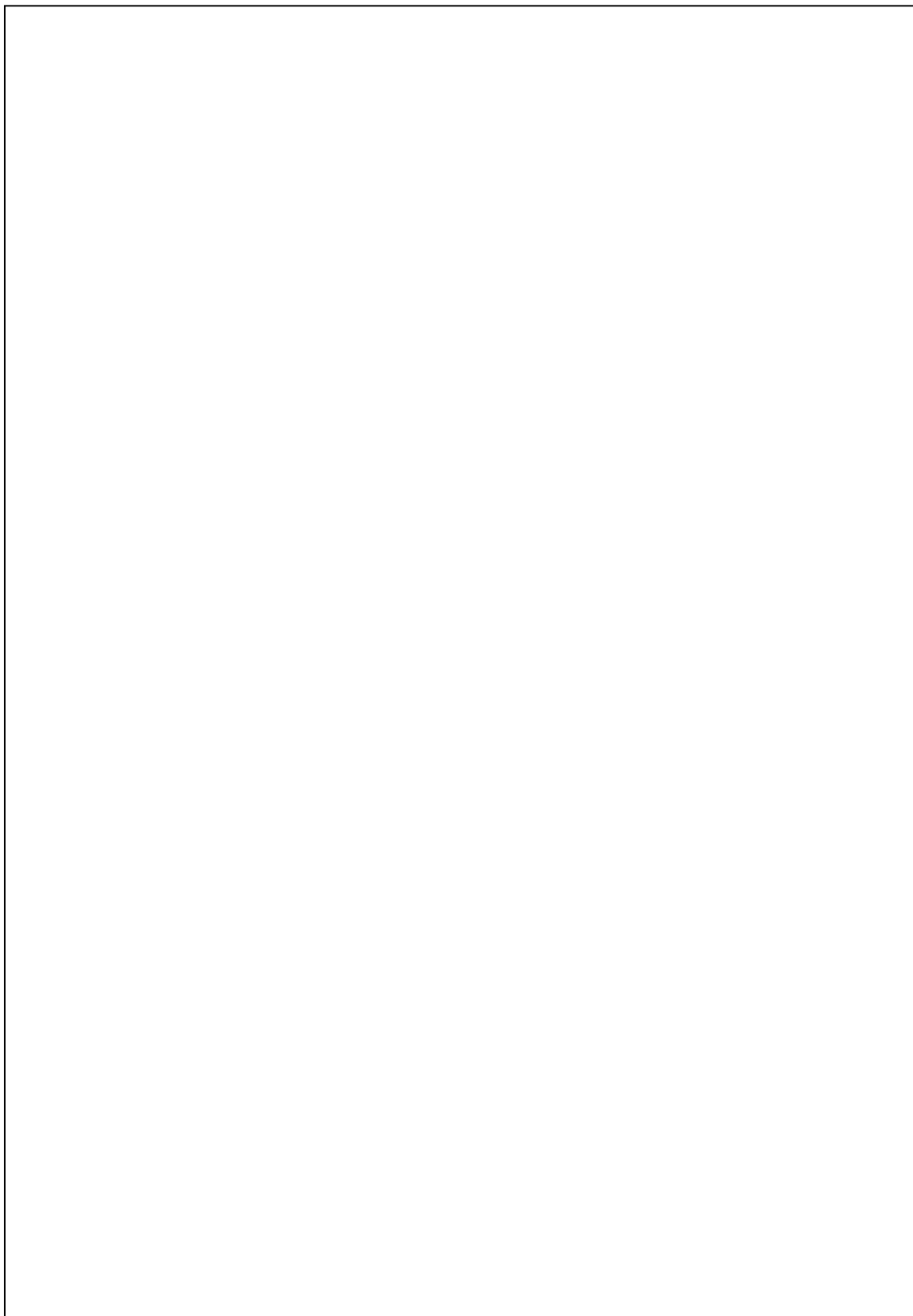
<p>Opta por uma gestão de projectos de DNP concorrente (<i>ou seja, por processos de engenharia simultânea</i>)?</p>	<p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 ○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Assume uma gestão <i>Stage-Gate</i>® quando os novos produtos a desenvolver possuem elevado grau de incerteza, e em qualquer momento se pode interromper ou abandonar o projecto de DNP, com o mínimo prejuízo possível? (<i>Neste tipo de gestão de projecto, as portas (gates) devem ser empregues para assegurar que o produto em desenvolvimento nas várias etapas (stages) está em conformidade com os objectivos do negócio</i>).</p>	<p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 ○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Tem capacidade de por em prática as necessidades e desejos dos clientes e dos fornecedores, para a definição dos parâmetros de qualidade do novo produto?</p>	<p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 ○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Possui ou tem acesso (<i>nas suas diversas valências e especialidades, capaz de satisfazer as necessidades do projecto, processos e resolução de problemas de várias tipologias</i>) a uma rede de:</p>	
<p>Engenharia?</p> <p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 ○ ○ ○ ○ ○</p>	<p>Meios tecnológicos?</p> <p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 ○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>É possível que a interacção entre as Áreas e Domínios Processuais do DNP, a Cultura e os Princípios Organizacionais das empresas que promovem DNP, seja um factor de impacto neste tipo de organizações.</p> <p><b>Neste contexto, a avaliação evidencia que:</b></p>	
<p>A Cultura Organizacional da empresa tem impacto significativo nas Áreas e Domínios Processuais do DNP?</p>	<p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 ○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Os Princípios Organizacionais da empresa têm impacto significativo nas Áreas e Domínios Processuais do DNP?</p>	<p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4 ○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Na concepção e desenvolvimento de novos produtos, ocorrem problemas de diversa natureza, que têm de ser resolvidos de modo a que o projecto de DNP seja concluído com êxito. Destacam-se problemas: de natureza inventiva; de natureza criativa; de adaptabilidade do produto; com requisitos de satisfação dos clientes e com a exigência dos requisitos de uma</p>	

<p>produção sem defeitos. Para tanto, a empresa possui ou tem acesso em rede ao ferramental disponível, capaz de fornecer soluções interessantes para os problemas que se colocam.</p> <p><b>Neste contexto, a avaliação evidencia que:</b></p>		
<p>Possui um portfólio de casos resolvidos, de tal modo que quando surge um determinado problema, permite usar a ferramenta CBR (<i>Case Based Reasoning</i>) que se destina a resolver novos problemas, adaptando soluções utilizadas na resolução de problemas anteriores?</p>		<p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Utiliza as seguintes ferramentas, na procura da resolução de problemas inerentes ao DNP:</p>		
<p>TRIZ?</p> <p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>	<p>Projecto Modular?</p> <p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>	<p>Projecto Axiomático?</p> <p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Projecto Robusto?</p> <p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>	<p>Projecto de Tolerâncias?</p> <p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>	<p>DFSS (<i>Design for Six Sigma</i>)?</p> <p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Utiliza o cruzamento das ferramentas TRIZ e QFD (<i>Quality Function Development</i>)?</p>		<p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Utiliza a ferramenta Projecto Criativo, com recurso a analogias biológicas ou outras?</p>		<p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Efectua o cruzamento da ferramenta Projecto Criativo com as ferramentas: DOE (Planeamento de Experiências); DFX (Projecto para a Excelência) ou análise de <i>Pugh</i>?</p>		<p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Considera a existência de uma relação entre o envolvimento dos fornecedores (ferramenta SDI ou <i>Suppliers Design Involvement</i>) e o Projecto Modular?</p>		<p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>Considera a existência de uma relação entre o envolvimento dos fornecedores (ferramenta SDI ou <i>Suppliers Design Involvement</i>) e o Projecto Axiomático?</p>		<p><b>Nível de Realização</b> 0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>

Efectua o cruzamento da ferramenta Projecto Axiomático com as ferramentas: DOE (Planeamento de Experiências); DFX (Projecto para a Excelência) ou análise de <i>Pugh</i> ?	<p>Nível de Realização</p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Efectua o cruzamento entre o Projecto Axiomático e a utilização das ferramentas SDI e QFD ( <i>Quality Function Development</i> )?	<p>Nível de Realização</p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Efectua o cruzamento da ferramenta DFSS com as ferramentas: DOE (Planeamento de Experiências); DFX (Projecto para a Excelência) ou análise de <i>Pugh</i> ?	<p>Nível de Realização</p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Efectua o cruzamento entre o DFSS e a utilização das ferramentas SDI e QFD ( <i>Quality Function Development</i> )?	<p>Nível de Realização</p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Efectua o cruzamento entre as ferramentas DFSS e Projecto de Tolerâncias?	<p>Nível de Realização</p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
Utiliza ferramentas de apoio à decisão, tais como: o AHP ( <i>Analytical Hierarchy Process</i> ) ou o painel <i>Delphi</i> , no caso de se encontrar mais do que uma solução válida na utilização de ferramentas de seriação?	<p>Nível de Realização</p> <p>0 1 2 3 4</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>

## Outras áreas e domínios relevantes a mencionar

Caso se entender necessário, devem indicar-se outros aspectos que se entendam relevantes e até essenciais, que não tenham sido aqui referenciados ou previstos, não deixando de se indicar o respectivo índice de realização a atribuir.



## Elaboração do texto final

De modo a ser possível elaborar o texto final, que irá integrar na tese em elaboração, deverão se seguidas as seguintes directrizes:

- O texto final não deverá, em princípio, exceder 6 páginas em média por cada “caso de estudo”, de acordo com o estilo pré-definido para a elaboração da própria tese;
- Ter bem presente que se trata de um “caso de estudo”, cuja finalidade será a de validar o MAIDNP, e testá-lo na aferição de empresas que concebem e desenvolvem novos produtos, de tal modo que a narração deverá (mantendo a fidelidade às evidências que se encontram no meio empresarial) preparar as conclusões finais que permitirão atingir, **se possível**, os objectivos traçados;
- Dado tratar-se de um documento científico, deverão assinalar-se as citações e os suportes teóricos necessários;
- Assinalar o historial da organização e associá-la aos novos produtos desenvolvidos
- Destacar os novos produtos desenvolvidos; fotografar os mais importantes com a descrição possível;
- Tentar detectar algum novo produto que se possa considerar disruptivo;
- Destacar as conclusões que permitem revalidar e testar a utilidade do “MAIDNP”.



## CONSULTORIA TÉCNICA



# Os negócios do petróleo do grupo ISQ

**Contrato firmado em Abu Dhabi abre novas perspectivas de negócio ao grupo português**

Presente em Abu Dhabi desde 2007, o grupo ISQ está a participar na construção de laboratórios do Instituto de Petróleo FOTO CALLE MONTESCORVOS

2013 poderá ter ficado na história do grupo ISQ como o ano a partir do qual o Médio Oriente passou a assumir um peso significativo nos seus negócios internacionais.

Tudo graças a um contrato assinado recentemente em Abu Dhabi através do qual este grupo português — que presta serviços de inspeção, ensaio, formação e consultoria técnica — está a participar na construção e operação dos laboratórios do Centro de Investigação do Instituto de Petróleo. Na sequência desse contrato surgiu já o convite para apresentar uma proposta para o laboratório de Biocorrosão, também para o Instituto de Petróleo, entidade que tem sede em Abu Dhabi e se dedica ao ensino de engenharia e à investigação aplicada no domínio da energia.

A expectativa é que a partir deste projeto desenvolvido na capital dos Emirados Árabes Unidos surjam outras oportunidades, o que tem levado o ISQ a apostar na prospeção de negócios na região. Presente em Abu Dhabi desde 2007, o grupo firmou uma parceria com uma empresa local, a Sultan International Holdings, designada ISQ Sultan, que será o centro operacional para as atividades noutros países da região.

“O volume de propostas colocadas no Médio Oriente tem aumentado, em particular no segundo semestre, com mais de 610 milhões de novas propostas”, refere fonte oficial do grupo ISQ.

Este grupo, criado em 1966, iniciou a sua internacionalização há 30 anos, privilegiando a presença em mercados de forte exportação de petróleo e gás, em especial Angola, Argélia, Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos, Moçambique, Noruega e Qatar. Presente em 17 países, teve, em 2012, 54,6% do seu volume de negócios proveniente da atividade internacional, sendo que no ano passado esse peso terá ultrapassado os 60%.

O grupo ISQ esteve ligado à construção de muitas unidades industriais em Portugal, desde centrais de energia térmica ou eólica a refinarias, petroquímicas e papeleiras

De forma a organizar a sua estratégia internacional, constituiu empresas específicas para a África subsariana, norte de África, Golfo Pérsico, Europa e Brasil. Conta com 17 empresas no exterior e em Portugal participa em 21. E tem cerca de 1300 colaboradores, dos quais 800 em Portugal sendo que mais de 50% dos seus quadros têm formação em engenharia.

Em 2013, os seus resultados operacionais terão atingido €2 milhões. A nível de lucros, a previsão é que tenham ficado nos €600 mil — menos de metade dos €1,3 milhões registados em 2012. Entre os projetos internacionais que

tem em mãos, destaca-se a montagem de um novo laboratório de metrologia na Argélia com um investimento de cerca de €960 mil. No Brasil foram adjudicados pela Petrobras dois novos contratos na área de exploração de petróleo da bacia de Campos e da bacia de Espírito Santo num valor superior a €3,5 milhões. Ao longo de 2013, o grupo foi também escolhido para inspecionar o gasoduto da Matola, o primeiro gasoduto construído em Moçambique após a descoberta de grandes reservas de gás natural no país, assim como para assegurar a prevenção de problemas do projeto europeu de construção do maior telescópio do mundo. Por outro lado, no âmbito do apoio às empresas portuguesas foi criada, no Brasil, a Q3A Serviços de Engenharia Ambiental, Ruído e Vibrações, em parceria com duas outras empresas portuguesas (a Sondar e a Dblab).

## Presente nas grandes obras em Portugal

Embora desconhecido da generalidade dos portugueses, o grupo ISQ esteve ligado, no longo dos últimos anos, à construção de grande parte das unidades industriais em Portugal, desde centrais de energia térmica ou eólica a refinarias, petroquímicas e papeleiras.

A sua presença fez-se também notar em serviços de inspeção variados, nomeadamente nos elevadores, onde fre-

quentemente aparece a sigla ISQ associada aos certificados de inspeção periódica. Aliás, os seus administradores dizem que o grupo tem todas as condições para ser um “braço técnico do Estado” nomeadamente em áreas relacionadas com a defesa do consumidor e em inspeções obrigatórias.

Entre os projetos relevantes em curso em Portugal destaca-se o investimento de €4,5 milhões num centro de ensaios em Castelo Branco que deverá arrancar em breve e que já tem encomendas fechadas com a brasileira Embraer. A ideia é transformar este espaço num centro de competências do setor aeronáutico mas que servirá também para fornecer serviços tecnológicos aos setores espacial, energético, petroquímico, automóvel e naval.

Por outro lado, lançou uma empresa, a Blustabil, que realiza ensaios de estudos de estabilidade de medicamentos e que oferece espaço condicionado (temperatura e humidade) partilhado por vários clientes, reduzindo assim substancialmente o custo final do ensaio dos medicamentos. E está também a desenvolver um projeto de cultivo de vegetais sem exposição solar.

O grupo tem também um fundo de capital de risco, o ISQ Capital, com investimentos em 12 empresas de base tecnológica e participa na sociedade financeira ASK — Advisory Services Capital.

PEDRO LIMA  
plima@expresso.imprensa.pt

## Um grupo privado que muitos pensam que é público

Apesar da forte presença em Portugal e também a nível internacional, ainda há muita gente a pensar que o grupo ISQ é um instituto público, por causa da sua designação original, Instituto de Soldadura e Qualidade. Criado em 1965 por empresas como a Sorefame, Sacor, EDP ou Galp e por algumas pessoas ligadas a universidades, surgiu para fazer face à necessidade de formação de pessoal na indústria metalomecânica, nomeadamente soldadores. Hoje, dedica-se a um conjunto diversificado de negócios e mercados, prestando serviços de inspeção, ensaio, formação e consultoria técnica e assumindo-se como especialista na transferência de tecnologia para países emergentes ricos em recursos energéticos. É detido por uma associação privada que controla algumas sociedades anónimas e cujos membros reúnem em assembleia geral. Além da administração, composta por quatro elementos (Manuel Cruz, o presidente, e José Oliveira Santos, Jacinto Rito e Joaquim Guedelha), tem também um conselho geral, do qual fazem parte representantes da ADP (Adubos de Portugal), EDP, REN, Instituto do Emprego e Formação Profissional, LNEC — Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Galp, Portucel e Sonangol. Nos últimos cinco anos, exportou mais de €200 milhões.

## ISQ EM NÚMEROS

# 90

milhões de euros foi o volume de negócios em 2012

# 60%

é a percentagem do volume de negócios obtida no exterior

# 600

mil euros é a previsão dos lucros obtidos em 2013. Em 2012 tinham sido de €1,3 milhões

# 2

milhões de euros é o valor aproximado dos resultados operacionais em 2013. O EBITDA terá atingido cerca de €6 milhões

**Nota:** o grupo empresarial em questão - Grupo ISQ - não requereu confidencialidade, mas a empresa referente ao 1º caso de estudo sim. Por uma questão de uniformização da estrutura da tese, optou-se por não referir este grupo nos Capítulos 6 e 7 do trabalho, apesar de figurar deste anexo.