

Dissertação realizada sob a orientação de

Carlos Manuel Pereira Cabrita

Professor Catedrático do Quadro

Departamento de Engenharia Electromecânica

Universidade da Beira Interior

Dedico esta dissertação
à minha falecida avó Maria Paulos Antunes,
ao meu irmão Albino Luís Carrilho Simões Vaz,
e aos meus pais Domingos Simões Vaz e
Maria Augusta Antunes Carrilho.

RESUMO

Nesta dissertação apresenta-se um estudo bastante desenvolvido sobre as bases probabilísticas e estatísticas da filosofia de gestão Seis Sigma, justificando-se não só a introdução do factor 1,5 como forma de equivalência entre os números de defeitos por milhão de oportunidades na distribuição normal, mas também a definição dos diversos níveis seis sigma. Como aplicação directa desta filosofia, descreve-se o modelo de Desempenho de Negócios Seis Sigma e apresenta-se, em pormenor, a filosofia de Manutenção Industrial Seis Sigma, definindo-se um conjunto de indicadores de desempenho técnico e económico a serem utilizados, assim como um novo factor de correcção a ser considerado nas Cartas de Desempenho. A finalizar, faz-se a aplicação prática da Manutenção Industrial Seis Sigma à determinação do desempenho da Função Manutenção, para o período temporal compreendido entre 2003 e 2007, de uma unidade fabril do sector automóvel, integrada num grande grupo multinacional de origem americana.

Palavras-chave:

Seis Sigma, Defeitos por Milhão de Oportunidades, Nível Seis Sigma, Carta de Desempenho, Desempenho de Negócios Seis Sigma, Manutenção Industrial Seis Sigma.

ABSTRACT

This M.Sc. Thesis presents a developed study concerning both probabilistic and statistic basis related to the Six Sigma management philosophy, justifying not only the introduction of the factor 1.5 as an equivalence between the number of defects per million opportunities in the normal distribution but also the definition of the various six sigma levels. As a direct application of this philosophy, it also describes the Six Sigma Business Scorecard model and is presented in detail the philosophy of Six Sigma Industrial Maintenance Scorecard, setting up a set of technical and economic key performance indicators to be used, as well as a new correction factor to be considered in the Scorecards. Finally, a practical application of Six Sigma Industrial Maintenance is made to determine the performance of the Maintenance Function concerning the time period between 2003 and 2007, for a plant of the automotive sector, as a part of a large American multinational group.

Keywords:

Six Sigma, Defects per Million Opportunities, Six Sigma Level, Scorecard, Six Sigma Business Scorecard, Six Sigma Maintenance Scorecard.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor C. Pereira Cabrita, meu orientador científico, por todo o seu apoio e disponibilidade.

À empresa DELPHI PACKARD Sistemas Eléctricos SA, da Guarda, principalmente ao Departamento de Manutenção, na pessoa do Engenheiro Hélder e restantes colaboradores, por todo o apoio concedido relativamente aos dados e informações solicitados.

Ao Departamento de Engenharia Electromecânica da Faculdade da Engenharia da Universidade da Beira Interior, pelas facilidades concedidas para a elaboração deste trabalho.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação encontra-se estruturada em três partes, PARTE 1, PARTE 2 e PARTE 3, designadas respectivamente por FILOSOFIA SEIS SIGMA, CASO PRÁTICO: MULTINACIONAL DO SECTOR AUTOMÓVEL, e CONSIDERAÇÕES FINAIS, encontrando-se cada uma das partes dividida, por sua vez, em capítulos e sub-capítulos, cujos números de ordem se encontram precedidos pelo número de ordem da PARTE onde se encontram inseridos, ou seja, por exemplo o capítulo 1.3 é o capítulo número 3, inserido na PARTE 1. Relativamente às figuras e quadros, utilizou-se o mesmo figurino, isto é, o número de ordem de cada figura ou quadro encontra-se precedido pelo número de ordem da PARTE onde estão inseridos. No final da Dissertação incluem-se as Referências Bibliográficas e Netgráficas, ordenadas numericamente pela ordem em que são citadas ao longo do texto, sendo as citações apresentadas convencionalmente através da utilização de parêntesis rectos. Quanto às 3 partes em que se estrutura este trabalho, são abordados os seguintes temas:

- PARTE 1 – Conceitos da filosofia de gestão Seis Sigma e respectivas bases probabilísticas e estatísticas; conceitos e definições de Defeitos por Unidade, de Defeitos por Oportunidade, e Defeitos por Milhão de Oportunidades; determinação prática dos níveis sigma; metodologias de implementação; caracterização das filosofias Sigma Magra e *Six Sigma Business Scorecard*; desenvolvimento e metodologias de implementação da filosofia *Six Sigma Maintenance Scorecard* (Manutenção Industrial Seis Sigma); conceitos de capacidade e capabilidade dos processos produtivos.
- PARTE 2 – Descrição geral da unidade fabril do sector automóvel, Delphi da Guarda; objectivos, características e organização do seu modelo de manutenção; descrição do seu equipamento e dos ensaios de conformidade das cablagens eléctricas; proposta de adopção e cálculo dos níveis sigma da manutenção industrial seis sigma da unidade fabril.
- PARTE 3 – Considerações finais sobre as vantagens das filosofias seis sigma; apresentação de sugestões para trabalhos futuros.

ÍNDICE GERAL

PARTE 1 – FILOSOFIA SEIS SIGMA

1.1. INTRODUÇÃO	1
1.2. CONCEITO DA FILOSOFIA SEIS SIGMA	1
1.3. BASES PROBABILÍSTICAS E ESTATÍSTICAS	2
1.4. CONCEITOS E DEFINIÇÕES DE <i>DPU</i> , <i>DPO</i> E <i>DPMO</i>	9
1.4.1. Distribuição de Poisson	9
1.4.2. Defeitos Por Unidade <i>DPU</i>	10
1.4.3. Defeitos Por Oportunidade <i>DPO</i>	12
1.4.4. Defeitos Por Milhão de Oportunidades <i>DPMO</i>	13
1.5. DETERMINAÇÃO PRÁTICA DO NÍVEL SIGMA	13
1.6. CUSTOS DE MÁ QUALIDADE	17
1.7. SUCESSO SEIS SIGMA	17
1.8. ORGANIGRAMA DO GRUPO SEIS SIGMA	18
1.9. DMAIC E DMADV	20
1.9.1. Implementação do programa	21
1.10. SIGMA MAGRA	22
1.10.1 Manutenção Industrial Magra	24
1.11. <i>SIX SIGMA BUSINESS SCORECARD</i>	31
1.11.1 Características gerais	31
1.11.2 Determinação do Nível Seis Sigma	33
1.11.2.1 Grandes e Médias Empresas	33
1.11.2.2 Exemplos das Empresas <i>Dow Jones</i>	40
1.11.2.3 Pequenas Empresas	43
1.12. MANUTENÇÃO INDUSTRIAL SEIS SIGMA	46
1.12.1 Características gerais	46
1.12.2 Implementação	48
1.12.3 Indicadores Parciais de Desempenho	49
1.12.4 Determinação do Nível Seis Sigma (<i>Maintenance Scorecard</i>)	52
1.13. ÍNDICES DE "CAPACIDADE" E "CAPABILIDADE" DOS PROCESSOS	57
1.14. PROPOSTA DE CORRECÇÃO DO NÍVEL SEIS SIGMA	59

PARTE 2 – CASO PRÁTICO: MULTINACIONAL DO SECTOR AUTOMÓVEL

2.1. DESCRIÇÃO DA UNIDADE FABRIL	65
2.2. CARACTERÍSTICAS DO MODELO DE MANUTENÇÃO	67
2.2.1. Organização estrutural	67
2.2.2. Recursos humanos	68
2.2.3. Suporte informático	69
2.2.4. Procedimentos administrativos	70
2.3. OBJECTIVOS DA MANUTENÇÃO	73
2.4. ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO	74
2.5. DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO INDUSTRIAL	79
2.5.1. Procedimentos do programa de teste nos diversos Departamentos	79
2.5.2. Descrição das Mesas de Controlo Eléctrico	82
2.5.3. Constituição dos módulos	82
2.5.4. Constituição de pinos e cargas aplicadas	83
2.5.5. Testes de Controlo	84
2.5.5.1. Teste electrónico	84
2.5.5.2. <i>Leak Test</i>	85
2.5.5.3. <i>Push Test</i>	85
2.5.5.4. Teste especial	88
2.5.5.5. Teste terminal OK / não OK	89
2.5.6.6. Teste travão aberto / fechado	89
2.5.6.7. <i>Teste Short</i>	90
2.5.6. Funcionamento dos módulos existentes	90
2.5.6.1. Módulo da ABAD	90
2.5.6.2. Módulo da DINEFER	90
2.5.6.3. Módulo da TSK	91
2.5.6.4. Módulo da EMDEP	92
2.5.7. Programação, aquisição e interface	93
2.5.7.1. Programação em EDCAB	93
2.5.7.2. <i>Rack</i>	93

2.5.7.3. Sistema de teste de cablagem	95
2.6. DETERMINAÇÃO DA <i>MAINTENANCE SCORECARD</i>	98
PARTE 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	
3.1. GENERALIDADES	100
3.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E NETGRÁFICAS	103