



**UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR**

**Departamento de Engenharia Electromecânica**

**PARADIGMAS DE GESTÃO DE CADEIAS DE ABASTECIMENTO  
E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO: O CASO PARTICULAR DO  
PARADIGMA VERDE NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL**

***Joana Teixeira Alberto***

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em  
Engenharia e Gestão Industrial

Covilhã, 2010



**UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR**

**Departamento de Engenharia Electromecânica**

**PARADIGMAS DE GESTÃO DE CADEIAS DE ABASTECIMENTO  
E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO: O CASO PARTICULAR DO  
PARADIGMA VERDE NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL**

***Joana Teixeira Alberto***

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em  
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Susana Maria P. Garrido Azevedo

*aos meus pais*

## **Agradecimentos**

Agradeço à minha orientadora, Professora Doutora Susana Azevedo pela disponibilidade, apoio e compreensão.

Também agradeço a simpatia e disponibilidade das empresas, elemento essencial para a realização deste trabalho.

A todos os professores com o qual tive contacto ao longo destes anos académicos e que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

Aos meus pais e irmã que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse a esta etapa da minha vida.

Ao Filipe Portugal pela paciência e apoio ao longo destes anos.

Aos meus amigos e colegas pela ajuda, incentivo e camaradagem demonstrada ao longo destes anos.

## Resumo

Uma boa gestão da cadeia de abastecimento é crucial quando se pretende estar ao nível da concorrência. Num ambiente de incerteza cada vez mais as cadeias de abastecimento necessitam de adoptar novos paradigmas que as ajudem a ser mais competitivas.

Os paradigmas lean, ágil, resiliente e verde são abordados neste trabalho e são apresentadas as suas características e atributos mais relevantes, bem como o seu impacto/consequências na cadeia de abastecimento.

Devido à extrema importância que é dada aos impactos ambientais, este trabalho apresenta como principal enfoque paradigma verde, propondo um modelo conceptual para avaliar a influência de práticas verdes no desempenho da cadeia de abastecimento. O modelo proposto apresenta algumas práticas verdes e medidas de desempenho, com a finalidade de estudar a influência desse tipo de práticas no desempenho de uma cadeia de abastecimento. Também são estudadas as medidas que melhor reflectem a influência das práticas verdes no desempenho das cadeias.

Para identificar estas relações, cinco proposições foram sugeridas e estudadas com base em oito empresas da indústria automóvel. A análise dos dados, permitiu descobrir quais as práticas verdes e medidas de desempenho consideradas mais importantes para os gestores das cadeias de abastecimento em estudo e quais as que são efectivamente utilizadas.

Com os resultados deste estudo, conclui-se que as práticas verdes influenciam o desempenho das cadeias de abastecimento e que para os entrevistados algumas das práticas e das medidas de desempenho são importantes para que a cadeia de abastecimento se torne mais verde.

**Palavra-chave:** gestão da cadeia de abastecimento; lean, ágil, resiliente, verde; medidas de desempenho, casos de estudo, indústria automóvel.

## **Abstract**

It is essential a good supply chain management to be at the same level of the concurrence. In an uncertain environment the supply chain need to adopt new paradigms to help them to be more competitive.

The paradigms lean, agile, resilient and green are focused in this work and the main characteristics and attributed are described as well as their impact on the supply chain.

Knowing the extreme importance attributed to the environmental impacts, this work focus on the green paradigm, and a conceptual model is proposed to measure the influence of the green practices on the supply chain performance. This model presents some green practices and also some performance measures in order to, study the influence of these practices on the supply chain performance. Also it is studied which are the measures that better reflect this kind of influence.

These kinds of relations were translated into five propositions and tested in a qualitative case study approach. Data analysis allows to discover which were the green practices and also the performance measures considered more important to the supply chain managers of the studied companies and which of them are really used.

The main conclusion of this study is that the green practices influence the performance of the supply chains. The interviewed considered also that some particular practices are very important to the supply chains to be considered greener.

**Keywords:** supply chain management, lean, agile, resilient, green, performance measures, case study, automotive industry.

# Índice

1. Enquadramento.....	1
1.1. Objectivo.....	2
1.2. Estrutura do trabalho.....	3
2. Referencial Teórico.....	5
2.1. Cadeias de Abastecimento.....	5
2.2. Paradigmas na Gestão de Cadeias de abastecimento.....	9
2.3. Atributos dos paradigmas.....	25
3. Sistemas de avaliação de desempenho.....	29
3.1. Desempenho em cadeias de abastecimento.....	36
4. Metodologia.....	41
4.1. Modelo conceptual proposto.....	41
4.2. Recolha de dados.....	45
4.3. Análise de dados.....	45
5. Estudo de caso.....	49
5.1. Perfil das empresas.....	49
5.2. Práticas verdes em cadeias de abastecimento.....	50
5.3. Desempenho em cadeias de abastecimento.....	55
6. Conclusão.....	60
Bibliografia.....	62
Anexo A.....	73

## Índice de Figuras

Figura 1: A vantagem competitiva e os "Três Cs" .....	7
Figura 2: As cinco palavras-chave para definir a gestão da cadeia de abastecimento.....	8
Figura 3: Cadeias de abastecimento ágil.....	14
Figura 4: Medidas e métricas de quatro ligações de base de uma cadeia de abastecimento: plano, fonte, fazer / produção e entregar .....	30
Figura 5:Resumo das etapas da metodologia.....	41
Figura 6: Modelo Conceptual proposto da influência das práticas verdes nas medidas de desempenho das cadeias de abastecimento.....	42
Figura 7: Análise cruzada da percepção da importância das práticas de verde para que seja considerada uma cadeia de abastecimento verde .....	52
Figura 8: Nível de implementação das práticas verde .....	55
Figura 9: Percepção sobre as medidas de desempenho que melhor reflectem a influência de práticas verdes no desempenho das cadeias de abastecimento. ....	56
Figura 10: Nível de implementação de medidas de desempenho vs medidas consideradas mais importantes .....	58
Figura 11: Nível de implementação de medidas de desempenho pelas empresas.....	59

## Índice de tabelas

Tabela 1: Definição de Gestão de Cadeias de Abastecimento na década de 90.....	6
Tabela 2: Estratégias de cadeias de abastecimento resilientes .....	18
Tabela 3: Diferenciação entre Lean, Ágil, Verde, Resiliente .....	26
Tabela 4: Principais práticas dos paradigmas lean, ágil, resiliente e verde .....	28
Tabela 5: Lista dos principais indicadores de desempenho na Gestão de Cadeias de Abastecimento .....	32
Tabela 6: Medidas de desempenho .....	33
Tabela 7: Medidas de desempenho num contexto de cadeias de abastecimento.....	40
Tabela 8: Características das empresas.....	49
Tabela 9: Percepção individual e agregada sobre o nível de importância das seguintes práticas para que uma cadeia de abastecimento seja considerada verde .....	51
Tabela 10: Nível de implementação individual e agregada das práticas verdes.....	54
Tabela 11: Percepção sobre as medidas de desempenho que melhor reflectem a influência de práticas verdes desempenho da cadeia.....	57
Tabela 12: Implementação de medidas de desempenho .....	57

## 1. Enquadramento

Ayers (2001) define cadeia de abastecimento como não sendo apenas a circulação física das mercadorias mas também a informação, a circulação de dinheiro, e a criação e implantação de capital intelectual, ou, como alguns chamam, o "trabalho do conhecimento".

Para Hervani *et al* (2005) a gestão da cadeia de abastecimento é a coordenação e gestão de uma complexa rede de actividades envolvidas na entrega de um produto acabado para o cliente. É uma função vital do negócio e o processo inclui a obtenção de matérias-primas e peças, produção e montagem de produtos, armazenamento e controlo de pedidos, distribuição através de vários canais e, finalmente, entrega ao cliente. Uma empresa da cadeia de abastecimento é constituída por fornecedores externos, funções internas da empresa, distribuidores externos, bem como os clientes. A gestão bem sucedida de uma cadeia de abastecimento também é influenciada pelas expectativas do cliente, a globalização, as tecnologias de informação, a regulação do governo, da concorrência e do ambiente.

Assim, existe um grande interesse em entender e tomar partido de um melhor conhecimento sobre a gestão das cadeias de abastecimento. No ambiente competitivo e em constante mutação, onde o ciclo de vida dos produtos é cada vez menor e há uma preocupação em responder rápido à procura sem ter mais custos com isso, evitando despesas de stock, leva a que as cadeias de abastecimento adoptem novos paradigmas, como cadeias de abastecimento ágeis, lean, verdes e resilientes.

Estes paradigmas têm sido alvo de inúmeros estudos já que se apresentam como verdadeiros *enablers* para que as cadeias de abastecimento se tornem menos vulneráveis.

Autores ao estudarem os paradigmas ágil, lean, verde e resiliente mostram o impacto destes paradigmas no desempenho das cadeias de abastecimento.

Li (2009) sugere que no ambiente de incerteza e competitivo, as cadeias de abastecimento precisam de ser mais ágeis, inteligentes, rápidas, flexíveis e sensíveis. Para Shuwang (2005) a gestão das cadeias de abastecimento verdes tem como

pensamento a protecção do meio ambiente. A fim de reduzir os impactos ambientais durante todo o ciclo de vida do produto. Shuwang (2005) conclui ainda que as cadeias de abastecimento verdes são um requisito do desenvolvimento sustentável e uma forma eficaz para as empresas enfrentarem os desafios da concorrência no mercado. Para Kong e Li (2008) a visibilidade e o controlo são a chave para uma cadeia de abastecimento resiliente, com as mudanças rápidas de tecnologia e mercado, clientes a exigir e a esperar um serviço melhor, de menor custo e de maior qualidade, tornando a cadeia de abastecimento vulnerável. O conceito lean tem atraído o interesse de muitos, apesar de existir pouca informação em relação às cadeias de abastecimento, há muitos estudos no que diz respeito à produção lean que implica um elevado grau de sucesso na redução de resíduos, custos e stock, melhorando assim a eficiência.

A gestão de cadeias de abastecimento representa um dos aspectos estratégicos mais importantes de uma empresa. Uma boa gestão da cadeia de abastecimentos pode representar uma vantagem competitiva para as empresas em termos de serviço, redução de custos e velocidade de resposta às necessidades do mercado.

O objectivo principal das cadeias de abastecimento é conseguir que os produtos certos, na quantidade certa, estejam nos pontos de venda no momento certo no menor custo possível, a distribuição passou a ser o ponto-chave e de grande atenção para as empresas que pretendem destacar-se numa economia altamente competitiva, pois pode significar a conquista ou a perda definitiva de um cliente.

Kasarda (1999), afirma que *“As empresas cada vez menos competem sobre o produto e qualidade – que são muitas vezes comparáveis – a competição é feita à volta do stock e da velocidade no mercado”* (Ayers, 2001: pp.3).

### ***1.1. Objectivo***

Este trabalho tem como propósito abordar os paradigmas lean, ágil, resiliente e verdes na gestão das cadeias de abastecimento. Uma revisão de literatura é realizada sobre os quatro paradigmas, identificando as características particulares associadas a cada um e o seu impacto /consequências no desempenho da cadeia de abastecimento, a fim de contribuir para uma cadeia de abastecimento mais sustentável e competitiva. Estas

características estão relacionadas com as políticas implementadas, bem como com as capacidades/habilidades da cadeia de abastecimento.

Cada vez mais é notável uma maior preocupação com o meio ambiente.

As empresas ao terem essa preocupação com o impacto ambiental, leva-as a implementar medidas “amigas do ambiente” e assim irem ao encontro das preocupações dos clientes/fornecedores e, por outro lado a cumprirem a legislação ambiental em vigor.

Este trabalho tem como objectivo estudar a influência das práticas verdes no desempenho de ma cadeia de abastecimento e saber quais as medidas que melhor reflectem a influência das práticas verdes no desempenho da cadeia de abastecimento.

Através da análise realizada anteriormente, percebe-se que a boa gestão da cadeia de abastecimento é crucial para a continuidade de uma empresa e as preocupações ambientais estão cada vez mais em voga.

No encadeamento deste trabalho, os objectivos específicos definidos para este trabalho são:

- (i) Identificar a percepção de cada empresa sobre o nível de importância de práticas verdes para que determinada cadeia de abastecimento seja considerada verde.
- (ii) Verificar o nível de implementação das práticas verdes nas empresas pertencentes a determinada cadeia de abastecimento.
- (iii) Identificar as medidas de desempenho que melhor reflectem a influência da aplicação de práticas verdes sobre o desempenho da cadeia.
- (iv) Verificar o nível de implementação das medidas de desempenho para avaliar práticas verdes nas cadeias de abastecimento.

## ***1.2. Estrutura do trabalho***

Primeiramente apresenta-se uma revisão de literatura, com o principal objectivo de analisar os paradigmas lean, ágil, resiliente e verde nas cadeias de abastecimento de modo a identificar as características de cada paradigma e o seu impacto nas cadeias.

Posteriormente, é apresentado de modo sistemático os sistemas de avaliação de desempenho e as respectivas medidas defendidas por vários autores.

Seguidamente, é apresentado um modelo conceptual baseado em cadeias de abastecimento do ramo automóvel. Este modelo foi desenvolvido através de várias evidências empíricas presentes na literatura. Com este modelo pretende-se avaliar a influência de práticas verdes sobre o desempenho da cadeia de abastecimento, através de medidas e de indicadores propostos. Esta avaliação de desempenho é feita ao nível operacional, económico e ambiental, através de entrevista a oito empresas.

Por fim, serão apresentadas as considerações finais, as principais limitações e futuras linhas de investigação.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Cadeias de Abastecimento

O termo “cadeia de abastecimento” surgiu no final dos anos 1980 e entrou no uso comum a partir de 1990. No entanto, já em 1961 dava-se uma grande importância às interacções entre fluxos de informação, materiais, mão-de-obra e bens de capital, sendo esse o segredo do sucesso. Entre 1985 e 1997 surgiram os primeiros artigos a manifestar um interesse em cadeias de abastecimento e a partir de 1997 houve um desenvolvimento da investigação teórica sobre as cadeias de abastecimento (Giunipero *et al*, 2008; Hugos, 2003).

Lummus *et al* (1999) explica o porquê da gestão da cadeia de abastecimento se converter num tema de grande importância, a primeira razão é o facto de as empresas se tornarem cada vez mais especializadas procurando fornecedores que possam fornecer a um baixo custo com materiais de qualidade e não serem a sua própria fonte de abastecimento, tornando-se crucial a gestão da cadeia de abastecimento para o aumento do desempenho global. Uma segunda razão apontada por Lummus *et al* (1999) é o aumento da concorrência nacional e internacional. O facto de o cliente final ter acesso a uma infinita escolha para satisfazer a sua procura, a localização do produto ao longo do canal de distribuição e a acessibilidade máxima do cliente a um custo mínimo torna-se decisivo. A terceira razão apontada é a realização da cadeia de abastecimento pelas próprias empresas, maximizando o desempenho de um departamento, levando a um menor desempenho para toda a empresa. As empresas devem olhar toda a cadeia de abastecimento para avaliar o impacto das suas decisões em qualquer uma das áreas.

Giunipero *et al* (2008) resumiu alguns dos conceitos que alguns académicos foram apontando para a definição de “gestão de cadeias de abastecimento”, esses conceitos estão apresentados na tabela 1:

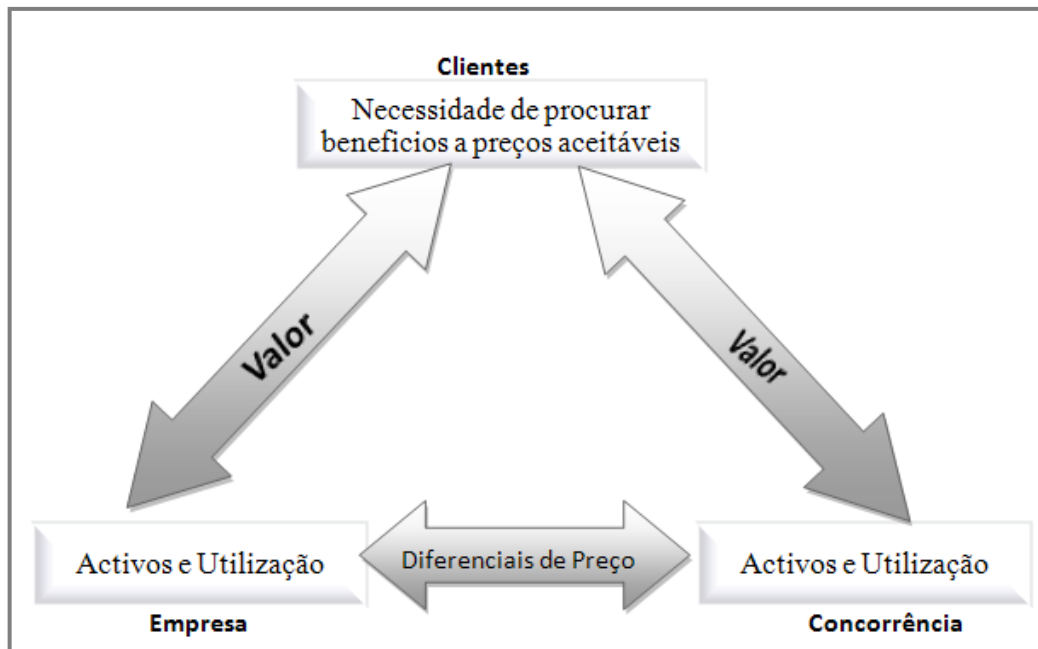
**Tabela 1:** Definição de Gestão de Cadeias de Abastecimento na década de 90

<i>Novak &amp; Simco (1991)</i>	“A gestão da cadeia de abastecimento abrange o fluxo de mercadorias do fornecedor através do produtor e distribuidor para o cliente final (p. 14).”
<i>Towil, Naim, and Wikner (1992)</i>	“A cadeia de abastecimento é um sistema, os elementos constituintes incluem fornecedores de materiais, facilidades de produção, serviços de distribuição, os clientes ligados entre si alimentando o fluxo de materiais e o fluxo de retorno de informação (p. 3)”
<i>Cavinato (1992)</i>	“O conceito de cadeia de abastecimento consiste na gestão activa de canais de aquisição e distribuição. É o grupo de empresas que agregam valor ao longo do fluxo do produto a partir de matérias-primas originais até ao cliente final. Concentra-se em factores relacionais e não transaccionais (p. 285)”
<i>Scott &amp; Westbrook (1991)</i>	“... a cadeia de abastecimento é usada para referir-se a cadeia de ligação entre cada elemento do processo de produção e abastecimento de matérias-primas até ao cliente final (p. 23).”
<i>Cooper &amp; Ellram (1993)</i>	“A gestão da cadeia de abastecimento é uma abordagem segundo a qual toda a rede - desde os fornecedores até ao cliente final, é analisada e gerida de forma a alcançar o "melhor resultado" para todo o sistema (p. 1).”

Fonte: Giunipero *et al* (2008). Decade of SCM Literature: Past, Present and Future Implications. *Journal of Supply Chain Management*, Vol.44, Nº4, pp. 66-86.

Para Christopher (2005) a gestão das cadeias de abastecimento é a gestão das relações a montante e a jusante com os fornecedores e clientes criando valor ao cliente ao menor custo. Para Mentzer *et al* (2001) a cadeia de abastecimento é simplesmente um conjunto de empresas, tanto a montante (ou seja, a oferta), a jusante (ou seja, a distribuição) e o consumidor final.

Os alicerces para o sucesso no mercado são imensas, Christopher (2005) apresenta um modelo baseado em torno do vínculo triangular intitulado por Três C's, a empresa (company), os seu clientes (customers) e os seus concorrentes (competitor). A figura 1 mostra essa relação triangular.



**Figura 1:** A vantagem competitiva e os "Três Cs"

Fonte: Christopher, Martin (2005). *Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-Adding Networks*. Prentice Hall: Financial Times, London

Christopher (2005) afirma que a fonte da vantagem competitiva é encontrada primeiramente na capacidade da empresa se diferenciar, aos olhos do cliente, a partir da sua concorrência e, por outro lado, funcionando a um menor custo e, portanto, obtendo maior lucro.

Alguns autores têm sugerido que a competitividade da concorrência está agora entre cadeia de abastecimento e não entre as empresas (Christopher, 2005; Giunipero, *et al*, 2008). Tal acontece porque um produto ou serviço por si só é importante para uma empresa, mas uma estratégia de gestão de cadeias de abastecimento eficaz pode ajudar uma empresa a obter uma vantagem competitiva sustentável, se for bem efectuada (Giunipero, *et al*, 2008).

As empresas dependem das suas cadeias de abastecimento para lhes garantir o que precisam para sobreviver e progredir. Cada empresa encaixa-se numa ou mais cadeias de abastecimento e tem um papel a desempenhar em cada uma (Hugos, 2003).

Nos dias de hoje, cada vez mais se sente que a competitividade entre as empresas é ao nível das cadeias de abastecimento em que os mercados são cada vez mais turbulentos e incertos, em que o ciclo de vida dos produtos é cada vez menor com um aumento das expectativas dos clientes em termos de menor custo, maior qualidade e melhor serviço (Xiang-yu e Xiang-yang, 2008).

Butner (2010) mostra os cinco pontos-chave que podem definir uma gestão da cadeia de abastecimento nos dias de hoje, como mostra a figura 2. As cadeias de abastecimento encontram-se sob forte pressão, os fluxos de informação multiplicam-se e as cadeias de abastecimento estão cada vez mais complexas, caras e vulneráveis. Para os gestores é cada vez mais difícil responder a estes desafios, especialmente com o abastecimento convencional.

Contenção de Custos	Visibilidade	Risco	Proximidade com o cliente	Globalização
<ul style="list-style-type: none"><li>• A mudança rápida e constante é sempre um desafio para os gestores das cadeias</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Com a quantidade de informação a que se tem acesso, é necessário saber gerir toda a informação e actuar na informação certa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• A gestão do risco é do mais relevante na gestão da cadeia de abastecimento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Apesar de reconhecer a necessidade de ser orientada pela procura, as empresas continuam a estar mais ligadas aos seus fornecedores que aos seus clientes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• A globalização provou ser mais importante no crescimento das receitas do que sobre as reduções de custo</li></ul>

**Figura 2:** As cinco palavras-chave para definir a gestão da cadeia de abastecimento

Fonte: Butner, Karen. (2010) "The smarter supply chain of the future." *Strategy & Leadership*, Vol.38, Nº 1, pp. 22-31

Nos dias de hoje, as empresas têm uma maior necessidade de responder rápido a uma perturbação: a tecnologia do produto e os ciclos de vida estão a ficar cada vez mais curtos; as pressões competitivas forçam as modificações rápidas no design dos produtos e serviços; a procura dos clientes força a uma maior diferenciação. Há um aumento na percepção de que as empresas não podem competir como entidades isoladas, mas podem fazê-lo como redes (Min e Zhou, 2002). A cadeia de abastecimento, como uma rede, espera-se que forneça os produtos e serviços certos atempadamente, com as especificações exigidas, no lugar certo para o cliente. No entanto, uma cadeia de abastecimento pode ser bastante complexa, e é geralmente definida como um conjunto

de organizações interdependentes que agem em conjunto para controlar, gerir e melhorar o fluxo de materiais, produtos, serviços e informações, do ponto de origem até ao ponto de entrega (o cliente final), a fim de satisfazer as necessidades do cliente, ao menor custo possível a todos os membros (Lambert *et al*, 1998).

Por tudo isto, as cadeias de abastecimento estão a sentir a necessidade de inovar e estarem mais atentas a qualquer mudança brusca que possa ocorrer para continuarem competitivas, assim há a necessidade de apostar em novos paradigmas, tais como lean, resiliente, verde e ágil.

## ***2.2. Paradigmas na Gestão de Cadeias de abastecimento***

As trocas entre os paradigmas de gestão lean, ágil e resiliente, e verde são questões reais que ajudam as cadeias de abastecimento a tornarem-se mais eficientes, racionais e sustentáveis. Uma cadeia de abastecimento lean maximiza os lucros através da redução de custos, agilidade maximiza o lucro através do abastecimento ao cliente, o que exactamente necessita. Nas cadeias de abastecimento resilientes pode não ser o custo mais baixo, mas são mais capazes de lidar com o ambiente de negócios incertos. Além disso, as políticas ambientais devem ser abordadas para garantir que a gestão do sistema é sustentável.

### **2.2.1. Paradigma Lean**

A cadeia de abastecimento lean é uma estratégia baseada na redução de custos e flexibilidade, com foco nas melhorias de processos, através da redução ou eliminação de todos os "resíduos" (sem valor acrescentado das operações). Este tipo de cadeia de abastecimento abrange todos os processos através do ciclo de vida do produto, partindo da concepção do produto até à venda do produto, desde a encomenda do cliente até à sua entrega. Contudo, quando as empresas estão sujeitas a eventuais perturbações, causadas por acontecimentos inesperados e imprevisíveis (como crises políticas e económicas ou catástrofes ambientais), as práticas lean podem contribuir para condições de ruptura (Azevedo *et al*, 2008). Numa economia global, onde as cadeias de

abastecimento atravessam vários países e continentes, a partir da matéria-prima ao produto final, acontecimentos perturbadores (mesmo que aconteça num lugar remoto) pode criar perturbações em larga escala. Estes rompimentos são propagados em toda a cadeia de abastecimento, causando graves efeitos negativos nas cadeias de produção levando ao não cumprimento de encomendas. Assim, parece que o que pode ser bom do ponto de vista da concorrência, pode causar um desastre em situações de crise, que pode ser pior se as empresas não conseguem ser flexíveis e robustas o suficiente para recuperar a competitividade. No mercado competitivo actual, é necessário que as cadeias de abastecimento se tornem mais resistentes a acontecimentos de ruptura.

A abordagem de gestão lean, desenvolvido por Taiichi Ohn na Toyota Motor Corporation, no Japão, é a base para o Sistema de Produção Toyota (TPS), com dois principais pilares: “Autonomação ou Jidoka” e “Just-in-Time” (JIT) de produção (Ohno, 1998).

A Autonomação ou Jidoka consiste em fornecer ao operador/máquina a autonomia necessária para parar um processo, sempre que for detectada qualquer anomalia. A ideia subjacente a este modo operacional é a de que uma peça produzida num determinado posto, só seja conduzida para o posto seguinte se corresponder às exigências. Desta forma, procura-se desta forma eliminar a propagação de um defeito (Pinto, 2009).

O JIT assenta na eliminação de desperdícios, executando acções que criem unicamente valor acrescentado onde todas as actividades executadas devem criar valor do ponto de vista do cliente. Todos os passos necessários na realização de um projecto deverão ter como objectivo um fluxo com o máximo de valor acrescentado, produzir apenas o que é pedido pelo cliente, havendo sempre a eliminação contínua e eficiente dos desperdícios (Pinto, 2009).

O foco da abordagem lean tem sido essencialmente na redução de resíduos para o aumento real de valor acrescentado, a fim de completar a necessidade dos clientes e manter os lucros. Esta nova abordagem estrutural e a forma como a Toyota usou a produção lean para mudar a natureza da produção de automóveis, foi mais bem descrita no livro "A Máquina que Mudou o Mundo (Womack *et al*, 1991).

Segundo Reichhart e Holweg (2007) tanto a distribuição lean, como o abastecimento lean, devem ser considerados como uma extensão lógica e uma consequente aplicação

dos princípios lean ao sistema de distribuição a jusante da produção. Reichhart e Holweg (2007) definiram ainda a distribuição lean “como a minimização de resíduos na cadeia de abastecimento a jusante, ao mesmo tempo que o produto certo está disponível para o cliente final, na hora e local certo”. Para Vonderembse *et al* (2006) uma cadeia de abastecimento lean é a que emprega os esforços de melhoria contínua incidindo sobre a eliminação de resíduos ou o não-valor das etapas ao longo da cadeia de valor. A eficiência da produção interna e redução do tempo de instalação são os estimuladores da produção económica de pequenas quantidades, redução de custos, rentabilidade e flexibilidade de produção (Vonderembse, 2006).

Muitas empresas estão a adoptar a filosofia lean. Na vanguarda da implementação do lean é a significativa pressão sobre as empresas menores a sofrer mudanças expressivas (Crute, *et al.*, 2008). Segundo Gregorio *et al.* (2009), as grandes empresas concentram-se nas suas principais actividades, o desenvolvimento de alianças e parcerias torna-se uma questão estratégica (Karthik, 2002) e as pequenas empresas lutam para competir no custo, qualidade e entrega, para manter um lugar dentro de uma cadeia de abastecimento (Ahmad *et al.*, 2010). Neste contexto, para muitas empresas, a implementação do paradigma lean tornou-se uma questão de sobrevivência, bem como uma questão de melhoria.

No "Relatório The Lean Benchmark" desenvolvido por AberdeenGroup (2006), concluiu que as iniciativas lean prolongadas através da cadeia de abastecimento pode trazer uma série de vantagens a longo prazo. Observou-se que para as amostras pesquisadas, as implementações lean bem sucedidas têm atingido e superado as expectativas de desempenho de mais de 70% das melhores empresas em áreas como atendimento ao cliente e flexibilidade da cadeia de abastecimento. Além disso, lean é necessário para competir no mercado de hoje "cadeia de abastecimento versus cadeia de abastecimento". As indústrias trabalham para o paradigma lean, pois significa serem competitivas através da eliminação de práticas de não-valor acrescentado (Comm e Mathaisel, 2000).

A filosofia lean oferece um conjunto de ferramentas e técnicas, bem como uma abordagem para a eliminação de desperdícios e um aumento da flexibilidade, da mesma forma que cria a melhoria contínua (Rother e Shook, 1999). Alguns autores têm destacado outros princípios fundamentais ou práticas lean, tais como: respeito pelas

peças (Tréville e Antonakis, 2006), gestão da qualidade (Brown e Mitchell, 1991), produção “*Pull*” (Brown e Mitchell, 1991) e revisão do erro (Stewart e Grout, 2001). Muitos desses princípios e práticas estão relacionadas entre si e com a filosofia da redução dos resíduos. A nível operacional, o paradigma lean é implementado usando um número de técnicas como o *Kanban* (sinal visual para suportar o fluxo de 'puxar' o produto através do processo de fabrico, tal como exigido pelo cliente), *5S* (técnicas de limpeza visual), Controlo Visual (método de medição de desempenho), *takt time* (ou seja, a taxa de produção que iguala a taxa de vendas), *Poke yoke* (um “erro de imunidade” técnica), *SMED* (técnica de redução dos tempos de mudança de série), *Kaizen* (melhoria contínua gradual) (Melton, 2005; Pinto, 2009). A aplicação destas técnicas em toda a rede tem uma consequência na redução da redundância de materiais, actividades de transformação e transporte, bem como na oferta de informação e conhecimento (Adamides, 2008). Além dessas técnicas de produção as práticas, tais como JIT (Just in Time), TPM (Total Productive Maintenance) e TQM (Total Quality Management) são usadas para eliminar vários tipos de resíduos (Cumbo, Kline, e Bumgardner, 2006).

No entanto, existem algumas desvantagens associadas com o paradigma lean quando aplicado à cadeia de abastecimento: o tempo de configuração curto fornece flexibilidade interna, mas uma cadeia de abastecimento lean pode não responder às exigências dos clientes externos, que podem exigir flexibilidade no design de produtos, planeamento e programação e distribuição (Vonderembse, 2006). Para Reichhart e Holweg (2007) ao incrementar simultaneamente o paradigma lean na produção e na distribuição, pode resultar numa situação de conflito. Enquanto a produção lean exige uma produção sem perturbações e a aplicação do sistema *kanban* (método de produção em série que não pode lidar com altos níveis de variabilidade), a distribuição lean está vinculada ao sistema “*pull*” que sinaliza a exigência do mercado, que poderá ter níveis de variabilidade superiores.

A abordagem lean tem sido considerada como um melhor desempenho quando há grande volume, baixa variedade e uma previsibilidade na procura com a certeza no abastecimento, de modo que produtos funcionais possam ser criados. Por outro lado, nas cadeias de abastecimento onde existe uma alta variedade, existe uma elevada volatilidade, em que as necessidades dos clientes são muitas vezes imprevisíveis; um

nível muito mais elevado de agilidade é necessário (Cox, 2005; Naylor, 1999; Agarwal, 2007). No entanto, a fim de agregar valor ao cliente, a abordagem lean visa encontrar formas de gerir a variabilidade e criar capacidade de utilizar recursos de forma mais eficaz do que nos sistemas tradicionais (Hines, 2004). O facto de ser lean pode ser um elemento de agilidade em determinadas circunstâncias, mas não é uma condição suficiente para que a empresa consiga satisfazer as necessidades dos clientes mais rapidamente (Agarwal, 2007; Christopher, 2000).

### 2.2.2. Paradigma Ágil

O objectivo da cadeia de abastecimento é de entregar o produto certo, na quantidade certa, na condição certa, no lugar certo, na hora certa, pelo custo certo. Uma vez que as necessidades dos clientes estão em constante mudança, as cadeias de abastecimento devem estar adaptáveis às mudanças futuras e responder adequadamente às exigências do mercado (e alterações).

Para uma cadeia de abastecimento ágil deve possuir uma série de características distintas como sugere a figura 3. Em primeiro lugar, a cadeia de abastecimento ágil é de *mercado sensível*. Mercado sensível significa que a cadeia de abastecimento é capaz de ler e responder à verdadeira exigência do mercado. A maioria das empresas é conduzida pela previsão em vez de dirigidas pela exigência. Em outras palavras, são forçados a fazer previsões baseadas sobre vendas passadas ou remessas e convertem estas previsões em stock. Os avanços da última década, sob a forma de resposta eficiente ao consumidor e o uso de tecnologia da informação para a captura de dados sobre a procura directa do ponto-de-venda transformando a capacidade das empresas de ouvir a voz do mercado e responder directamente a este.

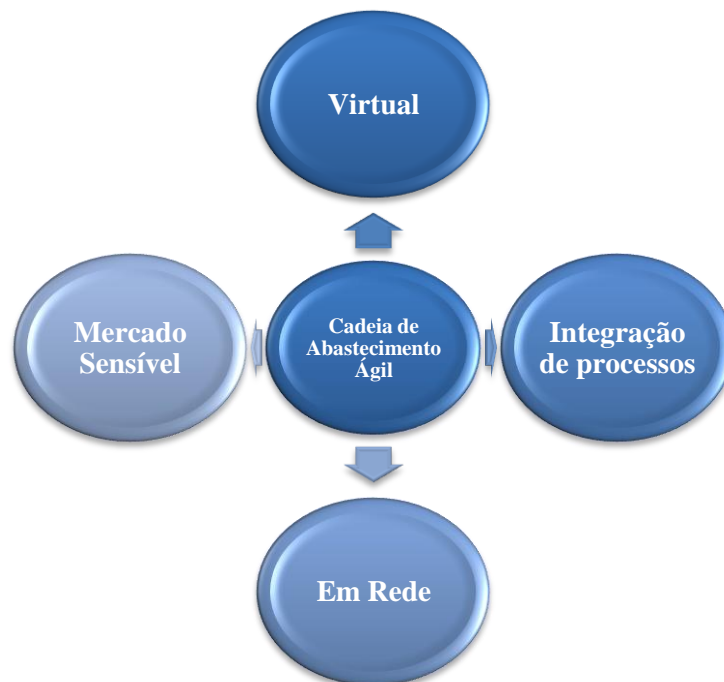
O uso da tecnologia da informação para partilhar dados entre compradores e fornecedores é, na verdade, a criação de uma *cadeia de abastecimento virtual*.

Informações partilhadas entre os parceiros de cadeia de abastecimento só podem ser plenamente aproveitadas através da *integração de processos*. O processo de integração é traduzido em trabalho colaborativo entre compradores e fornecedores, o desenvolvimento conjunto de produtos e sistemas de informações partilhadas. Uma

maior dependência de fornecedores e parceiros de aliança torna-se inevitável e, portanto, um novo estilo de relacionamento é essencial. Junto com a integração do processo vem a estratégia conjunta, as equipas entre comprador e fornecedor e a transparência das informações (Christopher, 2000).

O quarto elemento de agilidade de uma cadeia de abastecimento é a *coligação de parceiros em rede*.

Há um crescente reconhecimento de que as empresas individuais não competem mais como entidades autónomas, mas como as cadeias de abastecimento. Estamos agora na era da "competição de rede", onde vence a empresa com melhor estrutura, que seja capaz de coordenar e gerir as relações com os seus parceiros numa rede empenhada em melhorar, de relações mais estreitas e mais ágil com seus clientes finais (Christopher, 2000).



**Figura 3:** Cadeias de abastecimento ágil

Fonte: Christopher, Martin (2000) "The agile supply chain: competing in volatile markets" *Industrial Marketing Management*, Vol. 29, pp. 37-44

Na cadeia de abastecimento lean o foco é a eliminação de "resíduos", mas na cadeia de abastecimento ágil o foco é a capacidade de compreensão e a rápida resposta às

mudanças do mercado. Uma diferença importante é que o paradigma lean está associado com o nível de planeamento, enquanto que as cadeias de abastecimento ágeis reservam capacidade para lidar com a procura volátil (Christopher *et al*, 2000). A cadeia de abastecimento ágil pretende ter a capacidade de responder rapidamente e com custo eficaz a mudanças imprevisíveis ou a aumentos de níveis de perturbação nos mercados, tanto em termos de volume como de variedade (Christopher, 2000; Agarwal, 2007). Baramichai *et al.* (2007) consideram a seguinte definição: “Uma cadeia de abastecimento ágil é uma integração de parceiros comerciais para permitir novas competências a fim de responder à rápida evolução e de forma contínua em mercados fragmentados. Os princípios da cadeia de abastecimento ágil são a dinâmica de estruturas e forma de relacionamento e a gestão baseada nos acontecimentos”.

Naylor *et al* (1999) utilizaram o conceito de *decoupling point* que divide a parte da cadeia de abastecimento, que responde directamente ao cliente (a procura é variável e existe uma grande variedade de produtos) da parte da cadeia de abastecimento que utiliza um planeamento progressivo e um stock estratégico para amortecer a variabilidade da procura (a procura é serena e os produtos são padronizados). Ele propôs a designação de cadeia de abastecimento “*leagile*” O paradigma lean pode ser aplicado à cadeia de abastecimento a montante do *decoupling point* onde a procura do fluxo de produtos é amena e padronizada através de uma série de fluxos de valor. O paradigma ágil deve ser aplicada a jusante do ponto de dissociação onde a procura é variável e a variedade de produtos aumenta.

Agarwal *et al.* (2007) mostraram que a agilidade da cadeia de abastecimento oferece como vantagens os seguintes factores: a satisfação do cliente, a melhoria da qualidade, minimização de custos, rapidez de entrega, a introdução de novos produtos, melhoria de nível de serviço e redução do tempo de espera. A literatura sobre a agilidade da cadeia de abastecimento descreve a dependência da agilidade das características de algumas variáveis de desempenho, no entanto, a influência das inter-relações entre as variáveis sobre a agilidade da cadeia de abastecimento tem sido pouco considerado (Agarwal, 2007).

### 2.2.3. Paradigma Resiliente

Há evidências de que a tendência de muitas empresas é procurar soluções de baixo custo, por causa da pressão sobre as margens, podendo levar a serem mais lean, porém tornam-se cadeias de abastecimento mais vulneráveis (Azevedo *et al*, 2008; Peck, 2005, Christopher, 2004). O mercado de hoje caracteriza-se por altos níveis de turbulência e volatilidade. Como resultado, as cadeias de abastecimento são vulneráveis a perturbações e, em consequência, o risco para a continuidade dos negócios tem aumentado (Azevedo *et al*, 2008). Considerando que, no passado, o objectivo principal da cadeia de abastecimento era a minimização de custos ou optimização de serviços, o destaque de hoje tem que ser à volta da resiliência (Tang, 2006). Cadeias de abastecimento resilientes não têm que ser as cadeias de abastecimento de menor custo, mas as mais competentes a lidar com ambientes de negócios incertos.

Resiliência refere-se à capacidade da cadeia de abastecimento para lidar com distúrbios inesperados. A resiliência da cadeia de abastecimento está preocupada com a capacidade do sistema retornar ao seu estado original ou para um novo, mais desejável, depois de experimentar uma perturbação, evitando falhas. O objectivo da análise de resiliência da cadeia de abastecimento e a sua gestão é evitar o deslocamento para estados indesejáveis.

Segundo o paradigma de gestão de cadeias de abastecimento resiliente o objectivo é reagir de forma eficiente aos efeitos negativos de uma perturbação (que poderia ser mais ou menos grave) de forma a (Haimes, 2006):

- i) Recuperar os valores desejados de um sistema que foi perturbado, dentro de um prazo aceitável e a um custo aceitável;
- ii) Reduzir a eficácia da perturbação, alterando o nível da eficácia de uma potencial ameaça.

A capacidade de recuperar de uma perturbação está relacionada com o desenvolvimento das capacidades de resposta através da flexibilidade. A flexibilidade está relacionada com os investimentos em infra-estruturas e recursos antes de serem realmente necessários (Rice 2003). Exemplos de recursos indutores de flexibilidade são a mão-de-obra qualificada, a criação de sistemas de produção que podem acomodar múltiplos

produtos e mudanças em tempo real e a adoção de estratégias de *sourcing* para permitir a troca transparente de fornecedores (Rice, 2003; Xu, 2008). Christopher (2004) acentua ainda que uma única fonte de abastecimento, onde um fornecedor é responsável pelo abastecimento de um produto ou serviço específico pode ser vantajosa a partir de uma perspectiva da gestão de custos e qualidade, mas é perigoso em termos de resiliência. Na redundância está em causa a capacidade de responder às perturbações na rede de abastecimento, principalmente através de investimentos em capital e na capacidade de resposta às necessidades dos clientes. A redundância envolve os seguintes esforços: a gestão de inventário, manutenção de linhas de produção ou instalações além das necessidades de capacidade, comprometendo-se a contratos de abastecimento de material (capacidade de compra se é usado ou não) e manutenção de uma frota de transporte. (Rice, 2003; Xu, 2008).

Rice e Cianato (2003) distinguem a flexibilidade da redundância da seguinte maneira: a capacidade de redundância pode ou não ser utilizada, sendo esta capacidade adicional que seria utilizada para substituir a perda de capacidade causada por uma perturbação. Flexibilidade, por outro lado, implica a capacidade de reestruturar a capacidade anteriormente existente.

Tang (2006) propõe a utilização de estratégias robustas na cadeia de abastecimento para que uma empresa possa implementar o plano de contingência associados de forma eficiente e eficaz diante de uma perturbação, tornando a cadeia de abastecimento mais resistentes. Este autor propõe estratégias baseadas em:

- i) *Postponement*;
- ii) Stock estratégico;
- iii) Base de abastecimento flexível;
- iv) Trade-off entre fazer internamente ou comprar
- v) Incentivos ao abastecimento económico;
- vi) Transporte flexível;
- vii) Planeamento dinâmico do sortimento;
- viii) Rotação dos produtos.

Na tabela 2 elaborada por Tang (2006), estão resumidas as principais características destas nove estratégias da cadeia de abastecimento resilientes.

**Tabela 2:** Estratégias de cadeias de abastecimento resilientes

<b>Estratégia da cadeia de abastecimento</b>	<b>Objectivo principal</b>	<b>Benefício (s) em circunstâncias normais</b>	<b>Benefício (s), após uma grande ruptura</b>
<b><i>Postponement</i></b>	Aumenta a flexibilidade do produto	Melhora a capacidade de gestão da oferta	Prepara a empresa para mudar as configurações de diferentes produtos rapidamente
<b>Stock estratégico</b>	Aumenta a disponibilidade do produto	Melhora a capacidade de gestão da oferta	Permite que uma empresa de responder rapidamente à procura do mercado durante uma grande ruptura
<b>Estratégia da cadeia de abastecimento</b>	Objectivo principal	Benefício (s) em circunstâncias normais	Benefício (s), após uma grande ruptura
<b>Base de abastecimento flexível</b>	Aumenta a flexibilidade do aprovisionamento	Melhora a capacidade de gestão da oferta	Permite que uma empresa de deslocalizar a produção entre os fornecedores de imediato
<b>Trade-off entre fazer internamente ou comprar fora</b>	Aumenta a flexibilidade do aprovisionamento	Melhora a capacidade de gestão da oferta	Permite que uma empresa de deslocalizar a produção entre a produção interna

Fonte: Tang, C. S. (2006) "Robust strategies for mitigating supply chain disruptions." International Journal of Logistics: Research and Applications Vol. 9, pp. 39

**Tabela 2:** Estratégias de cadeias de abastecimento resilientes (continuação)

<b>Estratégia da cadeia de abastecimento</b>	<b>Objectivo principal</b>	<b>Benefício (s) em circunstâncias normais</b>	<b>Benefício (s), após uma grande ruptura</b>
<b>Incentivos ao abastecimento económico</b>	Aumenta a disponibilidade do produto	Melhora a capacidade de gestão da oferta	Permite a uma empresa adaptar as quantidades rapidamente
<b>Transporte flexível</b>	Aumenta a flexibilidade do transporte	Melhora a capacidade de gestão da oferta	Permite a uma empresa mudar rapidamente o modo de transporte
<b>Planeamento dinâmico do sortimento;</b>	Aumenta o controlo da procura de produtos	Melhora a capacidade para gerir a procura	Permite a uma empresa influenciar a procura de diferentes produtos rapidamente
<b>Rotação dos produtos</b>	Aumenta o controlo de exposição de produtos aos clientes	Melhora a capacidade de gestão da oferta e da procura	Habilita a empresa para gerir rapidamente a procura dos diferentes produtos

Fonte: Tang, C. S. (2006) “Robust strategies for mitigating supply chain disruptions.” *International Journal of Logistics: Research and Applications* Vol. 9, pp. 39

Christopher (2004) propõe os seguintes princípios para as cadeias de abastecimento resilientes:

- i) A selecção das estratégias da cadeia de abastecimento que mantêm várias opções em aberto;
- ii) Reverificar o comércio “eficácia *versus* redundância” – a disposição estratégica de capacidade adicional e/ou inventário em pontos potenciais pode ser extremamente benéfico para a criação de resistência dentro da cadeia de abastecimento;
- iii) Desenvolvimento de trabalho colaborativo entre cadeias de abastecimento para ajudar a mitigar o risco;
- iv) Desenvolvimento de uma visão clara de stocks a montante e a jusante, a procura e as condições da oferta, a produção e o planeamento das compras;
- v) Melhorar a velocidade da cadeia de abastecimento e dos processos de aceleração, reduzindo tempos de espera in-bound e não acrescentar valor na redução do tempo.

Iakovou (2007) apresenta as acções que as empresas devem empreender para melhorar a resiliência das suas cadeias.

- i) *Sourcing* flexível;
- ii) Gestão baseada na procura;
- iii) A existência de stock de segurança (dupla política de gestão de stock que diferencia as incertezas dos negócios das perturbações, usando por um lado stocks de segurança para amortecer negócios com normais oscilações, e por outro lado, guardar um stock de emergência estratégico);
- iv) Visibilidade total da cadeia de abastecimento; e
- v) Processo e apoio no conhecimento.

A capacidade de evitar falhas, após a ocorrência de uma perturbação, é vital para o sucesso da cadeia de abastecimento - característica de uma cadeia resiliente. No entanto, a resiliência não é sempre desejável, por exemplo, estados que reduzem a rentabilidade pode ser altamente resistente. A dificuldade das empresas em escapar desses estados indesejáveis, mesmo quando são implementados programas de reengenharia, é enfatizado pela taxa de sucesso relativamente baixo de reengenharia de processos de negócios (Al-Mashari, 2001).

#### **2.2.4. Paradigma Verde**

Ambientalmente sustentável a gestão da cadeia de abastecimento verde surgiu como filosofia organizacional para alcançar fins e objectivos corporativos na quota de mercado, reduzindo riscos e impactos ambientais, melhorando a eficiência ecológica destas empresas e dos seus parceiros (Zhu, 2008; Rao, 2005). Mudanças nas políticas governamentais, tais como *Waste Electrical e Electronic Equipment directive* na União Europeia (Barroso, 2005; Gottberg, 2006), fizeram com que a indústria se tornasse mais responsável pela eliminação de produtos pós-consumo, forçando produtores e investigadores a implementar operações sustentáveis em toda a cadeia de abastecimento. Por outro lado, o aumento das pressões por parte da sociedade e de um consumidor ambientalmente mais consciente, têm obrigado os produtores a integrar nos processos produtivos amigos do ambiente. (Zhu, 2008).

Hervani *et al* (2005) definiram gestão de cadeia de abastecimento verde como sendo igual ao somatório:

*Gestão da Cadeia de Abastecimento Verde = Aquisição Verde + Gestão Verde da produção/materiais + Distribuição/Marketing Verde + Logística Inversa*

Neste contexto são introduzidos quatro “re`s”, a redução, a reutilização, a re-produção e a reciclagem (Hervani *et al*, 2005).

Embora as empresas adoptem práticas ecologicamente responsáveis para atender aos requisitos legais, também são motivadas pela competitividade; uma resposta ecológica pode levar a uma vantagem competitiva sustentável, melhorando a sua rentabilidade a longo prazo (Paulraj, 2009). Em cadeias de abastecimento globais, as empresas podem ser responsabilizadas pelo desempenho ambiental e social dos seus fornecedores. Estas empresas estão a examinar os problemas ambientais e sociais presentes na sua cadeia de abastecimento (Seuring e Muller, 2008). É necessário integrar as práticas organizacionais de gestão ambiental em toda a cadeia, a fim de alcançar uma cadeia de abastecimento sustentável e manter uma vantagem competitiva (Rao, 2005; Linton *et al.*, 2007).

As questões ambientais estão aos olhos do público e as empresas têm de implementar filosofias de gestão da cadeia de abastecimento que sejam boas para o ambiente. Algumas empresas foram capazes de converter o interesse do público em todas as coisas verdes no aumento dos lucros. Algumas empresas têm demonstrado que existe uma prova da ligação entre o melhor desempenho ambiental e ganhos financeiros. As empresas podem encontrar economias de custos através da redução do impacto ambiental dos seus processos de negócio. Ao reavaliar cadeias de abastecimento, desde a compra, planeamento e gestão do uso de materiais para o transporte e distribuição de produtos finais, as economias são frequentemente confrontadas como um benefício da implementação de políticas verdes (Stokes, 2009).

Apesar do foco da sociedade sobre o meio ambiente, os benefícios atribuídos a redução do impacto ambiental de uma empresa não estão na vanguarda das preocupações dos gestores da cadeia de abastecimento. Parece que muitos gestores ainda não estão conscientes de que um melhor desempenho ambiental significa menor eliminação de

resíduos e de custos praticados e, muitas vezes, redução dos custos de materiais (Rao e Holt, 2005).

É necessário integrar as práticas organizacionais de gestão ambiental em toda a cadeia produtiva a fim de alcançar uma cadeia de abastecimento sustentável e manter a vantagem competitiva (Zhu, 2008; Linton, 2007). As práticas da gestão da cadeia de abastecimento verde deve circundar todas as actividades da cadeia de abastecimento, de compras ecológicas para integrar a gestão do ciclo de vida, através de produtores, clientes e fechando o ciclo com a logística inversa (Zhu, 2008).

Segundo Bowen *et al.* (2001) as práticas de abastecimento verde incluem:

- i) Processos de oferta verde - representam adaptações às actividades de gestão de fornecedores, incluindo a colaboração com fornecedores para eliminar a embalagem e implementação de iniciativas de reciclagem;
- ii) Produto baseado no abastecimento verde - gestão dos subprodutos de entrada fornecidos como embalagem,
- iii) Abastecimento verde avançado - abordagens pró-activas, como a utilização de critérios ambientais na partilha de riscos, avaliação de desempenho do comprador e programas conjuntos de tecnologias limpas com fornecedores.

A cadeia de abastecimento tornar-se mais verde, também influenciada pelos processos de produção com as seguintes características (Sarkis, 2003):

- i) Capacidade do processo de usar certos materiais;
- ii) Possibilidade de integrar componentes reutilizáveis ou re-produzidos no sistema (o que exigiria a desmontagem das capacidades);
- iii) Minimização de resíduos (energia, água, matérias-primas, e a não saída do produto).

A logística inversa concentra-se principalmente no retorno de produtos recicláveis ou reutilizáveis e materiais para jusante da cadeia de abastecimento (Sarkis, 2003). Para reintrodução de materiais reciclados, componentes e produtos para a produção de derivados e de distribuição, é necessário integrar o material e reverter os fluxos de informação na cadeia de abastecimento. O planeamento de produção tradicional e os métodos de gestão de stock apresentam aplicabilidade limitada na re-produção de sistemas (Srivastava, 2007).

Redes de distribuição e operações de transporte também são características operacionais importantes que afectam a cadeia de abastecimento verde (Sarkis, 2003). Com o rápido aumento do comércio de longa distância, as cadeias de abastecimento estão cada vez mais envolvendo distâncias maiores, consumindo muito mais energia de combustível fóssil para transporte e emitindo muito mais dióxido de carbono do que algumas décadas atrás (Venkat, 2006). Cadeias de abastecimento lean normalmente têm emissões inferiores devido ao stock reduzido, mas o reabastecimento frequente geralmente tende a aumentar as emissões. Como as distâncias aumentam, é bem possível que lean e verde possam entrar em conflito, que poderão exigir modificações adicionais para a cadeia de abastecimento (possivelmente afastar da configuração ideal lean), se as emissões forem minimizadas (Venkat, 2006). Portanto, as cadeias de abastecimento lean podem ser também verdes, em alguns casos, mas não em todos.

Para Arimura *et al*, (2009) empresas certificadas com a ISO 14001 têm capacidade de implementar a gestão de cadeia de abastecimento verde a um custo menor. Isto sugere que as empresas certificadas podem ser mais propensas à aplicação de práticas de gestão de cadeia de abastecimento verde, envolvendo os fornecedores a reduzir os seus próprios impactos ambientais.

A gestão de cadeia de abastecimento verde tem implicações potencialmente importantes para o desempenho ambiental de uma organização porque esta, juntamente com a ISO 14001, oferece um meio mais abrangente de atingir metas ambientais entre as redes das empresas. Isto porque os benefícios sociais da ISO 14001 podem ser significativos se estas redes trabalharem juntas para reduzir os seus impactos ambientais (Arimura *et al*, 2009).

A ISO 14001 exige que nas empresas haja uma melhoria contínua na redução do impacto ambiental. Da mesma forma, gestão de cadeia de abastecimento verde leva a práticas de melhoria contínua de processos para reduzir o impacto dos fornecedores no produto final da empresa. As capacidades de melhoria contínua necessária para manter a certificação ISO 14001 também são úteis para a gestão de cadeia de abastecimento verde, pois estas práticas requerem a avaliação sistemática dos seus impactos ambientais. Além disso, como a ISO 14001, as práticas de gestão de cadeia de abastecimento verde exigem que as organizações possuam sistemas de inventário de

forte controlo que reduzirão os níveis de stock redundantes e as entradas desnecessárias no processo de produção (Arimura *et al*, 2009).

Segundo Srivastava (2007) a gestão da cadeia de abastecimento verde pode reduzir o impacto ecológico da actividade industrial, sem sacrificar a qualidade, custo, fiabilidade, desempenho e eficiência na utilização de energia; o cumprimento dos regulamentos ambientais, não só para minimizar os danos ecológicos, mas também conduzir a ganhos económicos globais.

### **2.3. Atributos dos paradigmas**

A revisão da literatura mostra que é possível identificar os principais atributos de cada paradigma. A palavra "atributo" é usada para descrever as características particulares associadas com as cadeias de abastecimento. Estas características estão relacionadas com as políticas implementadas, bem como com as capacidades/habilidades da cadeia de abastecimento.

Embora alguns autores (Vonderembse, 2006; Naylor, 1999; Christopher, 2000) forneçam uma visão geral e comparação entre os atributos das cadeias de abastecimento lean e ágil que não consideram atributos relacionados às práticas da cadeia de abastecimento resiliente e verde. Assim, ao quadro proposto por Vonderembse (2006), onde apresenta um estudo comparativo e uma visão geral entre os paradigmas lean e ágil, foram adicionados os paradigmas resiliente e verde. A tabela 3 apresenta os atributos principais das cadeias de abastecimento lean, ágil, resiliente e verde, esses atributos são organizados por finalidade; duração do ciclo de vida; alianças, mercado, abordagem à escolha de fornecedores; estratégia de inventário; foco no prazo de entrega, foco na produção e, estratégia no design do produto.

Da tabela 3, é possível identificar diferenças entre os atributos lean, ágil, resiliente e verde, por exemplo, práticas lean, ágil e verde promovem a minimização de stock, enquanto que práticas resilientes exigem a presença de um stock estratégico em armazém.

De acordo com Naylor *et al* (1999) lean e ágil não devem ser considerados isoladamente, ao invés disso eles devem ser integrados. O paradigma lean produz melhorias significativas na produtividade dos recursos, reduzindo a quantidade de energia, água, matérias-primas, e saída de não -produtos associados a processos de produção, minimizando o impacto ecológico da actividade industrial (Larson *et al*, 2004). Christopher e Peck (2004) indicam que a resiliência implica flexibilidade e agilidade, assim para o desenvolvimento de uma cadeia de abastecimento resiliente, é necessário desenvolver atributos de agilidade.

**Tabela 3:** Diferenciação entre Lean, Ágil, Verde, Resiliente

	Lean	Ágil	Verde	Resiliente
<b>Finalidade</b>	Foco na redução de custos e flexibilidade para os produtos já disponíveis. Emprega um processo de melhoria contínua. Concentra-se na eliminação dos resíduos ou no não-valor acrescentado das actividades em toda a cadeia. Principalmente visa redução de custos, flexibilidade e melhorias incrementais em produtos	Compreende as necessidades dos clientes inter-relacionando-se com os clientes e mercado e ser adaptável às mudanças futuras. Pretende produzir em qualquer quantidade e entregar a uma grande variedade de nichos de mercado simultaneamente. Fornece produtos personalizados em prazos curtos (responsabilidade), reduzindo o custo de variação.	Melhorar o seu desempenho ambiental para dar cumprimento à instalação da regulamentação ambiental, para tratar as questões ambientais dos seus clientes, e para mitigar o impacto ambiental das suas actividades e serviços (Rao, 2005).	Adaptar a cadeia de abastecimento para se preparar para acontecimentos inesperados, responder a rupturas e recuperar a partir deles para manter a continuidade das operações no nível desejado de conectividade e controlo sobre a estrutura e função (Ponomarov, 2009).
<b>Duração do Ciclo de vida do produto</b>	Produtos Standard com tempos de ciclo de vida relativamente longos (> 2 anos).	Produtos inovadores com tempos de ciclo de vida curtos (3 meses-1 ano).	Produtos com tempos de ciclo de vida longos (Sarkis, 2003)	Capacidade de inovação contínua com base numa análise dos pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças (Ponomarov, 2009)
<b>Alianças (com fornecedores e clientes)</b>	Podem participar nas alianças tradicionais, tais como parcerias e joint ventures ao nível operacional.	Explora um tipo de aliança dinâmica conhecida como uma “organização virtual” que trabalham na concepção do produto	Cooperação com os clientes (Zhu, 2008) e partilha de conhecimento interorganizacional (Cheng <i>et al</i> , 2008)	Integração de conhecimento, partilha de informações, confiança, integração de sistemas interorganizacionais (Xiang-yu e Xiang-yang, 2008)
<b>Mercados</b>	Serve apenas os segmentos do mercado actual.	Adquire novas competências, desenvolve novas linhas de produtos e abre novos mercados	Desenvolve linhas de produtos ecologicamente conscientes	Cria um elevado nível de conhecimento, onde há uma maior visibilidade do risco (Christopher, 2004)
<b>Abordagem à escolha de fornecedores</b>	Fornecedores envolvem atributos de baixo custo e de alta qualidade	Fornecedores envolvem atributos de velocidade, flexibilidade e qualidade	Evita herdar os riscos de fornecedores ambientalmente menos conscientes, assim, há a exigência de fornecedores que adoptem medidas que assegurem a qualidade ambiental dos seus produtos Arimura, <i>et al.</i> , 2009)	adoção de estratégias sourcing que permitam a comutação transparente de fornecedores (Xu, 2008) embora haja um fornecedor principal. (Christopher, 2004)
<b>Estratégia de Inventário</b>	Gera altas modificações e minimiza o stock em toda a parte da cadeia	Produzir em resposta à exigência do cliente	Diminuir os níveis de stock, (Zhu, 2008) reutilização de produtos obsoletos (Venkat, 2006)	Aumentar a capacidade da cadeia de abastecimento - dentro dos limites razoáveis - para sustentar e absorver a ruptura sem maiores impactos (Xu, 2008)

Adaptado: Vonderembse *et al.* (2006) “Designing supply chain: Towards theory development.” *International journal of production economics*, pp. 223-238

**Tabela 3:** Diferenciação entre Lean, Ágil, Verde, Resiliente

	Lean	Ágil	Verde	Resiliente
<b>Foco no prazo de entrega</b>	Encurtar prazos de entrega, desde que não aumente o custo	Investir agressivamente em maneiras de reduzir prazos de entrega	Reduzir prazos de entrega, desde que não haja um impacto ambiental, ao nível do consumo de combustível fóssil (Venkat, 2006).	Existência de um stock de segurança (Iakovou, 2007)
<b>Foco na Produção</b>	Manter a taxa de utilização média alta. Abordagem ao JIT (Wu, 2008)	Implantar capacidade de armazenamento em excesso para garantir que as matérias-primas / componentes estejam disponíveis para a produção dos produtos inovadores, de acordo com as exigências do mercado.	Usar certos materiais com a possibilidade de usar componentes reutilizáveis e projectando a minimização de resíduos (Sarkis, 2003)	Flexibilidade, desenvolvendo uma mão-de-obra multi-especializada, projectando sistemas de produção que podem acomodar múltiplos produtos e modificações em tempo real (Xu, 2008).
<b>Estratégia no design do produto</b>	Maximizar o desempenho e minimizar o custo	Design de produtos para atender às necessidades individuais do cliente	Eco-design, evitando o uso de materiais tóxicos que podem ser recicláveis (Gottberg, 2006)	<i>Postponement.</i> Normalização, uniformização, design modular e reversão de operações, para atrasar o ponto de diferenciação do produto (Tang, 2006).

Adaptado: Vonderembse et al. (2006) "Designing supply chain: Towards theory development." *International journal of production economics*, pp. 223-238

Com base na revisão bibliográfica efectuada, desenvolveu-se a tabela com os quatro paradigmas e respectivas práticas abordados anteriormente.

**Tabela 4:** Principais práticas dos paradigmas lean, ágil, resiliente e verde

Paradigmas	Lean	Ágil	Resiliente	Verde
<i>Práticas</i>	<i>JIT</i>	<i>Integração de Processos - colaboração entre compradores e fornecedores, desenvolvimento conjunto de produtos, etc.</i>	<i>Stock estratégico - Aumenta a disponibilidade do produto</i>	<i>Logística inversa - retorno de produtos recicláveis ou reutilizáveis</i>
	<i>Autonomiação</i>	<i>Em rede (Coligação de parceiros)</i>	<i>Postponement - Aumenta a flexibilidade do produto</i>	<i>ISO 14001</i>
	<i>Melhoria Contínua</i>	<i>Criação de uma cadeia de abastecimento virtual (com base em informações ao invés de inventário)</i>	<i>Sourcing flexível</i>	<i>Minimização de resíduos</i>
	<i>Cooperação com fornecedores</i>	<i>Flexibilidade - capacidade de resposta às exigências do mercado</i>	<i>Colaboração – parcerias que ajudam a administrar eficazmente riscos</i>	<i>Produto baseado no abastecimento verde - gestão dos subprodutos de entrada fornecidos como embalagem</i>

### 3. Sistemas de avaliação de desempenho

Segundo Gunasekaran *et al.* (2004), para garantir uma eficaz avaliação de desempenho, as métricas seleccionadas devem reflectir um equilíbrio entre medidas financeiras e não financeiras. Keebler e Plank (2009) além de criticarem a maioria dos sistemas de medição de desempenho porque o foco continua a ser no desempenho dentro da organização e não no desempenho entre empresas.

Segundo Lambert e Pohlen (2001), a falta de métricas apropriadas para a liderança da cadeia de abastecimento leva à falta de satisfação do cliente, bem como sub-otimização do desempenho da empresa, oportunidades perdidas para superar a concorrência e conflitos dentro da cadeia de abastecimento. A medição do desempenho é fundamental para uma melhor gestão da cadeia de abastecimento (Wong, 2009). Podendo facilitar a compreensão e integração entre os parceiros da cadeia de abastecimento, enquanto revelam os efeitos das estratégias e potenciais oportunidades na gestão da cadeia de abastecimento. Existem pesquisas que abordam a concepção e implementação de medidas de desempenho num contexto de cadeia de abastecimento (Beamon, 1999; Beamon e Chen, 2001; Gunasekaran e Tirtiroglu, 2001; Keebler e Plank, 2009; Yang e Su, 2009; Cagnazzo *et al.*, 2010).

Anderson *et al.* (1989) acreditam que o sistema de medição de desempenho de uma cadeia de abastecimento deve incluir um conjunto equilibrado de quatro a seis medidas de desempenho entre as quais a produtividade, a qualidade e a satisfação do cliente. Gunasekaran e Tirtiroglu (2001) sugerem métricas e medições no contexto das seguintes actividades/processos de cadeia de abastecimento, como foi desenvolvido por Gunasekaran e Tirtiroglu (2001) na figura 4, plano, fonte, produção e entrega / clientes, enquanto Beamon (1999) propõe medidas relativas aos recursos, a produção e flexibilidade. Askariazad e Wanous (2009) deram prioridade a medidas de desempenho de acordo com sua importância na avaliação das actividades de valor acrescentado (abastecimento, produção, logística, marketing, vendas e o apoio a actividades) considerando toda a cadeia e a qualidade, quantidade, recursos financeiros e não-financeiros e critérios de entrada e saída.



(indica a capacidade da empresa mudar o volume de saída dos produtos fabricados, a fim de permanecer dentro de uma escala rentável e a habilidade de mudar a variedade dos produtos produzidos, o que permite uma empresa aumentar a satisfação do cliente, fornecendo o tipo de produto pedido pelo cliente, em tempo oportuno), agilidade (visa fornecer os produtos solicitados no menor tempo) e qualidade.

O tempo de espera como uma medida de desempenho da cadeia de abastecimento é destacado por Chaharsooghi e Heydari (2010) uma vez que, segundo os autores, a incerteza do tempo de espera é um tipo de incerteza que afecta o fornecimento de disposição de políticas, nível de stock e nível de disponibilidade do produto. O controlo dos parâmetros de tempo de espera pode apoiar os gestores na tomada de decisões sobre a selecção adequada dos prestadores de serviços, por exemplo, no transporte.

Outros autores (Gunasekaran e Tirtiroglu, 2001) argumentam que o desempenho da cadeia de abastecimento deve ser medida a partir do nível estratégico, tático e operacional, a partir da perspectiva financeira versus não-financeira. Algumas das medidas propostas por estes autores é apontado na tabela 5.

Mais recentemente, Lin e Ho (2009) partilham da mesma perspectiva, sugerem medidas financeiras e não-financeiras para analisar a influência de um conjunto de factores relacionados com a implementação da tecnologia RFID no desempenho da cadeia de abastecimento. Chan (2003) propôs uma cadeia de abastecimento do sistema de medição de desempenho que inclui medidas qualitativas e quantitativas, resumido na tabela 6. As medidas qualitativas são aquelas que não são mensuráveis, como a satisfação do cliente, a flexibilidade, a informação e a integração de fluxo de materiais e uma gestão eficaz dos riscos. As medidas de desempenho quantitativas são mensuráveis, como os custos, as vendas, o lucro, o investimento de inventário, o retorno sobre o investimento e a proporção do lucro líquido para o capital empregado para produzir o lucro (Chan *et al*, 2003).

**Tabela 5:** Lista dos principais indicadores de desempenho na Gestão de Cadeias de Abastecimento

Nível	Métricas de Desempenho	Financeiro	Não-financeiro
<b>Estratégico</b>	Tempo total de Cash-flow		✓
	Taxa de retorno sobre o investimento	✓	
	Flexibilidade para atender às necessidades específicas dos clientes		✓
	Tempo de entrega		✓
	Tempo do ciclo total		✓
	Nível de parceria Cliente-Fornecedor	✓	
	Tempo de consulta ao cliente		✓
<b>Tático</b>	Extensão da cooperação para melhorar a qualidade		✓
	Total de custos de transporte		✓
	Fidelidade da procura		✓
	Métodos de previsibilidade/previsão		✓
	Tempo de ciclo de desenvolvimento do produto		✓
<b>Operacional</b>	Custo de produção	✓	
	Capacidade de utilização		✓
	Custo de manutenção de informação	✓	
	Custo do inventário	✓	

Fonte: Gunasekaran, A., Patel, C. and Tirtiroglu, E. (2001), "Performance measures and metrics in a supply chain environment", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21 N° 1/2, pp. 71-87.

**Tabela 6:** Medidas de desempenho

<b>Medidas de desempenho</b>	
<b>Qualitativas</b>	
<b>Satisfação do cliente</b>	Grau em que os clientes estão satisfeitos com o produto/serviço
<b>Flexibilidade</b>	Grau em que cadeia de abastecimento pode responder à incerteza no padrão de procura
<b>Informação e integração do fluxo de material</b>	A medida em que todas as funções dentro da cadeia de abastecimento pode passar informações e materiais de transporte sem problemas.
<b>Gestão eficaz dos riscos</b>	Todas as relações dentro da cadeia de abastecimento podem conter riscos inerentes. A gestão eficaz dos riscos descreve o grau em que os efeitos destes riscos são minimizados.
<b>Desempenho do fornecedor</b>	Medida para descrever o quão bom um fornecedor pode ser a fornecer matérias-primas para as instalações de produção a tempo e em boas condições.
<b>Quantitativas</b>	
<b>Medidas Baseadas nos custos</b>	Minimização dos custos
	Maximização das vendas
	Maximização do lucro
	Inventário de minimização de investimento
	Retorno sobre a maximização do investimento
<b>Medidas baseadas na capacidade de resposta ao cliente</b>	Maximização da taxa de abastecimento
	Minimização no atraso do produto
	Minimização do tempo de resposta ao cliente
	Minimização do tempo de espera
	Minimização da duplicação de funções
<b>Medidas com base na produtividade</b>	Maximização da utilização de capacidade
	Maximização na utilização de recursos

Fonte: Chan, F., Qi, H., Chan, H., Lau, H., Ip R. (2003) "A conceptual model of performance measurement for supply chains." *Management Decision*, vol. 41, N° 7, pp. 635-642

Mais tarde um conjunto diferente de medidas de desempenho foi proposto por Gunasekaran *et al.*, (2004). Estas medidas tentam avaliar o desempenho da cadeia de

abastecimento em termos de planeamento estratégico, planeamento de ordem, fornecedores, produção e entrega. As medidas relacionadas a estas áreas críticas são: (i) métricas para avaliar a capacidade de planeamento estratégico da cadeia de abastecimento incluindo o nível de cliente - valor de produto entendido, as variações contra orçamento, prazo de entrega da ordem, o custo de processamento da informação, o lucro líquido versus índice de produtividade, o tempo total do ciclo, tempo de cash-flow total e nível de utilização de energia, (ii) métricas de avaliação da capacidade de planeamento da cadeia de abastecimento, incluindo o tempo de inquérito a clientes, produtos, tempo de ciclo de desenvolvimento, a precisão das previsões, planeamento de tempo de ciclo do processo, os métodos de entrada de pedidos e da produtividade dos recursos humanos, (iii) métricas para avaliar fornecedores, incluindo o desempenho de entrega do fornecedor, o prazo de entrega do fornecedor versus a norma da indústria, os preços do fornecedor em relação ao mercado a eficiência do tempo de ciclo de ordem de compra, a eficiência do método de fluxo de caixa e reserva fornecedor de procedimentos, (iv) as métricas para avaliar o desempenho da produção da cadeia de abastecimento, incluindo a percentagem de defeitos, o custo por hora de funcionamento, a utilização da capacidade, a gama de produtos e serviços e utilização de quantidade económica, (v), as métricas para avaliar o desempenho de entrega, incluindo a qualidade dos bens entregues, no prazo de entrega de mercadorias, a flexibilidade do serviço, as necessidades do cliente, a eficácia da empresa, cronograma de planeamento de distribuição, a percentagem de acabados e mercadorias em trânsito, de desempenho de fiabilidade de entrega.

A métrica cash-to-cash (C2C) é outra medida importante porque são a ponte das actividades de materiais de entrada com os fornecedores, através de operações de produção e das actividades de saída das vendas para o cliente. A métrica C2C é importante na perspectiva da contabilidade e gestão da cadeia de abastecimento (Farris II e Hutchinson, 2002). Na perspectiva da contabilidade, medidas de liquidez e valor, que significa as medidas de avaliação das empresas para cobrir as obrigações com fluxos de caixa (Lancaster *et al.*, 1998). A posição de liquidez ideal para uma empresa é a troca contínua entre as decisões operacionais e decisões financeiras destinadas a reduzir o C2C. Isto poderia ser alcançado pelos pontos de incentivo que se segue: alargar o prazo médio de pagamento de contas, abreviar o ciclo de produção a fim de

reduzir os dias de inventário da oferta e reduzir o prazo médio de recebimento a média das contas a receber (Farris II e Hutchison, 2002).

Quanto aos sistemas de medição de desempenho, que tenham sido utilizados e propostos, a fim de avaliar o desempenho das cadeias de abastecimento, alguns têm sido alvo de críticas. De acordo com Van Hoek (2001) e Gunasekaran e Tirtiroglu (2001), quase todos os sistemas de medição de desempenho são ajustados para as reais necessidades das cadeias de abastecimento porque revelam os seguintes inconvenientes: (i) estão orientados para o lucro a curto prazo, incentivando à optimização local, deixando de apoiar à melhoria contínua, (ii) não estão ligados à estratégia, (iii) falta de uma abordagem equilibrada para a integração de medidas financeiras e não-financeiras, e (iv) falta de pensamento sistemático. Do ponto de vista de Chan e Qi (2003), o desempenho da cadeia de abastecimento é medido em termos que são simplistas e contra-produtivo. Estas medições focam, essencialmente a custos, a fim de minimizar os custos unitários, mas não para maximizar o valor para o cliente final.

O sistema de medição do desempenho de uma cadeia de abastecimento não deve limitar a medições no local de actuação. Métricas de desempenho devem ser integradas a fim de medir o desempenho da cadeia de abastecimento global, em vez de o desempenho de membros individuais (Wong, 2009). Lambert e Pohlen (2001) também criticaram as medidas utilizadas para avaliar o desempenho da cadeia de abastecimento. Da sua perspectiva. O sistema de medição do desempenho de uma cadeia de abastecimento está focado em medidas de logística (tempo de espera, taxa de preenchimento, o desempenho do tempo), mas não fornecem informações sobre a forma como os principais processos de negócios foram realizados, ou como a cadeia de abastecimento foi ao encontro das necessidades dos clientes. Os mesmos autores argumentam que estas medidas não fornecem informações sobre como a cadeia de abastecimento global foi realizada, e deixa de identificar oportunidades para aumentar a competitividade, o valor do cliente e accionistas de cada empresa envolvida na cadeia de abastecimento. A mesma crítica é feita por Whicker *et al.* (2009), uma vez que argumentam que a utilização de custos no contexto da cadeia de abastecimento deve deter atenção especial, dado que abordagens têm sido desenvolvidas, mas tendem a concentrar-se principalmente sobre o ponto de vista funcional tradicional de contabilidade de uma

organização e não se estende aos processos de negócios envolvidos numa cadeia de abastecimento.

Mais recentemente, um conjunto de sistemas de medição do desempenho de uma cadeia de abastecimento têm sido propostas numa grande variedade de contextos e com diferentes objectivos, tais como: (i) apoiar iniciativas de melhoria de qualidade (Aramyan, *et al.*, 2009; Cagnazzo, *et al.* 2010 ), (ii) analisar o impacto dos sistemas de informação sobre o desempenho (Yang e Su, 2009; Lin e Ho, 2009), (iii) estudar a influência da relação entre os diferentes intervenientes da cadeia de abastecimento sobre o desempenho (Forslund e Jonsson , 2009; Zelbst *et al.* 2009; Wadhwa *et al.* 2010; Flynn *et al.*, 2010), (iv) avaliar o desempenho da cadeia de abastecimento inversa / closed-loop (Pochampally *et al.*, 2009).

### ***3.1. Desempenho em cadeias de abastecimento***

A questão da medição de desempenho nas cadeias de abastecimento está a ganhar um crescente interesse não apenas entre académicos, mas também entre os profissionais (De Toni e Tonichia, 2001). A medição de desempenho é também uma importante ajuda para fazer julgamentos e tomar decisões (Parker, 2000), pois tem como finalidade avaliar, controlar e melhorar os processos operacionais (Ghalayini e Noble, 1996). A sua importância foi destacada por Sink e Tuttle (1989) e também por Chan e Qi (2003), quando disseram que não se pode controlar o que não se pode medir. Além disso, Schermerhorn e Chappell (2000) apontam que a medição de desempenho é essencial para controlar os processos e tomar medidas para assegurar os resultados desejados. É fundamental que as organizações forneçam um sistema de medição de desempenho para avaliar a utilização de recursos para que eles possam gerir estrategicamente e controlar adequadamente a realização dos seus objectivos e metas.

Para Beamon (1999) a utilização dos recursos, produção e a flexibilidade (como o sistema reage à incerteza) foram identificados como componentes vitais para o sucesso da cadeia de abastecimento.

Medidas de avaliação de desempenho de recurso incluem os níveis de stock, necessidades de pessoal, utilização de equipamentos, uso de energia e custos. Os

recursos são geralmente medidos em termos de requisitos mínimos (quantidade) ou como medida de eficiência agregada. Medição de recursos é uma parte importante do sistema de medição. Exemplos de medidas de desempenho de recursos da cadeia de abastecimento são os custos de distribuição, custos de produção, custos de inventário (Beamon, 1999).

As medidas de produção incluem a capacidade de resposta ao cliente, qualidade e quantidade do produto final produzido que são facilmente representados numericamente, a satisfação do cliente e a qualidade do produto são medidas de desempenho difíceis de expressar numericamente. Medidas de desempenho de produção não devem corresponder apenas aos objectivos estratégicos da organização, mas também aos objectivos dos clientes e valores, uma vez que os objectivos estratégicos geralmente reflectem as exigências dos clientes.

A flexibilidade raramente é utilizada na análise da cadeia de abastecimento, pode medir a capacidade de um sistema para acomodar as oscilações de volume e horário a fornecedores, fabricantes e clientes. Na verdade, a flexibilidade é vital para o sucesso da cadeia de abastecimento, principalmente se em ambientes incertos (Beamon, 1999).

Uma redução de recursos pode afectar negativamente a flexibilidade de cadeia de abastecimento. A cadeia de abastecimento pode actualmente utilizar os seus recursos eficientemente produzindo a produção desejada, mas será que a cadeia de abastecimento será capaz de se ajustar a modificações em, por exemplo: exigência de produto, insegurança de produção, a introdução de novos produtos, ou falta de fornecedor? (Beamon, 1999).

Em 1996, surgiu um modelo apoiado pelo *Supply Chain Council*, designado por modelo SCOR (*Supply Chain Operations Reference*), modelo de referência das operações na cadeia de abastecimento. Este modelo é um modelo reconhecido nas cadeias de abastecimento, utilizado em diversas indústrias em todo o mundo. O modelo possibilita que os parceiros das cadeias de abastecimento usufruam de uma “linguagem comum”, pois proporciona definições padronizadas de processos, elementos do processo, e métricas (Theeranuphattana, 2008).

O modelo SCOR tenta integrar os conceitos de reengenharia de processos de negócios, benchmarking, medição de processo e análise das melhores práticas e aplicá-las nas cadeias de abastecimento. O modelo SCOR usa a “criação de bloco” baseada em cinco processos fundamentais - planejar, pesquisar, agir, entregar e retorno – este processo completo é designado nível 1. O "plano" equilibra a oferta e a procura para melhor atender ao abastecimento, produção e condições de entrega. A "pesquisa" adquire bens e serviços para atender à procura prevista ou real. O "agir" transforma um produto a um estado de produtos acabados para atender a procura prevista ou real. A "entrega" fornece produtos acabados e de serviços para atender à procura prevista ou real, tipicamente incluindo gestão de pedidos, gestão de transporte, distribuição e gestão. O "retorno" está associado à admissão de produtos devolvidos por qualquer motivo (Theeranuphattana, 2008).

O modelo SCOR é dividido em três níveis padronizados de detalhes do processo. O nível superior (nível 1) define o alcance e o conteúdo da cadeia de abastecimento, usando os cinco principais processos. O nível de configuração (nível 2) especifica a configuração da cadeia de abastecimento ao nível do processo, utilizando um kit de ferramentas de categorias de processo. No nível 2, os processos são configurados em conformidade com as estratégias de operações. Por exemplo, "fazer" pode ser configurado para fazer para stock, fazer para encomendas. O nível de processo elementar (nível 3), define um fluxograma do processo com os elementos do processo ou tarefas específicas para cada categoria de processo no nível 2 (Theeranuphattana, 2008).

De acordo com o *Supply Chain Council* os cinco atributos de desempenho das cadeias de abastecimento são definidos como:

*Fiabilidade.* O desempenho da cadeia de abastecimento em entregar o produto correcto, para o lugar correcto, no tempo correcto, na condição correcta e embalagem, na quantidade correcta, com a documentação correcta, ao cliente correcto.

*Responsividade.* A velocidade com que uma cadeia de abastecimento oferece produtos para o cliente.

*Flexibilidade.* A agilidade de uma cadeia de abastecimento para responder às mudanças do mercado para obter ou manter uma vantagem competitiva.

*Custos.* Os custos associados ao funcionamento da cadeia de abastecimento.

*Gestão de activos.* A eficácia de uma organização na gestão de activos para apoiar a satisfação da procura. Isto inclui a gestão de todos os activos em capital fixo e de trabalho (Theeranuphattana, 2008).

Segundo Parker (2000), os principais factores que levam as organizações a medir o seu desempenho são: (i) para identificar o sucesso, (ii) para identificar se estão a corresponder às necessidades do cliente, (iii) para ajudar a garantir um melhor entendimento dos seus processos; (iv) para identificar onde estão os “gargalos” (estrangulamentos), resíduos, etc, onde as melhorias são necessárias, (v) assegurar que as decisões são baseadas em factos em vez de suposições, emoções ou intuições, e (vi) para mostrar se a melhoria planeada, realmente surgiu.

Dada a perspectiva da cadeia de abastecimento, a medição de desempenho também é estratégica e essencial, pois a maioria das empresas percebem que a gestão das cadeias de abastecimento necessita não só de ser avaliada pelo seu desempenho, mas também pelos seus processos de gestão (Gunasekarana *et al.*, 2004).

Em relação à medição de desempenho, comprovou-se uma evolução considerável nas últimas décadas. As definições de medição de desempenho também mudaram em alguns aspectos (Parker, 2000; Schermerhorn e Chappell, 2000; Gunasekaran e Tirtiroglu 2001; Kennerley e Neely, 2002) e vários conjuntos de abordagens têm sido utilizadas. Entre eles estão os critérios de medição de concepção do sistema (Globerson, 1985), a matriz de avaliação de desempenho (Keegan, Eiler e Jones, 1989), questionários de avaliação de desempenho (Dixon *et al.*, 1990) e o Balanced Scorecard (Kaplan e Norton, 1992). Segundo Shepherd e Gunter (2006), essas abordagens indicam a falta de foco estratégico, promove a optimização local, gestores com o intuito de obrigar a minimização dos desvios do padrão ao invés de procurar a melhoria contínua, e deixar de utilizar o benchmarking como meio para fornecer informações adequadas sobre o que os concorrentes estão a fazer.

Para desenvolver uma eficiente e eficaz cadeia de abastecimento, é necessário avaliar o seu desempenho. As medidas de desempenho da empresa deve fornecer uma visão geral de como a própria empresa e a sua cadeia de abastecimento são sustentáveis e competitivas (Gunasekaran *et al*, 2001). Custo, disponibilidade do serviço (no lugar certo na hora certa) e tempo de espera podem ser utilizados como indicadores de desempenho (Christopher e Towill, 2000; Agarwall *et al*, 2006; Mason-Jones *et al*, 2000).

Após a revisão de literatura sobre as medidas de desempenho aplicadas num contexto de cadeias de abastecimento desenvolveu-se a tabela 7 reflectindo uma sistematização das mesmas.

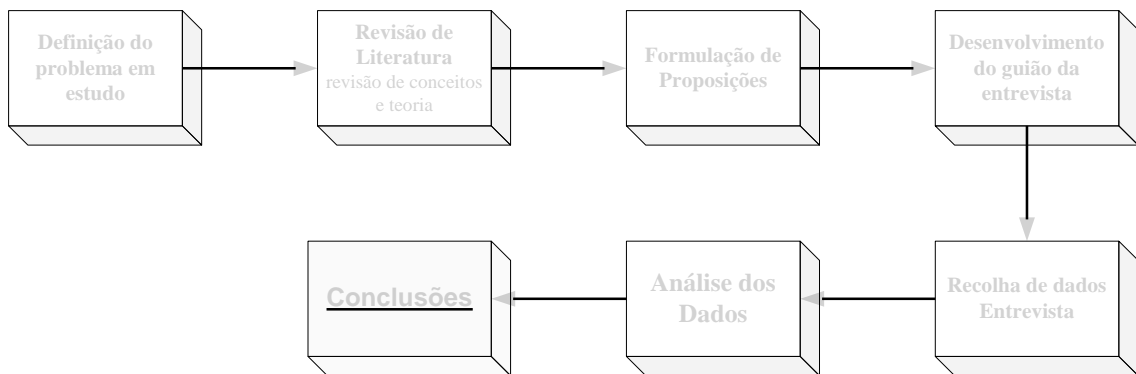
**Tabela 7:** Medidas de desempenho num contexto de cadeias de abastecimento

Medidas de desempenho	Medidas Operacionais	Medidas Económicas	Medidas Ambientais
<b>Indicadores</b>	Satisfação do cliente	Custo de stock	Custo de compras “amigas do ambiente”
	Prazos de entrega – visa fornecerem os produtos solicitados no menor tempo possível	Custo de transporte	Custos ambientais – custos com sucatas/multas e penalizações/ custos de formação sobre temas ambientais
	Flexibilidade - capacidade de mudar a variedade dos produtos produzidos	Custo de produção	Capacidade de integrar componentes reutilizáveis ou re-produzidos no sistema
	Qualidade	Custos operacionais = (custo de venda, despesas gerais e administrativas + custo do produto vendido) / total de vendas	Diminuição do consumo de materiais tóxicos e perigosos e emissões de CO <sub>2</sub>

## 4. Metodologia

Um processo de investigação consiste numa série de etapas ou medidas necessárias para realizar eficazmente a investigação e a sequência desejada dessas etapas (Kothari, 2004). A figura 5 mostra os passos seguidos para a realização do estudo.

Após a revisão bibliográfica que incidiu sobre as temáticas abrangidas no objectivo do estudo, práticas verdes e medidas de desempenho da cadeia, formaram-se as proposições com base no modelo proposto e elaborou-se o guião da entrevista para a recolha de dados necessária para a elaboração dos estudos de caso.



**Figura 5:**Resumo das etapas da metodologia

*Adaptado:* Kothari, C. R. (2004) “Research Methodology: Methods and Techniques”. 2ª Edição. New Delhi: New Age International (P) Limited, Publishers

O estudo foi baseado em empresas pertencentes a cadeias de abastecimento portuguesas da indústria automóvel. A condição principal para participar neste estudo foi as empresas terem a certificação pela norma ISO 14001.

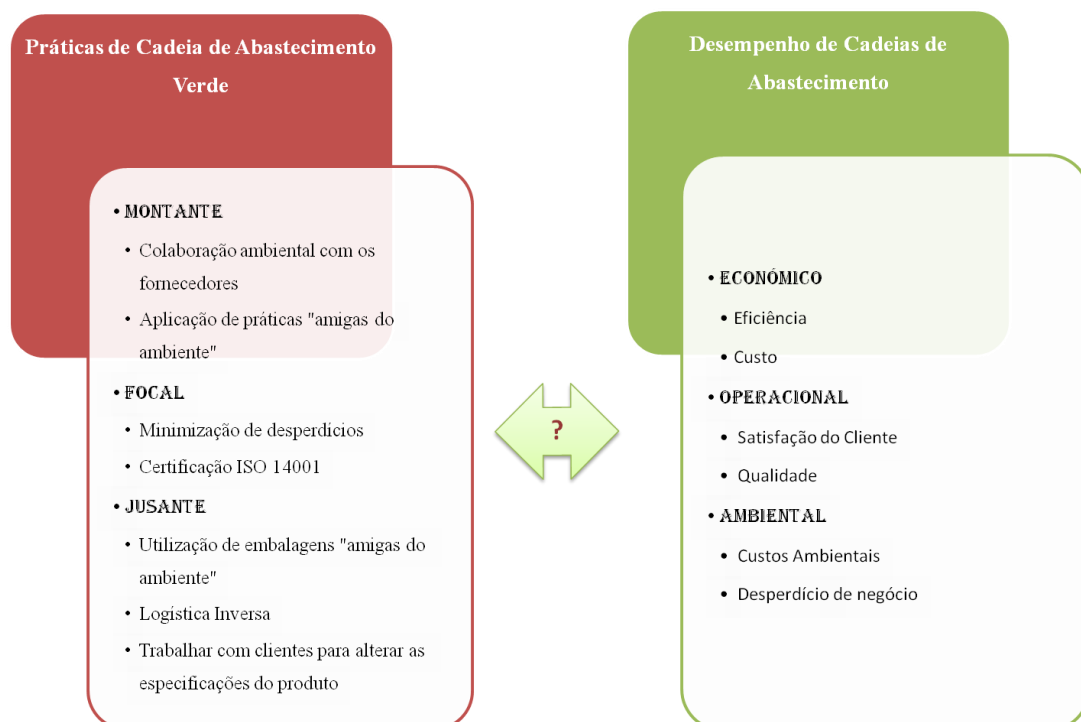
A decisão do método utilizado para a recolha dos dados que suportam este estudo, a entrevista, foi devido às vantagens que daí poderiam surgir, como a obtenção de informação mais completa e a certeza da existência de resposta dos participantes.

### 4.1. Modelo conceptual proposto

Neste ponto, um modelo conceptual é proposto com a finalidade de explorar a influência do paradigma verde sobre o desempenho das cadeias de abastecimento. A figura 6 apresenta uma visão global do modelo proposto. Como pode ser observado, as

práticas verdes propostas, para que as cadeias de abastecimento sejam consideráveis ambientalmente responsáveis são: *i)* a colaboração ambiental com os fornecedores; *ii)* a aplicação de práticas “amigas do ambiente” no processo de compra; *iii)* a minimização de desperdícios; *iv)* a certificação da norma ISO 14 001; *v)* a utilização de embalagens “amigas do ambiente”; *vi)* logística inversa; *vii)* trabalhar com clientes para alterar as especificações do produto.

O modelo proposto sugere também uma série de medidas para avaliar a influência dessas práticas sobre o desempenho da cadeia de abastecimento. Um conjunto de medidas e de indicadores são propostos para avaliar o desempenho operacional, económico e ambiental das cadeias de abastecimento. Assim, em termos operacionais, as medidas propostas são a qualidade e a satisfação do cliente. Do ponto de vista económico as medidas recomendadas são o custo e a eficiência. Finalmente, a partir de uma perspectiva ambiental as medidas são o custo ambiental, a avaliação do ciclo de vida e o desperdício de negócios.



**Figura 6:** Modelo Conceptual proposto da influência das práticas verdes nas medidas de desempenho das cadeias de abastecimento

As práticas bem como as relações propostas resultaram de várias evidências empíricas presentes na literatura, tais como:

*Colaboração ambiental com os fornecedores:* foi definida por Vachon e Klassen (2008) como a interação entre empresas pertencentes a determinadas cadeias de abastecimento relativamente ao planeamento conjunto ambiental e a partilha de know-how ambiental. Uma colaboração ambiental com fornecedores afecta positivamente o desempenho nas variáveis lead time de entrega e flexibilidade (Vachon e Klassen, 2008).

*Aplicação de práticas “amigas do ambiente” no processo de compra:* embora a aquisição de materiais verdes possa representar um custo, pode criar valor económico, como a eliminação e redução de custos de responsabilidade, melhorando a imagem pública (Min e Galle, 2001). A adopção de práticas “amigas do ambiente” evita a compra de resíduos e ainda reduz os impactos do ciclo de vida dos produtos (Tsoufias e Pappis, 2006).

*Minimização de desperdícios:* pode ser realizada pelo tratamento de resíduos depois de estes gerados, minimizando a sua quantidade (Khidir e Zailani, 2009). Contribui para a redução de uma série de medidas, nomeadamente do desperdício gerado ao longo dos negócios, dos impactos do ciclo de vida e do custo ambiental. Também pode contribuir para uma melhoria da eficiência dos processos que acontecem ao longo da cadeia de abastecimento e para a redução de custos.

*Certificação ISO 14001:* a implementação da ISO 14001 é compreendida como um custo ambiental pelas empresas, porém este permite a minimização da utilização de recursos e a redução de desperdícios, melhorando a qualidade (Nawrocka *et al.*, 2009). Alguns estudos encontraram evidências de que a norma ISO 14001 melhora o desempenho ambiental das organizações (Arimura *et al.*, 2009).

*Logística Inversa:* apesar do ganho ambiental de minimizar o desperdício de negócio (através da recuperação de produtos, recolha e transporte de produtos de recuperação), representa um custo ambiental para as empresas (Tsoufias e Pappis, 2006). Minimizando tal custo é importante para aumentar o ganho total do ambiente de recuperação.

*Utilização de embalagens “amigas do ambiente”*: é um dos elementos que mais evidenciam as empresas no compromisso ambiental (Nair e Menon, 2008). Espera-se que a aplicação de iniciativas de embalagens “amigas do ambiente” possa reduzir os desperdícios de negócio e os impactos do ciclo de vida (Huang e Matthews, 2008), e maior satisfação do cliente (Nair e Menon, 2008).

*Trabalhar com clientes para alterar as especificações do produto*: ajuda a estabelecer as especificações do produto que são compatíveis com modificações de processos, aumentando a eficiência do processo, substituição de *inputs*, afectando positivamente a conformidade do produto com as especificações e durabilidade. Forma de gestão ambiental pró-activa, ligada a práticas de gestão da qualidade orientada para evitar lacunas ao invés de soluções de problemas ou actividades de avaliação. (Vachon e Klassen, 2008).

A partir do modelo proposto, resultam proposições que irão ser testadas através de uma abordagem qualitativa assente em estudos de caso de empresas pertencentes a diferentes elos de uma cadeia de abastecimento automóvel.

As proposições propostas neste trabalho e que resultam do modelo conceptual proposto são as seguintes:

*P<sub>1</sub>*: “As empresas da indústria automóvel consideram a adopção de práticas verdes importante para as suas cadeias de abastecimento serem consideradas verdes”.

*P<sub>2</sub>*: “As empresas pertencentes a cadeias de abastecimento da indústria automóvel implementam práticas verdes”.

*P<sub>3</sub>*: “Cadeias de abastecimento da indústria automóvel consideram que algumas medidas de desempenho reflectem melhor a influência da utilização de práticas verdes no desempenho das cadeias do que outras”.

*P<sub>4</sub>*: “Cadeias de abastecimento da indústria automóvel implementam medidas de desempenho que reflectem o impacto de práticas verdes”.

Com estas quatro proposições pretende-se mostrar a percepção que as empresas pertencentes a cadeias de abastecimento automóvel têm sobre as práticas verde e as

medidas de desempenho que deveriam ser usadas e as que usam efectivamente, para que o paradigma verde esteja efectivamente a ser aplicado.

## **4.2. *Recolha de dados***

A recolha de dados foi realizada através de entrevistas com base na revisão da literatura sobre as práticas verdes nas cadeias de abastecimento e o desempenho das cadeias, ou seja, com base no modelo conceptual proposto. Um conjunto de questões-chave foi desenvolvido para o guião da entrevista (ver anexo A).

O guião da entrevista foi elaborado contemplando as seguintes questões

- i. Caracterização das empresas que aceitaram colaborar com este estudo.
- ii. Percepção do nível de importância das práticas verdes das empresas na cadeia de abastecimento automóvel.
- iii. Nível de implementação de práticas verdes.
- iv. Importância das medidas de desempenho para avaliar a influência de práticas verdes no desempenho das cadeias de abastecimento
- v. Nível da implementação de medidas de desempenho.

## **4.3. *Análise de dados***

O estudo foi realizado individualmente para cada empresa e ainda de forma agregada.

### **4.3.1. *Estudo de análise individual***

Na análise individual de cada empresa é possível identificar as principais práticas consideradas mais verdes pelas empresas de cadeias de abastecimento da indústria automóvel. Com a análise das entrevistas pode-se analisar o nível de implementação de práticas verdes nas cadeias de abastecimento das empresas e ainda observar as medidas de desempenho que foram consideradas mais importantes para avaliar a influência deste tipo de práticas no desempenho de cadeias de abastecimento.

Através da análise individual torna-se possível identificar as principais práticas na gestão de cadeias de abastecimento verdes e explicar a influência de cada uma no desempenho de uma cadeia de abastecimento. Em cada caso, a pontuação do nível de implementação individual de práticas verdes (IPV) resulta na soma dos pesos de implementação das diferentes práticas verdes, assim:

$$IPV_{SCOREj} = \sum_{k=1}^7 x_{kj} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

$IPV_{SCOREj}$  é o nível de implementação de práticas verdes no caso de estudo  $j$  (8 casos de estudo);

$X_{kj}$  é o valor do peso da implementação da prática verde  $k$  (7 práticas) no caso de estudo  $j$ .

Para avaliar o nível de percepção da importância de práticas verdes (PPV) para uma cadeia de abastecimento ser considerada verde, a seguinte soma é proposta:

$$PPV_{SCOREj} = \sum_{k=1}^7 \mu_{kj} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

$PPV_{SCOREj}$  é o nível de percepção da importância de práticas verdes para uma cadeia de abastecimento ser considerada verde no caso de estudo  $j$  (8 casos de estudo);

$\mu_{kj}$  é o peso para o nível de percepção da importância da prática verde  $k$  (7 práticas verdes) no caso de estudo  $j$ .

A mesma análise é usada para avaliar a implementação de medidas de desempenho (IMD) em cada estudo de caso individual. A pontuação da medida de desempenho individual de cada estudo de caso resulta da soma dos pesos da implementação das diferentes medidas de desempenho para cada estudo de caso. Isto é:

$$IMD_{SCOREj} = \sum_{w=1}^6 \lambda_{wj} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

$IMD_{SCOREj}$  é o nível de implementação da medida de desempenho no caso de estudo  $j$  (8 casos de estudo);

$\lambda_{wj}$  é o peso da implementação da medida de desempenho  $w$  (6 medidas de desempenho) no caso de estudo  $j$ .

#### 4.3.2. Estudo de análise agregada das variáveis

A análise agregada das variáveis (práticas verdes e medidas de desempenho) fornece uma indicação da importância de cada prática para conseguir uma cadeia de abastecimento verde e a importância de medidas de desempenho no sentido de reflectir o impacto das práticas sobre o desempenho da cadeia. Cada variável é examinada e a pontuação é calculada com base na ponderação atribuída na análise individual de estudo de caso. As pontuações são levadas para análise agregada para fornecer uma indicação da importância das variáveis (práticas e medidas de desempenho verdes) para as 8 empresas em estudo.

A pontuação agregada relativamente à percepção da importância das práticas verdes (PPVa) para conseguir uma cadeia de abastecimento mais verde é obtida através de:

$$PPVa_{SCOREk} = \sum_{j=1}^8 \mu_{kj} \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

$PPVa_{SCOREk}$  é o nível agregado de importância da prática verde  $k$  (7 práticas) para tornar uma cadeia de abastecimento mais verde;

$\mu_{kj}$  é o peso da importância da prática verde  $k$  no caso de estudo  $j$ .

Para calcular o nível de agregação de cada implementação da prática verde (IPVa) a equação seguinte é proposta:

$$IPVa_{SCOREk} = \sum_{j=1}^8 x_{kj} \text{ (Equação 5)}$$

Onde:

$IPVa_{SCOREk}$  é o nível agregado de implementação da prática verde  $k$  (7 práticas);

$X_{kj}$  é o valor do peso da implementação da prática verde  $k$  no estudo de caso  $j$ .

A agregação da pontuação que mede o nível de consideração das medidas de desempenho (CMDa) que reflecte o impacto das práticas verdes é obtida pela seguinte equação:

$$CMDa_{SCOREw} = \sum_{j=1}^8 z_{wj} \text{ (Equação 6)}$$

Onde:

$CMDa$  é o nível agregado de consideração da medida de desempenho  $w$  (6 medidas de desempenho) que reflecte o impacto das práticas verdes;

$Z_{wj}$  é o peso da importância da medida de desempenho  $w$  que reflecte o impacto das práticas verdes no estudo de caso  $j$ .

A agregação da pontuação que mede o grau de implementação da medida de desempenho (IMDa) é obtida através da equação:

$$IMDa_{SCOREw} = \sum_{j=1}^8 \lambda_{wj} \text{ (Equação 7)}$$

Onde:

$IMDa$  é o nível agregado de implementação da medida de desempenho  $w$  (6 medidas de desempenho);

$\lambda_{wj}$  é o peso da implementação da medida de desempenho  $w$  (6 medidas de desempenho) no estudo de caso  $j$ .

## 5. Estudo de caso

Nesta secção é desenvolvido um estudo de caso da cadeia de abastecimento automóvel, considerando-se oito empresas portuguesas da indústria automóvel. O objectivo deste estudo é dar respostas às proposições formuladas na secção anterior e que derivam de um modelo conceptual tendo por base referencial teórico.

### 5.1. Perfil das empresas

A tabela 8 resume o perfil das empresas objecto de estudo, de acordo com a linha de produtos, a posição na cadeia de abastecimento e a dimensão da empresa.

**Tabela 8:** Características das empresas

	<i>Linha de produto</i>	<i>Posição na cadeia de abastecimento</i>	<i>Dimensão da empresa</i>	<i>Entrevistado</i>
<b>Empresa 1</b>	Cabos eléctricos	Fornecedor de 1 <sup>a</sup> linha	900 empregados	Engenheiro Industrial
<b>Empresa 2</b>	Comando e controlo de painéis frontais, peças plásticas do painel de instrumentos	Fornecedor de 1 <sup>a</sup> linha	800 empregados	Engenheiro do Produto
<b>Empresa 3</b>	Auto-rádios e painéis frontais de ar condicionado	Fornecedor de 2 <sup>a</sup> linha	800 empregados	Engenheiro da Qualidade
<b>Empresa 4</b>	Bancos	Fornecedor de 1 <sup>a</sup> linha	130 empregados	Engenheiro da Qualidade
<b>Empresa 5</b>	Cablagem	Fornecedor de 1 <sup>a</sup> linha	650 empregados	Gerente da Logística
<b>Empresa 6</b>	Condensadores tântalo	Empresa focal	350 empregados	Engenheiro
<b>Empresa 7</b>	Plásticos	Fornecedor de 1 <sup>a</sup> linha	400 empregados	Engenheiro
<b>Empresa 8</b>	Caixa de velocidades	Fornecedor de 1 <sup>a</sup> linha	1006 empregados	Gerente Logística & Compras

## **5.2. Práticas verdes em cadeias de abastecimento**

Uma análise individual e agregada foi desenvolvida. Na análise dos dados de cada empresa foi explorado em termos de comportamento ecológico. O comportamento ecológico de cada empresa é determinado pela equação 1. A aplicação desta equação significa que o comportamento ecológico de cada empresa é determinado pelo nível de implementação das práticas verdes analisadas. Na análise agregada, uma avaliação de todos os oito casos de estudo foi desenvolvido; cada prática verde é analisada considerando a soma dos pesos dos oito casos de estudo.

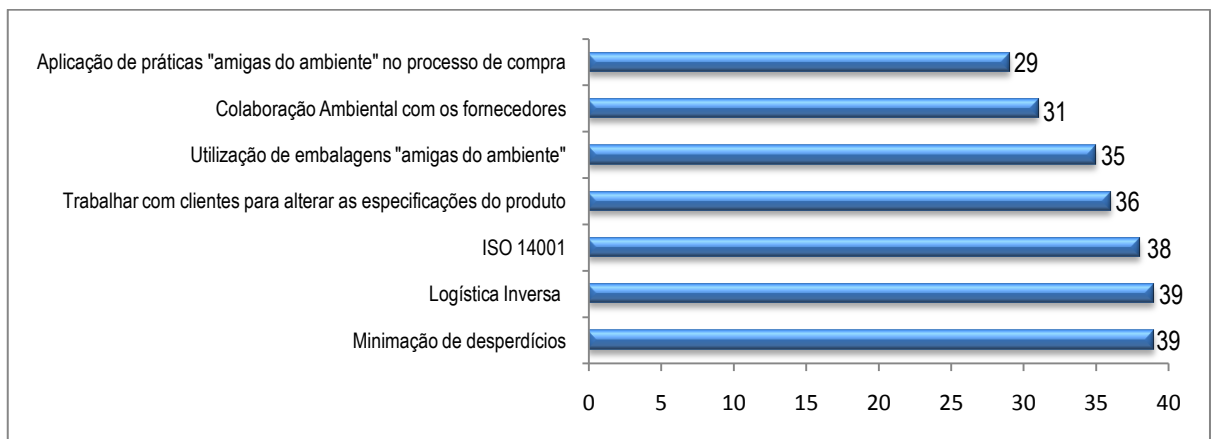
Considerando cada empresa individual e usando a equação 2, avaliar a percepção sobre a importância de um conjunto de práticas verdes para uma cadeia de abastecimento ser considerada verde, verifica-se que cada empresa apresenta uma perspectiva diferente de como tornar uma cadeia de abastecimento mais verde.

**Tabela 9:** Percepção individual e agregada sobre o nível de importância das seguintes práticas para que uma cadeia de abastecimento seja considerada verde

Práticas Verdes	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5	Empresa 6	Empresa 7	Empresa 8	Análise Agregada $PPVc\_score_k$
Colaboração Ambiental com os fornecedores	3	4	3	4	4	5	4	4	31
Aplicação de práticas “amigas do ambiente” no processo de compra	4	3	2	3	5	4	4	4	29
Minimização de desperdícios	5	5	4	5	5	5	5	5	39
ISO 14001	5	3	5	5	5	5	5	5	38
Logística Inversa	5	5	5	5	5	5	4	5	39
Utilização de embalagens “amigas do ambiente”	4	4	3	5	5	5	4	5	35
Trabalhar com clientes para alterar as especificações do produto	4	3	5	5	5	5	4	5	36
<i>Análise individual <math>PPV\_score_j</math></i>	30	27	27	32	34	34	30	33	

Fazendo uma análise individual por empresa à percepção da importância das seguintes práticas para que uma cadeia de abastecimento seja considerada verde e tendo por base a tabela 9, verifica-se que as empresas 5 e 6 identificam um maior número de práticas ecológicas para que as cadeias de abastecimento sejam consideradas mais ecológicas. As empresas 2 e 3 atribuem menos importância a certas práticas verdes, por exemplo a empresa 3 (Fornecedor de 2ª linha) considera que a aplicação de práticas “amigas do ambiente” no processo de compra não é importante para que esta seja considerada verde.

Ainda na tabela 9, aplicando a equação 4 e fazendo uma análise agregada é possível observar a semelhança na importância atribuída pelos entrevistados às sete práticas verdes. Ainda assim, a maior pontuação verificou-se nas práticas: minimização de desperdícios e logística inversa. Este resultado evidencia a grande importância atribuída pela maioria das empresas a estas duas práticas para que as cadeias de abastecimento sejam consideradas verdes. Por outro lado, a prática verde menos considerada pelos entrevistados foi a aplicação de práticas “amigas do ambiente” no processo de compra. Esta constatação pode ser confirmada na figura 7.



**Figura 7:** Análise cruzada da percepção da importância das práticas de verde para que seja considerada uma cadeia de abastecimento verde

De acordo com a análise das oito empresas, é possível depreender que empresas do ramo automóvel consideram importante a adoção de práticas verdes para a sua cadeia de abastecimento ser considerada verde. Assim, este resultado permite suportar a seguinte proposição:

$P_1$ : “As empresas da indústria automóvel consideram a adopção de práticas verdes importante para as suas cadeias de abastecimento serem consideradas verdes”.

Outra questão abordada neste estudo é sobre o nível de implementação de práticas verdes nas cadeias de abastecimento da indústria automóvel. Através da análise individual, usando a equação 1, é possível conferir que a empresa mais verde é a empresa 8 (tabela 10). Esta empresa implementa totalmente quatro das sete práticas consideradas: a certificação ISO 14001, a logística inversa, a utilização de embalagens “amigas do ambiente” e trabalhar com clientes para alterar especificações do produto.

No geral, as práticas com maior nível de implementação são: a certificação ISO 14001, a minimização de desperdícios, a logística inversa. As práticas menos consideradas são: a aplicação de práticas “amigas do ambiente” no processo de compra e a colaboração ambiental com os fornecedores e trabalhar com clientes para alterar as especificações do produto (tabela 10).

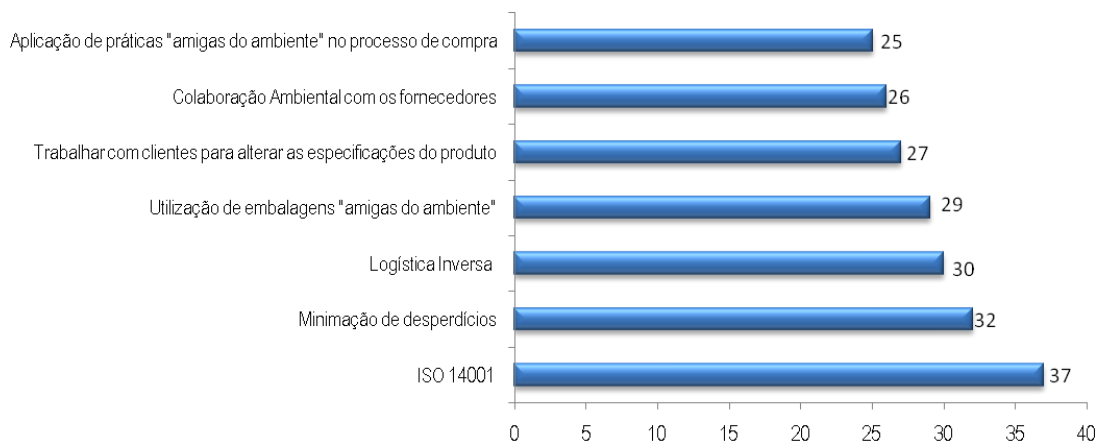
Na análise agregada e usando a equação 5, a prática verde com um maior nível de implementação nos casos de estudo é a certificação ISO 14001, seguida pela minimização de desperdícios e logística inversa. Estas práticas são aplicadas ao nível da empresa, para responder às preocupações ambientais. No entanto, verifica-se que as práticas que envolvem a colaboração com outros membros da cadeia de abastecimento apresentam um nível de implementação inferior, reflectindo a dificuldade que as empresas têm de fazer parte de uma cadeia de abastecimento. As empresas estão focadas nos processos diários e apresentam alguma dificuldade na coordenação de algumas operações e práticas com outros parceiros. As práticas a jusante (trabalhar com clientes para alterar as especificações do produto) são as práticas com menos pontuação.

**Tabela 10:** Nível de implementação individual e agregada das práticas verdes

<b>Práticas Verdes</b>	<b>Empresa 1</b>	<b>Empresa 2</b>	<b>Empresa 3</b>	<b>Empresa 4</b>	<b>Empresa 5</b>	<b>Empresa 6</b>	<b>Empresa 7</b>	<b>Empresa 8</b>	<i>Análise agregada IPVc_score<sub>k</sub></i>
Colaboração Ambiental com os fornecedores	3	3	3	2	4	3	4	4	26
Aplicação de práticas “amigas do ambiente” no processo de compra	3	3	3	3	3	2	4	4	25
Minimização de desperdícios	4	4	4	4	5	3	4	4	32
ISO 14001	4	4	4	5	5	5	5	5	37
Logística Inversa	3	4	5	4	3	2	4	5	30
Utilização de embalagens “amigas do ambiente”	1	4	3	4	4	4	4	5	29
Trabalhar com clientes para alterar as especificações do produto	2	2	5	2	2	5	4	5	27
<i>Análise individual IPV_score<sub>j</sub></i>	20	24	27	24	26	24	29	32	

A figura 8 permite suportar a segunda proposição, uma vez que se verifica que as empresas da indústria automóvel desenvolvem práticas verdes:

$P_2$ : “As empresas pertencentes a cadeias de abastecimento da indústria automóvel implementam práticas verdes”.



**Figura 8:** Nível de implementação das práticas verde

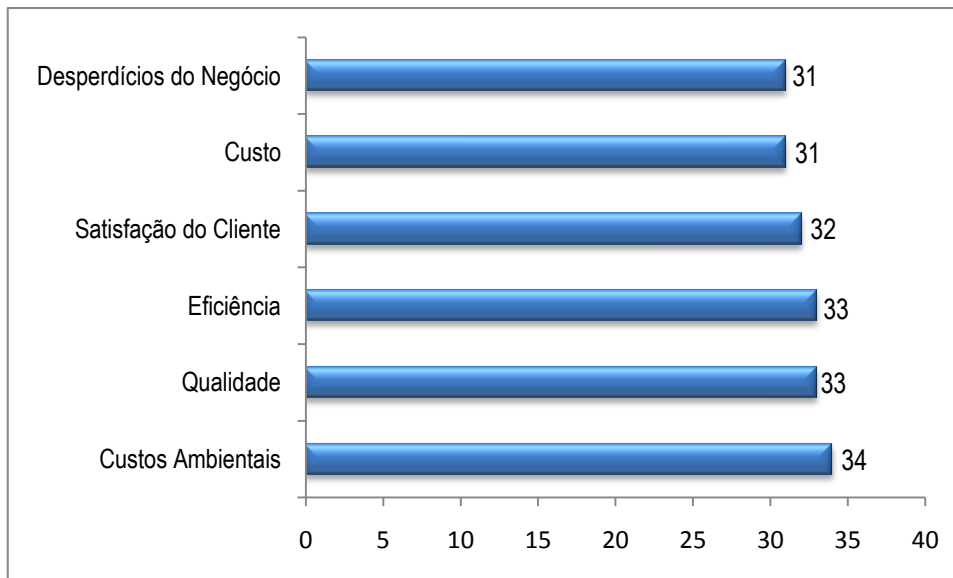
### 5.3. *Desempenho em cadeias de abastecimento*

O principal objectivo deste ponto é de averiguar as medidas de desempenho que melhor reflectem a influência das práticas verdes no desempenho das cadeias de abastecimento e também quais as medidas que são implementadas nas cadeias de abastecimento da indústria automóvel.

Os dados recolhidos a partir das entrevistas possibilitam uma percepção sobre as medidas de desempenho que melhor reflectem a influência de práticas verdes no desempenho de cadeias de abastecimento, como se pode verificar na tabela 11.

Da tabela 11 através da análise agregada e usando a equação 6, é possível verificar que os custos ambientais é a medida de desempenho destacada pelos entrevistados como a que melhor reflecte a influência de práticas verdes no desempenho da cadeia de abastecimento. As medidas de desempenho qualidade e eficiência, com a mesma pontuação, são apontadas como as segundas mais valorizadas. Assim, segundo as empresas inquiridas, a prioridade é fornecer um produto de alta qualidade, mantendo um nível de eficiência elevado e evitar o uso desnecessário dos recursos da produção. O

custo e o desperdício de negócios foram apontados como as medidas menos valorizadas, como se pode observar na figura 9.



**Figura 9:** Percepção sobre as medidas de desempenho que melhor reflectem a influência de práticas verdes no desempenho das cadeias de abastecimento.

A partir do estudo de caso, é possível afirmar que algumas medidas de desempenho são identificadas como o espelho da influência de práticas verdes na cadeia de abastecimento. Assim, a seguinte proposição é sustentada:

*P<sub>3</sub>*: “Cadeias de abastecimento da indústria automóvel consideram que algumas medidas de desempenho reflectem melhor a influência da utilização de práticas verdes no desempenho das cadeias do que outras”.

Após analisar a percepção dos entrevistados sobre as medidas de desempenho que melhor reflectem a influência de práticas verdes no desempenho das cadeias de abastecimento é interessante verificar a real implementação destas medidas nos estudos de caso (tabela 12)

De acordo com a tabela 12, uma análise individual e usando a equação 3, é possível verificar que a empresa 5 apresenta um melhor nível superior de implementação de medidas de desempenho para reflectir a influência de práticas verdes no desempenho de cadeias de abastecimento. Esta empresa apresenta todas as medidas de desempenho totalmente implementadas.

**Tabela 11:** Percepção sobre as medidas de desempenho que melhor reflectem a influência de práticas verdes desempenho da cadeia

Medidas de desempenho	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5	Empresa 6	Empresa 7	Empresa 8	Análise agregada $CMDc\_score_w$
Qualidade	4	4	5	3	3	5	5	4	33
Satisfação do Cliente	5	3	4	4	3	4	5	4	32
Custo	4	2	4	4	4	5	5	3	31
Eficiência	5	2	4	4	4	5	5	4	33
Custos Ambientais	4	3	4	4	5	5	5	4	34
Desperdícios do Negócio	4	2	4	4	4	5	4	4	31

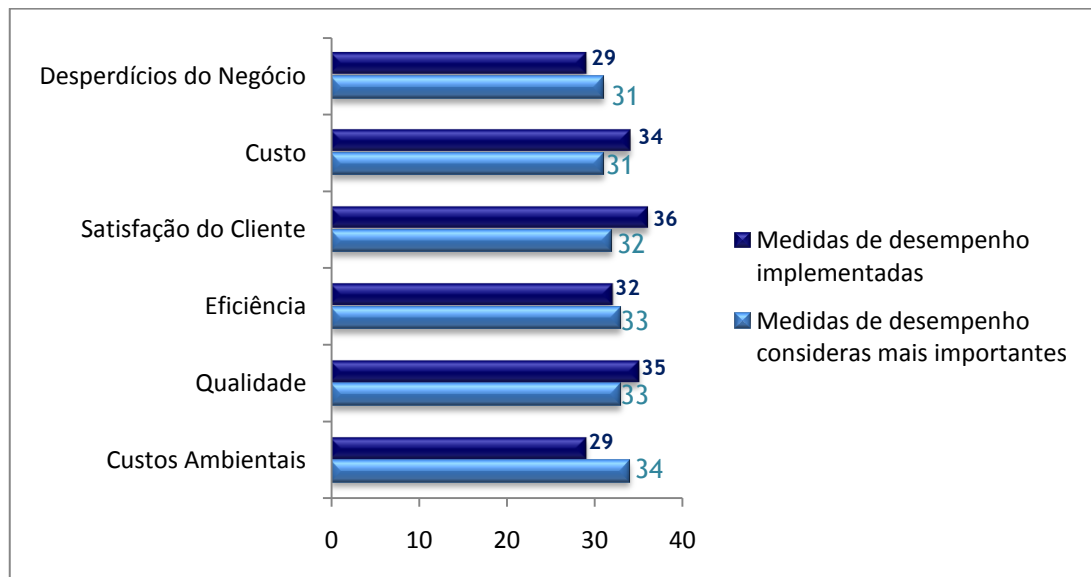
**Tabela 12:** Implementação de medidas de desempenho

Medidas de desempenho	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5	Empresa 6	Empresa 7	Empresa 8	Análise agregada $IMDc\_score_w$
Qualidade	3	4	5	5	5	3	5	5	35
Satisfação do Cliente	5	4	4	4	5	4	5	5	36
Custo	4	3	5	5	5	3	5	4	34
Eficiência	4	3	4	5	5	2	5	4	32
Custos Ambientais	3	3	3	3	5	4	5	3	29
Desperdícios do Negócio	3	3	3	4	5	4	4	3	29
Análise individual $IMD\_score_j$	22	20	24	26	30	20	29	24	

A empresa 7 apresenta cinco das seis medidas totalmente implementadas, a exceção foi na medida de desempenho de desperdício de negócios. A empresa 2 é a que apresenta um menor nível de implementação de medidas de desempenho apresenta apenas um elevado nível de implementação das medidas: qualidade e satisfação do cliente.

Numa análise agregada e usando a equação 7, as medidas de desempenho com maior nível de implementação são: a satisfação do cliente, a qualidade e o custo. Os desperdícios de negócio e os custos ambientais são as medidas de desempenho menos desenvolvidas pelas empresas.

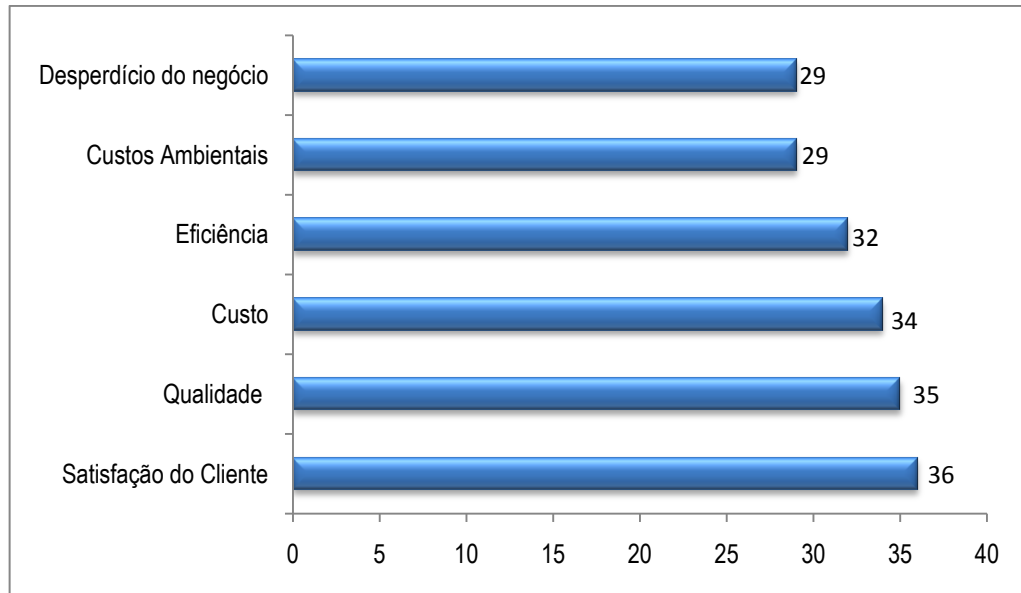
Comparando os resultados da tabela 11 com os da tabela 12 (figura 10) é interessante observar que os custos ambientais são considerados como a medida mais importante para reflectir a influência de práticas verdes no desempenho de cadeia de abastecimento, apesar desta medida ser a menos implementada pelas empresas. A qualidade e a eficiência foram as duas medidas simultaneamente consideradas como as mais importantes para reflectir as práticas verdes no desempenho da cadeia de abastecimento, enquanto que as medidas mais implementadas pelas empresas foram a satisfação do cliente e a qualidade.



**Figura 10:** Nível de implementação de medidas de desempenho vs medidas consideradas mais importantes

Através da análise da figura 11, fica suportada a quarta proposição:

*P<sub>4</sub>*: “Cadeias de abastecimento da indústria automóvel implementam medidas de desempenho que reflectem o impacto de práticas verdes”.



**Figura 11:** Nível de implementação de medidas de desempenho pelas empresas

## 6. Conclusão

A revisão de literatura abordada neste trabalho permitiu identificar algumas das características associadas com os principais paradigmas de gestão das cadeias de abastecimento, ou seja: lean, ágil, resiliente e verde. Na pesquisa dos vários paradigmas, tentou-se perceber as características de cada um, os seus atributos e como se reflectem na gestão da cadeia de abastecimento.

Todos os paradigmas apresentam um objectivo comum: a satisfação do cliente. No entanto, cada um evidencia características diferenciadoras; (i) o paradigma lean visa a minimização de todos os resíduos, bem como de todas as actividades que não acrescentam valor; (ii) o paradigma ágil pretende responder de maneira rápida às necessidades, em constante mutação, dos clientes; (iii) o paradigma resiliente tenta minimizar a vulnerabilidade a perturbações que possam ocorrer na cadeia de abastecimento; (iv) paradigma verde preocupa-se em minimizar os impactos ambientais da actuação das empresas em particular e das cadeias de abastecimento em geral.

Quanto ao sistema de medição de desempenho este é bastante importante no apoio a tomada de decisões e no controlo e melhoria do desempenho das cadeias.

Uma vez abordados teoricamente os diferentes paradigmas a nossa opção recaiu pelo estudo mais aprofundado do paradigma verde pela sua extrema importância nos dias de hoje. Uma revisão da literatura foi efectuada de maneira a propor algumas práticas verdes na gestão da cadeia de abastecimento e respectivas medidas de desempenho que permitissem avaliar o seu impacto nas cadeias. Assim, para o estudo em causa, um modelo conceptual foi proposto com as relações entre as práticas verdes e o desempenho das cadeias de abastecimento.

Optou-se por uma metodologia qualitativa assente em estudos de caso de empresas pertencentes a diferentes níveis da cadeia de abastecimento automóvel. A partir da entrevista a oito empresas do mesmo sector, verificou-se que o tipo de práticas adoptadas na gestão da cadeia de abastecimento verde influencia o desempenho da cadeia. Na análise agregada percebe-se que a importância dada a cada prática é muito semelhante e as práticas mais importantes numa cadeia de abastecimento verde são: minimização de desperdícios, logística inversa e certificação ISO 14001. Quanto às

práticas verdes mais utilizadas, constata-se que nos estudos de caso sobre os quais incidiu esta análise, as práticas verdes mais utilizadas são: a certificação ISO 14001, a minimização de desperdícios e a logística inversa.

Quanto às medidas de desempenho, o custo ambiental é a medida de desempenho destacada pelos entrevistados como a medida que melhor reflecte a influência de práticas verdes no desempenho da cadeia de abastecimento. É interessante verificar que nem sempre as medidas consideradas mais importantes são as implementadas na realidade da empresa. Pois as medidas de desempenho mais utilizadas pelas empresas objecto de estudo foram: a satisfação do cliente, a qualidade e o custo.

Os resultados acima, suportam as quatro proposições levantadas neste trabalho, sendo possível concluir que: (i) As empresas da indústria automóvel consideram a adopção de práticas verdes importante para as suas cadeias de abastecimento serem consideradas verdes; (ii) As empresas pertencentes a cadeias de abastecimento da indústria automóvel implementam práticas verdes; (iii) Cadeias de abastecimento da indústria automóvel consideram que algumas medidas de desempenho reflectem melhor a influência da utilização de práticas verdes no desempenho das cadeias do que outras; (iv) Cadeias de abastecimento da indústria automóvel implementam medidas de desempenho que reflectem o impacto de práticas verdes.

Este estudo poderá ajudar alguns gestores de empresas pertencentes a cadeias de abastecimento automóvel e posicionados em diferentes níveis da mesma a escolher as principais práticas verdes e a implementar um sistema de medição de desempenho que torna possível avaliar a influência dessas práticas sobre o desempenho da cadeia.

No entanto, este estudo apresenta algumas limitações, uma vez que foi realizada entrevista a apenas oito empresas da indústria automóvel. Este estudo não pode ser expandido a outras indústrias, pois a especificidade dos produtos/processos pode variar influenciando a gestão da cadeia de abastecimento.

Para pesquisas futuras relacionadas com os temas abordados neste trabalho, seria curioso propor um modelo semelhante, para cada um dos paradigmas, replicar o modelo proposto neste trabalho à indústria automóvel, com um maior número de amostras e ainda abrangendo cadeias de abastecimento internacionais, de modo a comparar com os resultados obtidos neste trabalho.

## Bibliografia

AberdeenGroup. “*The Lean Supply Chain Report: Lean concepts transcend manufacturing through the supply chain.*” 2006. <http://www.industryweek.com/webcasts/bpkeynote07/LeanSupplyChain.pdf> (acedido em 25 de Fevereiro de 2010).

Adamides E. D., Karacapilidis N., Pylarinou H., Koumanakos D. (2008) “Supporting collaboration in the development and management of lean supply networks.” *Production Planning & Control*, Vol.19, pp. 35-52.

Agarwal A., Shankar R., Tiwari M. K.(2006) “Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach.” *European Journal of Operational Research*, Vol. 173, pp. 211-225.

Agarwal A., Shankar R., Tiwari M. K. (2007) “Modeling agility of supply chain.” *Industrial Marketing Management*, Vol. 36, pp. 443-457.

Ahmad, S., Schroeder, R. e Mallick, S. (2010) “The relationship among modularity, functional coordination, and mass customization: Implications for competitiveness.” *European Journal of Innovation Management*, Vol.13, pp. 46-61.

Al-Mashari M., Irani Z., Zairi M. (2001)“Business process reengineering: a survey of international experience.” *Business Process Management Journal*, Vol.7, pp. 437-455.

Anderson, P., Aronson, H., Storhagen, N. G. (1989) “Measuring logistics performance.” *Engineering Costs and Production Economics*, Vol. 17, pp. 253-262.

Aramyan, L., Meuwissen, M., Lansink, A., van der Vorst, J., van Kooten, O., van der Lans, I. (2009) “The perceived impact of quality assurance systems on tomato supply chain performance.” *Total Quality Management & Business Excellence*, Vol. 20, pp. 633-653.

Arimura T. H., Darnall N., Katayama H. (2009)“Is ISO 14001 a Gateway to More Advanced Voluntary Action? A Case for Green Supply Chain Management.” *Resources for the Future*, pp. 1 - 27.

Arimura, T. H., Darnall N., Katayama H. (2009) “Gateway to More Advanced Voluntary Action? A Case for Green Supply Chain Management.” *Resource for the Future*, pp. 1 - 27.

Askariadzad, M., Wanous, M. (2009) “A proposed value model for prioritising supply chain performance measures.” *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, Vol. 1, pp. 115 – 128.

Ayers, J. B. (2001) *Handbook of Supply Chain Management*. United States of America: The St. Lucie Press/APICS Series on Resource Management.

Azevedo S. G., Machado V. H. , Barroso A. P. , Cruz Machado V. (2008) “Supply Chain Vulnerability: Environment Changes and Dependencies”.” *International Journal of Logistics and Transport* Vol. 2, pp. 41 - 45.

Baramichai M., Zimmers Jr E. W.,Marangos C. A. (2007) “Agile supply chain transformation matrix: an integrated tool for creating an agile enterprise.” *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 12, pp. 334-348.

Barroso A. P., Machado V. H. (2005) “Sistemas de Gestão Logística de Resíduos em Portugal.” *Investigação Operacional*, Vol. 25, pp. 179-94.

Beamon, B. and Chen, V. (2001) “Performance analysis of conjoined supply chains.” *International Journal of Production Research*, Vol. 39, pp. 3195-3218.

Beamon, B. (1999) “Measuring supply chain performance.” *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 19, pp. 275-292.

Bowen, F. E., Cousine,P. D., Lamming, R. C., Faruk A. C. (2001) “Explaining the gap between the theory and practice of green supply.” *Greener Management International*, Vol. 35, pp. 41-59.

Brown, K. e Mitchell, T. (1991) “A comparison of just-in-time and batch manufacturing: the role of performance obstacles.” *Journal Academy of Management*, Vol. 34, pp. 906–917.

Butner, K. (2010) “The smarter supply chain of the future.” *Strategy & Leadership* Vol. 38, pp. 22-31.

- Cagnazzo, L., Taticchi, P., Brun, A. (2010) “The role of performance measurement systems to support quality improvement initiatives at supply chain level.” *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol.59, pp. 163-185.
- Chaharsooghi, S., Heydari, J. (2010) “LT variance or LT mean reduction in supply chain management: Which one has a higher impact on SC performance?” *International Journal of Production Economics*, Vol. 124, pp. 475-481.
- Chan, F., Qi, H. (2003) “An innovative performance measurement method for supply chain management.” *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 8, pp. 209-223.
- Chan, F., Qi, H., Chan, H., Lau, H., Ip R. (2003) “A conceptual model of performance measurement for supply chains.” *Management Decision*, Vol. 41, pp. 635-642.
- Cheng J.-H, Yeh C.-H ,Tu C.-W. (2008) “Trust and knowledge sharing in green supply chains.” *Supply Chain Management*, Vol. 13, pp. 283-295.
- Christopher M., Towill D. R.(2000) “Supply chain migration from lean and functional to agile and customized.” *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 5, pp. 206-213.
- Christopher, M. (2005) "*Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-Adding Networks.*" London: Prentice Hall: Financial Times.
- Christopher, M. (2000) “The agile supply chain, competing in volatile markets.” *Industrial Marketing Management*, Vol. 29, pp. 37 - 44.
- Christopher, M., Peck H. (2004) “Building the Resilient Supply Chain.” *International Journal of Logistics Management*, Vol. 2, pp. 1-13.
- Comm, C. e Mathaisel, D. (2000) “A paradigm for benchmarking lean initiatives for quality improvement.” *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 7, pp. 118-128.
- Cox A., Chicksand D. (2005) “The Limits of Lean Management Thinking: Multiple Retailers and Food and Farming Supply Chains.” *European Management Journal*, Vol. 23, pp. 648-662.

Crute, V., Wickham, C. e Graves, A. (2008) “Exploring Competitive Advantage through Lean Implementation in the Aerospace Supply Chain.” *International Federation For Information Processing*, pp. 357-364.

Cumbo, D., Kline, D. and Bumgardner, M. (2006) “Benchmarking performance measurement and lean manufacturing in the rough mill.” *Forest Products Journal*, Vol. 56, pp. 25-30.

De Toni, A., Tonchia, S. (2001) “Performance measurement systems: models, characteristics and measures.” *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 21, pp. 46-70.

Dixon, J., Nanni, A., Vollmann, T. (1990) *The New Performance Challenge Measuring Operations for World-Class Competition*. Homewood, IL: Business One Irwin.

Farris II, T., Hutchison, P. (2002) “Cash-to-cash: The new supply chain management metric.” *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 32, pp. 288-298.

Flynn, B., Huo, B., Zhao, X. (2010) “The impact of supply chain integration on performance: A contingency and configuration approach.” *Journal of Operations Management*, Vol. 28, pp. 58-71.

Forslund, H., Jonsson, P. (2009) “Obstacles to supply chain integration of the performance management process in buyer-supplier dyads: The buyers' perspective.” *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 29, pp. 77-95.

Ghalayini, A., Noble, J. (1996) “The Changing Basis of Performance Measurement.” *International Journal of Operation and Production Management*, Vol. 16, pp. 63-88.

Giunipero, L. C., Hooker, R. E., Joseph-Matthews, S., Yoon, T. E., e Brudvig, S. (2008) “Decade of SCM Literature: Past, Present and Future Implications.” *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 44, pp. 66-86.

Globerson, S. (1985) “Issues in developing a performance criteria system for an organization.” *International Journal of Production Research*, Vol. 23, pp. 639-646.

Gottberg, A., Morris, J., Pollard, S., Mark-Herbert, C., Cook, M. (2006) “Producer responsibility, waste minimisation and the WEEE Directive: Case studies in eco-design

from the European lighting sector.” *Science of the Total Environment*, Vol. 359, pp. 38-56.

Gregorio, D., Musteen, D. and Thomas, D. (2009) “Offshore outsourcing as a source of international competitiveness for SMEs.” *Journal of International Business Studies: Part Special Issue: Offshoring Administrative and Technical*, Vol. 359, pp. 969-988.

Gunasekaran A., Patel C., Tirtiroglu C. (2001) “Performance measures and metrics in a supply chain environment.” *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21, pp. 71-87.

Gunasekaran, A., Patel, C., McGaughey, R. (2004) “A framework for supply chain performance measurement.” *International Journal of Production Management*, Vol. 87, pp. 333 - 347.

Haimes, Y. Y. (2006) “On the Definition of Vulnerabilities in Measuring Risks to Infrastructures.” *Risk Analysis*, Vol. 26, pp. 33-45.

Hervani, Aref A., Helms, M. M., Sarkis, J. (2005) “Performance measurement for green supply chain management.” *Benchmarking*, Vol. 12, pp. 330 - 353.

Hines, P., Holweg, M., Rich, N. (2004) “Learning to evolve A review of contemporary lean thinking.” *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 24, pp. 994-1011.

Huang, Y. A., e Matthews, H. S. (2008) “Seeking opportunities to reduce life cycle impacts of consumer goods-An economy-wide assessment.” *International Symposium on Electronics and the Environment 2008*, pp. 1 - 16.

Hugos, M. (2003) *Essentials of Supply Chain Management*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Iakovou E., Vlachos D., Xanthopoulos A. (2007) “An analytical methodological framework for the optimal design of resilient supply chains.” *International Journal of Logistics Economics and Globalisation*, Vol.1, pp. 1-20.

Kaplan, R., Norton, D. (1992) “The balanced scorecard: measures that drive performance.” *Harvard Business Review*, Vol. 70, pp. 71-79.

- Karthik, I. (2002) "Learning in strategic alliances: an evolutionary perspective." *Academy of Marketing Science Review*, Vol. 2002, pp. 1 - 16.
- Keebler, J., Plank, R. (2009) "Logistics performance measurement in the supply chain: a benchmark." *Benchmarking*, Vol. 16, pp. 785 - 798.
- Keegan, D., Eiler, R., Jones, C. (1989) "Are your performance measures obsolete?" *Management Accounting*, Vol. 12, pp. 134-147.
- Kennerley, M. e Neely, A. (2002) "A framework of the factors affecting the evolution of performance measurement systems." *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 22, pp. 1222-1245.
- Khidir, T., e S. Zailani. (2009) "Going Green in Supply Chain Towards Environmental Sustainability." *Global Journal of Environmental Research*, Vol. 3, pp. 246-251.
- Kothari, C. R. (2004) *Research Methodology: Methods and Techniques*. 2ª Edição. New Delhi: New Age International (P) Limited, Publishers.
- Lambert, D. M., Stock, J. R., Ellram, L. M. (1998) *Fundamentals of Logistics Management*. London: Irwin /McGraw-Hill.
- Lambert, D. M., Pohlen, L. (2001) "Supply chain metrics." *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 12, pp. 1-19.
- Lancaster, C., Stevens, J., Jennings, J. (1998) "Corporate liquidity and the significance of earnings versus cash flow." *Journal of Applied Business Research*, Vol. 14, pp. 27-38.
- Larson T., Greenwood R. (2004) "Perfect Complements: Synergies between Lean Production and Eco-Sustainability Initiatives." *Environmental Quality Management*, Vol. 13, pp. 27-36.
- Li, Cai-feng. (2009) "Agile Supply Chain: competing in volatile markets." *Management Science and Engineering*, Vol. 29, pp. 61 - 65.
- Lin, C-H., Ho, Y-H. (2009) "RFID technology adoption and supply chain performance: an empirical study in China's logistics industry." *Supply Chain Management*, Vol. 14, pp. 369-378.

- Linton, J. D., Klassen R and Jayaraman V. (2007) “Sustainable supply chains: An introduction .” *Journal of Operations Management*, Vol. 25, pp. 1075-1082.
- Lummus, R. R., Vokurka, R. J. (1999) “Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines.” *Industrial Management + Data Systems*, Vol. 99, pp. 11-17.
- Mason-Jones R., Naylor J. B., Towill D. (2000) “Engineering the Leagile Supply Chain.” *International Journal of Agile Management Systems*, Vol. 2, pp. 54-61.
- Melton, T. (2005) “The benefits of lean manufacturing what lean thinking has to offer the process industries.” *Chemical Engineering Research and Design*, Vol. 83, pp. 662-673.
- Mentzer, J. T. (2001) “Defining Supply Chain Management.” *Journal of Business Logistics*, Vol. 22, pp. 1-25.
- Min, H., e W.P. Galle. (2001) “Green purchasing practices of US firms.” *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 21, pp. 1222 - 1238.
- Min, H., Zhou, G. (2002) “Supply chain modeling: past, present and future.” *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 43, pp. 231-249.
- Nair, S. R., e Menon, C. G. (2008) “An Environmental Marketing System –A Proposed Model Based on Indian Experience.” *Business Strategy and the Environment*, Vol. 17, pp. 467–479.
- Nawrocka, D., Brorson, T., e Lindhqvist T. (2009) “ISO 14001 in environmental supply chain practices.” *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17, pp. 1435–1443.
- Naylor J. B., Naim M. M., Berry D. (1999) “Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain.” *International Journal of Production Economics*, Vol. 62, pp. 107-118.
- Ohno, T. (1998) “The Toyota Production System.” *Productivity p*, 1998.
- Parker, C. “Performance Measurement.” *Work Study* 49 (2000): 63-66.

- Paulraj, A. (2009) “Environmental motivations: a classification scheme and its impact on environmental strategies and practices.” *Business Strategy and the Environment*, Vol. 18, pp. 453-468.
- Peck, H. (2005) “Drivers of supply chain vulnerability: an integrated framework.” *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 35, pp. 210-232.
- Pinto, José. (2009) *Modelo de Implementação do Pensamento JIT*. Porto: Publindústria, Edições técnicas.
- Pochampally, K. K., Gupta, S. M., Govindan, K. (2009) “Metrics for performance measurement of a reverse/closed-loop supply chain.” *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, Vol. 1, pp. 8 - 32.
- Ponomarov, S. Y., Holcomb, M. C. (2009) “Understanding the concept of supply chain resilience.” *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 20, pp. 124-143.
- Rao, P., Holt, D. (2005) “Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance?” *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, pp. 898-916.
- Reichhart, A., e Holweg, M. (2007) “Lean distribution: concepts, contributions, conflicts.” *International Journal of Production Research*, Vol. 45, pp. 3699-3722.
- Rice, J. B., Caniato, F. (2003) “Building a secure and resilient supply network.” *Supply Chain Management Review*, Vol. 7, pp. 22-30.
- Rother, M., Shook, J. (1999) *Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda*. Brookline: Lean Enterprise Inst., Inc.
- Sarkis, J. (2003) “A strategic decision framework for green supply chain management.” *Journal of Cleaner Production*, Vol. 11, pp. 397-409.
- Schermerhorn, J. R., Chappell, D. (2000) *Introducing Management*. New York, USA: John Wiley and Sons, Inc.

- Seuring, S., Muller, M. (2008) “From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management.” *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16, pp. 1699-1710.
- Shepherd, C. e Gunter, H. (2006) “Measuring supply chain performance: current research.” *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 55, pp. 242-258.
- Shuwang, W., Zhang L., Zhifeng, L., Guangfu, L., e Zhang, H. C. (2005) “Study on the Performance Assessment of Green Supply Chain.” *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics 2005*, pp. 942 - 947.
- Sink, D., Tuttle, T. (1989) “Planning and measurement in your organization.” *Norcross, Industrial engineering and management Press*.
- Srivastava, S. K. (2007) “Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review.” *International Journal of Management Reviews*, Vol. 9, pp. 53-80.
- Stewart, D. e Grout, J. (2001) “The human side of mistake-proofing.” *Production and Operations Management*, Vol. 10, pp. 440–459.
- Stokes, S. e Tohamy, N. (2001) “The human side of mistake-proofing.” *Production and Operations Management*, Vol. 10, pp. 440–459.
- Tang, C. S. (2006) “Robust strategies for mitigating supply chain disruptions.” *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol. 9, pp. 33–45.
- Theeranuphattana A., Tang, C.S. (2008) “A conceptual model of performance measurement for supply chains: Alternative considerations.” *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 19, pp. 125-148.
- Treville, S. e Antonakis, J. (2006) “Could lean production job design, be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues.” *Journal of Operations Management*, Vol. 24, pp. 99 - 123.
- Tsoulfas, G. T., e Costas P. P. (2006) “Environmental principles applicable to supply chains design and operation.” *Journal of Cleaner Production*, Vol. 14, pp. 1593-1602.

- Vachon S., Klassen R. D. (2008) "Environmental Management and Manufacturing Performance: The Role of Collaboration in the Supply Chain." *International Journal of Production Economics*, Vol. 111, pp. 299 - 315.
- Van Hoek, R. (2001) "The contribution of performance measurement to the expansion of third party logistics alliances in the supply chain." *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 21, pp. 15-29.
- Venkat, K., Wakeland, W. (2006) "Is Lean Necessarily Green?" *Proceedings of the 50th Annual Meeting of the ISSS (International Society for the Systems Sciences)*
- Vonderembse M. A., Uppal M. , Huang S. H. , Dismukes J. P. (2006) "Designing supply chains: Towards theory development." *International Journal of Production Economics*, Vol. 100, pp. 223-238.
- Wadhwa, S., Mishra, M., Chan, F., Ducq, Y. (2010) "Effects of information transparency and cooperation on supply chain performance: a simulation study." *International Journal of Production Research*, Vol. 48, pp. 145-166.
- Whicker, L., Bernon, M., Templar, S., Mena, C. (2009) "Understanding the relationships between time and cost to improve supply chain performance." *International Journal of Production Economics*, Vol. 121, pp. 641-650.
- Womack J., Jones D., Roos D. (1991) "The Machine That Change The World." New York: HarperCollins Publishers.
- Wong, W. P. (2009) "Performance evaluation of supply chain in stochastic environment: using a simulation based DEA framework." *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, Vol. 1, pp. 203-228.
- Wu, T. (2008) "Responsive Lean Supply Chain: Case study in a Japanese vehicle manufacturer in the UK." *POMS 19th Annual Conference*. California.
- Xiang-yu, K., e Xiang-yang, L. (2008) "Creating the Resilient Supply Chain: The Role of Knowledge Management Resources." *4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing 2008*. pp. 1- 4.

Xu, J. (2008) “Managing the risk of supply chain disruption: Towards a resilient approach os supply chain management.” *International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management* 2008. pp. 3 - 7.

Yang, C., Su, Y-F. (2009) “The relationship between benefits of ERP systems implementation and its impacts on firm performance of SCM.” *Journal of Enterprise Information Management*, Vol. 22, pp. 722-752.

Zelbst, P., Green Jr, K., Sower, V., Reyes, P. (2009) “Impact of supply chain linkages on supply chain performance.” *Industrial Management + Data Systems*, Vol. 109. pp. 665-682.

Zhu Q., Sarkis J., Lai K. (2008) “Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation.” *International Journal of Production Economics*, Vol. 111, pp. 261-273.

## **Anexo A**

### **ESTRUTURA DA ENTREVISTA**

Este guião destina-se a apoiar uma investigação sobre a influência de práticas de gestão de cadeias de abastecimento verdes no desempenho das mesmas a gestão de cadeias de abastecimento verdes surgiu como uma filosofia na qual as empresas e seus parceiros atingem lucro cooperativo e os objectivos de quota de mercado, reduzindo riscos e impactos ambientais, melhorando a eficiência ecológica.

#### **A- Caracterização da empresa**

Por favor, indique os seguintes dados que caracterizam a sua empresa:

- Sector
- Número de empregados
- Produto principal produzido
- Actividade do principal cliente
- Função da pessoa que preenche o questionário
- Cargo da pessoa que preenche o questionário
- Como posiciona a empresa na cadeia de abastecimento

#### **B- Práticas Verdes**

Por favor, descreva a sua percepção sobre a importância das seguintes práticas para que uma cadeia de abastecimento seja considerada verde e sustentável.

- Colaboração ambiental com os fornecedores
- Aplicação de práticas “amigas do ambiente” no processo de compra
- Minimização de desperdícios
- Certificação da norma ISO 14 001

- Utilização de embalagens “amigas do ambiente”
- Logística inversa
- Trabalhar com clientes para alterar as especificações do produto
- Outras. Quais?

Por favor indique quais as práticas implementadas na sua empresa e o nível de implementação.

### **C – Medidas de desempenho da cadeia de abastecimento**

Por favor, descreva a sua percepção sobre as seguintes medidas de desempenho, quais as que melhor reflectem a influência da aplicação de práticas verde na gestão da cadeia de abastecimento sobre o desempenho da mesma.

- Qualidade
- Satisfação do cliente
- Custo
- Eficiência
- Custos Ambientais
- Desperdício de negócio
- Outras. Quais?

Por favor indique quais as medidas implementadas na sua empresa e o nível de implementação.