



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Faculdade de Engenharia

Avaliação da sustentabilidade da indústria automóvel do Reino Unido com base em relatórios de sustentabilidade

Miguel Martins de Barros

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial
(2º ciclo de estudos)

Orientadora: Professora Doutora Susana Maria Palavra Garrido Azevedo
Coorientador: Professor Doutor João Carlos de Oliveira Matias

Covilhã, Outubro de 2016

Agradecimentos

O autor desta dissertação manifesta o seu mais sincero agradecimento a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a elaboração e redação deste trabalho, destacando em particular o apoio, auxílio e impulso proporcionados pelos orientadores, a professora Susana Azevedo e o professor João Matias.

“Obrigado”.

Resumo

Hoje em dia, o desenvolvimento sustentável é visto como algo prioritário para as empresas que reconhecem o impacto que este tem nos seus negócios, representando uma nova fonte de vantagem competitiva, um mecanismo para a gestão da qualidade que inclui elementos sociais, ambientais e económicos. A necessidade para avaliar e quantificar o desenvolvimento sustentável, não apenas das empresas, mas também das cadeias de abastecimento (*supply chains*) adjacentes, suscita a procura e investigação de novas ferramentas e metodologias mais adequadas a esta unidade de análise.

Neste contexto, foi elaborada a presente dissertação que tem como principal objetivo a avaliação do nível de sustentabilidade da cadeia de abastecimento da indústria automóvel do Reino Unido. Para isso, foi proposto um novo índice agregado que considera simultaneamente as três dimensões da sustentabilidade (económica, ambiental e social). Posteriormente, de forma a atingir essa avaliação, o índice é aplicado a um caso de estudo, tendo sido examinados 25 relatórios de sustentabilidade relativos ao período compreendido entre 1999 e 2014.

Palavras-chave

Desenvolvimento sustentável; Gestão de cadeias de abastecimento; Índice de sustentabilidade; Indústria automóvel.

Abstract

Nowadays, sustainable development is seen as a priority for companies that recognize the impact this matter has on their business, representing a new source of competitive advantage and a mechanism for quality management that incorporates social, environmental and economic factors. The need to assess and quantify sustainable development, not only at a company level, but also for their adjacent supply chain, induces the research and investigation for new tools and methodologies more suited to this analysis unit.

In this context, this thesis was elaborated with the main objective to evaluate the level of sustainability of the United Kingdom automotive supply chain. For that purpose, it is proposed a new composite index that simultaneously considers the three dimensions of sustainability (economic, environmental and social). Subsequently, in order to achieve that assessment, the index is applied to a case study, with the examination of 25 sustainability reports between 1999 and 2014.

Keywords

Sustainable development; Supply chain management; Sustainability index; Automotive industry.

*“Do you ever think about the future or the past
Do you ever wonder how long this world will last*

*So let's take care of what we have
Before the good we know goes bad
And the beauty fades and just slips away
The dirty air, the dying seas
Will this be the world we leave
To the wild and young
I say, just look at what we've done
And right before our eyes
Yeah, it's right before our eyes
Today's yesterday
Will be tomorrow's goodbye”*

– Lynyrd Skynyrd

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Palavras-chave	v
Abstract	vii
Keywords	vii
Índice	xi
Lista de Figuras e Tabelas	xiii
Lista de Acrónimos e Siglas	xv
Capítulo 1. Introdução	1
1.1. Objetivos do trabalho	2
1.2. Estrutura do trabalho	3
Capítulo 2. Referencial teórico	5
2.1. Conceito de sustentabilidade	5
2.2. Dimensões da sustentabilidade	6
2.2.1. Dimensão ambiental	7
2.2.2. Dimensão económica	7
2.2.3. Dimensão social	8
2.3. Sustentabilidade nas cadeias de abastecimento	8
2.4. Sustentabilidade na indústria automóvel	11
2.5. Influência da sustentabilidade na <i>performance</i> das <i>supply chains</i>	14
Capítulo 3. Índices e indicadores de desenvolvimento sustentável	17
Capítulo 4. Proposta de um índice para a avaliação da sustentabilidade	25
Capítulo 5. Metodologia	31
5.1. Amostra	32
5.2. Recolha de dados	34
Capítulo 6. Caso de estudo – avaliação da sustentabilidade	35
Capítulo 7. Resultados obtidos e sua discussão	43
Capítulo 8. Conclusões	47
Referências bibliográficas	49

Lista de Figuras e Tabelas

Tabela 2.1 - Trabalhos sobre a sustentabilidade na <i>supply chain</i> da indústria automóvel	13
Tabela 3.1 - Indicadores ETHOS (retirado de Salvado <i>et al.</i> , 2015)	20
Tabela 3.2 - Indicadores para avaliação da sustentabilidade global (adaptado de Pinar <i>et al.</i> , 2014)	21
Tabela 3.3 - Indicadores de desenvolvimento sustentável para a indústria – modelo geral (adaptado de Azapagic e Perden, 2000)	22
Tabela 5.1 - Listagem das empresas analisadas	33
Tabela 6.1 - Indicadores de sustentabilidade	35
Tabela 6.2 - Resultados da aplicação da técnica Delphi	36
Tabela 6.3 - Normalização dos indicadores de sustentabilidade	37
Tabela 6.4 - Determinação do índice de sustentabilidade económica I_{S_1}	38
Tabela 6.5 - Determinação do índice de sustentabilidade ambiental I_{S_2}	39
Tabela 6.6 - Determinação do índice de sustentabilidade social I_{S_3}	40
Tabela 6.7 - Determinação do índice de sustentabilidade da cadeia de abastecimentos $I_{S_j}^{Global}$	41
Figura 7.1 - Evolução do índice de sustentabilidade económica	43
Figura 7.2 - Evolução do índice de sustentabilidade ambiental	44
Figura 7.3 - Evolução do índice de sustentabilidade social	45
Figura 7.4 - Evolução do índice de sustentabilidade da SC	46
Figura 7.5 - Comparação da evolução dos três subíndices e do índice geral	46

Lista de Acrónimos e Siglas

3C	Cease-Control-Combine
3E	Economics, Environment, Equity
3P	Profits, Planet, People
APA	American Psychological Association
BMW	Bayerische Motoren Werke
CER	Corporate Environmental Responsibility
CERES	Coalition for Environmentally Responsible Economies
CSR	Corporate Social Responsibility
EFA	Ecological Footprint Analysis
ESI	Environmental Sustainability Index
FEEM SI	Fondazione Eni Enrico Mattei Sustainability Index
GPI	Genuine Progress Indicator
GRI	Global Reporting Initiative
GSC	Green Supply Chain
GSCM	Green Supply Chain Management
IChemE	Institution of Chemical Engineers
iGSCM	Integrated Green Supply Chain Management
ISO	International Organization for Standardization
MG	Morris Garages
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PIB	Produto Interno Bruto
PLM	Product Lifecycle Management
R&D	Research and Development
SC	Supply Chain
SCM	Supply Chain Management
SSC	Sustainable Supply Chain
TBL	Triple Bottom Line
TCL	Textile, Clothing and Leather
UK	United Kingdom

Capítulo 1.

Introdução

Atualmente tem-se assistido a uma crescente aposta das empresas em alterar os seus modelos de negócios, procurando transitar de uma perspectiva económica convencional para uma abordagem mais sustentável, que tenha presente nas suas operações não apenas componentes da dimensão económica, mas também das dimensões sociais e ambientais. Isto acontece uma vez que os gestores reconhecem que a sustentabilidade tem um impacto vital nos respetivos negócios, representando uma nova fonte de vantagem competitiva e um mecanismo para a gestão da qualidade total (Berns *et al.*, 2009).

O conceito de sustentabilidade tem três componentes interdependentes e inter-relacionadas: sociedade, meio-ambiente e economia. Isto vai de encontro à ideia TBL (Triple Bottom Line), desenvolvida por Elkington em 1998, que destaca a relevância do valor económico que as empresas proporcionam e de que maneira é que este se coadjuva com as componentes ambiental e social, de forma a alcançar a sustentabilidade (Harris, Wise, Gallagher e Goodwin, 2001; Pava, 2007).

De acordo com vários autores (Seuring e Müller, 2008; Beske e Seuring, 2014; Penfield, 2014; Schaltegger e Burritt, 2014; Salvado, Azevedo, Matias e Ferreira, 2015), o estudo da sustentabilidade tem vindo a evoluir e, enquanto anteriormente apenas se focava nas empresas individuais, agora dá-se enfoque a toda a SC (Supply Chain). A principal razão para essa mudança é o reconhecimento de que a gestão das cadeias de abastecimento contribui para melhorar a eficácia, a competitividade, o atendimento ao cliente e aumentar a rentabilidade das organizações. Esta nova forma de encarar a questão espelha a influência do aumento da inquietação em torno da sustentabilidade empresarial; para além da implementação de práticas que promovam a eficiência global das empresas e das respetivas cadeias de abastecimento, é necessário ter em conta parâmetros de cariz social, ambiental e económico.

A sustentabilidade já representa uma área de preocupação para todos os setores da economia. As empresas têm de cumprir um extenso conjunto de diretivas e regulamentações respeitantes à emissão de dióxido de carbono, deterioração do ambiente e poluição sonora, requisitos técnicos e legais para a segurança e adequabilidade do produto e materiais, bem como da reutilização, remanufatura e/ou reciclagem destes, entre outras (Petrescu-Mag, Petrescu e Muntean, 2015). Para além da influência que estas regulamentações exercem, a maioria das indústrias enfrenta uma série de desafios, tais como a globalização, a atual crise económica e pressões por parte de sindicatos que exigem melhores condições de trabalho e remunerações. A juntar a isto tudo, a integração de operações sustentáveis requer que as empresas apostem

em práticas de SCM (Supply Chain Management) por forma a tornarem-se mais competitivas (Sarkis, 2003; Seuring e Müller, 2008).

As empresas têm sofrido fortes pressões por parte dos diferentes *stakeholders* para executarem as respetivas funções de acordo com estratégias sustentáveis (Erol, Sencer e Sari, 2011). Ainda assim, apesar de algumas afirmarem que estendem a sustentabilidade a níveis estratégicos e operacionais, parece que as estruturas utilizadas para apoiar estas atividades não consideram de forma adequada as questões ambientais e sociais. Segundo Labuschagne e Brent (2005), é fundamental considerar a sustentabilidade como um termo regular nos processos empresariais. A literatura proporciona inúmeras ferramentas e meios de comunicação, como relatórios de sustentabilidade, que permitem que as empresas demonstrem o seu compromisso para com as questões da sustentabilidade (Delai e Takahashi, 2011).

A sustentabilidade das indústrias é baseada no comportamento de todos os parceiros que constituem a SC. São então necessárias ferramentas para avaliar a sustentabilidade das cadeias, de forma a apoiar o processo sistemático de procura e implementação de melhores práticas, de ideias inovadoras e eficientes que conduzam à melhoria contínua do desempenho das *supply chains*, tendo em conta a perspetiva TBL.

Em 2015, Dos Santos e Brandi sugeriram o uso de índices agregados para determinar a sustentabilidade ao nível das cadeias de abastecimento, reforçando a necessidade de mais pesquisa teórica para desenvolver princípios que tenham em conta a complexidade estrutural das *supply chains*. Apesar dos vários estudos sobre a construção de índices agregados (em geral e, mais concretamente, no campo da sustentabilidade), muitos deles focam-se mais no terreno como unidade de análise (Moreno-Pires e Fidélis, 2012; Pérez *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2013). Além disso, existem poucos estudos que incidam ao mesmo tempo sobre índices de sustentabilidade para empresas individuais e respetivas cadeias de abastecimento, e tenham em conta as três dimensões da sustentabilidade: ambiental, económica e social.

1.1. Objetivos do trabalho

De forma a colmatar algumas lacunas supracitadas, a presente dissertação tem como principal objetivo a avaliação do nível de sustentabilidade da cadeia de abastecimento da indústria automóvel do Reino Unido, considerando simultaneamente as três dimensões da sustentabilidade que representam a abordagem TBL. Tendo em conta essa finalidade, é proposto um índice de sustentabilidade, baseado na estrutura sugerida por Salvado *et al.* (2015), que utiliza o método SAW (Simple Additive Weighting) para agregar os indicadores das diferentes dimensões num único índice composto. Posteriormente, esse mesmo índice é aplicado a um caso de estudo sobre a indústria automóvel britânica, tendo sido examinados 25

relatórios de sustentabilidade relativos ao período compreendido entre 1999 e 2014 e pertencentes a diversas empresas do setor.

1.2. Estrutura do trabalho

Para a elaboração deste documento foi considerada uma estrutura com oito capítulos. Após este capítulo introdutório, é realizada uma revisão bibliográfica, onde se estuda o conceito de sustentabilidade e a evolução desta ao longo da literatura, as suas três dimensões (económica, social e ambiental), a sua ligação com a indústria automóvel e o impacto que ela tem nas *supply chains*. No terceiro capítulo, são enumerados alguns índices e indicadores de sustentabilidade propostos por outros autores, e no seguinte é então apresentada uma alternativa, uma nova estrutura para um índice de sustentabilidade, descrevendo todas as etapas associadas à sua construção. Os capítulos 5, 6 e 7 abordam, respetivamente, a metodologia considerada, a aplicação do índice ao caso de estudo e os resultados obtidos. Finalmente, no oitavo capítulo, são expostas algumas conclusões.

Na presente dissertação, as figuras e tabelas são identificadas com referência à secção onde estão inseridas no formato “Figura/Tabela X.Y – legenda (referência, caso tenha)”, onde X representa o número do capítulo onde uma dada figura/tabela está inserida e Y o ordinal referente à ordem pela qual essa surge no mesmo capítulo. As fórmulas matemáticas possuem uma identificação semelhante, sendo apresentadas na forma “(X.Y)”. O significado dos acrónimos utilizados é apresentado entre parêntesis após a primeira vez que são utilizados. As referências bibliográficas são identificadas ao longo do texto com recurso ao estilo APA (American Psychological Association), na forma “Apelido do(s) autor(es), ano de publicação” ou num formato análogo. Para publicações com mais de quatro autores, ou na referência de trabalhos já citados anteriormente com mais de dois, todas as menções são expressas na forma abreviada “Apelido do primeiro autor *et al.*, ano de publicação”.

Capítulo 2.

Referencial teórico

2.1. Conceito de sustentabilidade

A bibliografia existente é bastante ambígua no que concerne à definição de sustentabilidade e de conceitos análogos, sendo que as opiniões variam consoante o *Weltanschauung* dos autores. Vários trabalhos (Briassoulis, 2001; Jabareen, 2008; Pinar, Cruciani, Giove e Sostero, 2014) referem que esse conceito é bastante intuitivo e a sua mensagem facilmente perceptível, mas que expressá-lo em termos concretos e operacionais continua a não ser fácil, pelo que é invulgar encontrar na literatura duas definições idênticas. Em 1995, Gladwin, Kennelly e Krause alegaram que o conceito de desenvolvimento sustentável iria continuar controverso e pouco categórico durante algum tempo, defendendo que a existência de um vasto leque de definições é algo que se pode esperar na fase embrionária de qualquer ideia, desde que apresente potencial para proporcionar algo de útil e vantajoso para a sociedade.

De acordo com a World Commission on Environment and Development (1987), a expressão ‘*sustainable development*’, tornada célebre no documento “Our Common Future”, designa o desenvolvimento que vai ao encontro das necessidades atuais sem que isso comprometa a capacidade das gerações futuras se adequarem às respetivas necessidades. Moldan, Janoušková e Hák (2012) concordam com esta última definição, e também com a presente na “The Rio Declaration on Environment and Development” (1992), e explicaram os dois documentos de forma sucinta, fazendo referência aos três pilares da sustentabilidade. Para os autores, a ideia de desenvolvimento sustentável é pragmática e antropocêntrica: foca-se primeiramente no Homem e tem em conta o seu bem-estar e as suas necessidades. Envolve também uma procura pelo equilíbrio entre as dimensões sociais, ambientais e económicas da sustentabilidade, e tenta conferir à população um estilo de vida saudável, produtivo e em harmonia com a Natureza. Uma outra característica fundamental passa pelo destaque atribuído às preocupações com o futuro, sem nunca definir um período de tempo ou alvo concreto. Segundo Clift (2000), a sustentabilidade pode ser encarada como o objetivo e o desenvolvimento sustentável como o processo ou meio para alcançá-lo.

Ao longo dos anos, centenas de interpretações foram desenvolvidas para operacionalizar o conceito de sustentabilidade (Linton, Klassen e Jayaraman, 2007), encontrando-se já definido em várias áreas, tais como nas ciências da engenharia, gestão das operações ou ciências sociais (Winter e Knemeyer, 2013). Costanza e Patten (1995) defendem que o problema da

sustentabilidade centra-se na sua previsão e não na definição, que consideram ser simples e direta, uma vez que não se pode avaliá-la *a priori*.

Zdanyte e Neverauskas (2014) alertam que a inatividade e o impasse face ao consumo de recursos naturais terão consequências, e afirmam que o desenvolvimento sustentável requiere novas ações e mudanças de comportamento e de políticas, aplicadas não só a nível pessoal como institucional. Para os autores, a gestão eficaz do desenvolvimento sustentável e sua integração no seu sistema de gestão é uma das tarefas mais importantes para uma organização e o primeiro passo a tomar é o reconhecimento de compromisso com a mudança. Fischer *et al.* (2007) chamam à atenção para a necessidade de se contemplar o problema de outra forma - um modelo de sustentabilidade que tenha em consideração as três dimensões da sustentabilidade. Em 2013, Delai e Takahashi apontaram que o desenvolvimento sustentável depende de um consumo mais controlado e de padrões de produção mais sustentáveis.

Em relação à sustentabilidade organizacional, desde que o termo sustentabilidade apareceu nesse contexto que as empresas dão mais enfoque aos seus objetivos sociais e ambientais (de Lange, Busch e Delgado-Ceballos, 2012). Ainda assim, apesar da percepção que as empresas têm face a esta temática, muitas apenas se limitam a cumprir requisitos mínimos. Algumas focam a atenção neste tema devido à competitividade dos mercados globais e às rigorosas legislações ambientais (Singh, Murty, Gupta e Dikshit, 2012).

Elkington (1994) refere que o verdadeiro desafio do desenvolvimento sustentável passa por encontrar novas estratégias para que as empresas possam colaborar com os fornecedores, clientes e outros *stakeholders*, de forma a cumprirem não só com as respetivas responsabilidades económicas, sociais e ambientais, mas também para beneficiarem de vantagens competitivas. Para o autor, as empresas têm que abordar a questão da sustentabilidade se quiserem permanecer prósperas. Estratégias *win-win-win*, que favorecem as empresas, os clientes e o ambiente, devem ser adotadas, sendo que serão uma das principais características da envolvente empresarial.

No artigo já referido, Delai e Takahashi (2013) referem ainda que na última década se acentuou uma pressão sobre as empresas, para que estas incorporem um desenvolvimento sustentável nas respetivas atividades diárias e forneçam um *feedback* sobre esta abordagem. Como tal, ações que promovam um desenvolvimento sustentável e transparência na comunicação e divulgação de resultados tornaram-se fatores cruciais de qualquer empresa.

2.2. Dimensões da sustentabilidade

No subcapítulo anterior é perceptível a alusão de vários autores para as três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e económica. (Hutchins e Sutherland, 2008) destacam a

necessidade de encontrar um equilíbrio entre estas três para se alcançar um desenvolvimento sustentável. Para isso, é necessário compreender de que forma as ações sociais e empresariais afetam o meio ambiente e qual o impacto das decisões atuais nas gerações futuras. Carter e Rogers (2008) consideram que esta categorização da sustentabilidade corresponde à ideia TBL, desenvolvida por Elkington (1998) – “Partnerships from Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business”. Dependendo dos autores, este conceito tem também outras nomenclaturas, nomeadamente 3P (Profits, Planet, People) ou 3E (Economics, Environment, Equity), mas todas elas salientam a importância do valor económico que as empresas oferecem e o contributo (ou falta dele) que este reflete nas componentes ambiental e social. Smith e Sharicz (2011) definem sustentabilidade TBL como o resultado das atividades de uma empresa que demonstrem a capacidade desta manter viáveis as suas operações comerciais e viabilidade financeira, ao mesmo tempo que não afeta de forma negativa os sistemas sociais e ecológicos.

Os três pilares da sustentabilidade estão intrinsecamente ligados e cada um destes princípios representa uma condição necessária, mas insuficiente por si só, para se atingir o desenvolvimento sustentável. Segundo Kannegiesser e Günther (2014), o desempenho positivo em duas dimensões permite alcançar resultados positivos mas só através do equilíbrio entre as três dimensões se consegue atingir a sustentabilidade. Bansal (2005) refere que, caso algum destes requisitos não seja cumprido, a prosperidade económica não será sustentável. Não obstante, Goodland e Daly (1996) afirmam que os três conceitos se tornam mais claros quando separados e analisados por diferentes áreas do conhecimento.

2.2.1. Dimensão ambiental

Esta dimensão tem a ver com o estado do ecossistema e a capacidade deste manter a sua diversidade e qualidade, assim como a capacidade para sustentar todas as formas de vida (Delai e Takahashi, 2013). Bansal (2005) referiu que este parâmetro visa assegurar que as atividades humanas não danificam permanentemente os solos, o ar e os recursos aquáticos do planeta, uma vez que os ecossistemas têm uma capacidade de regeneração limitada. Este pilar engloba assim uma série de objetivos claramente definidos que possam promover uma responsabilidade ambiental mais consciente e incentivar o desenvolvimento e divulgação de tecnologias ou processos amigos do ambiente (Winter e Knemeyer, 2013).

2.2.2. Dimensão económica

A dimensão económica promove uma qualidade de vida justa e estável, através da capacidade produtiva da sociedade e da criação/distribuição de bens e serviços. Mercados abertos, competitivos e globais que incentivam a inovação, eficiência e a criação de riqueza são fundamentais no desenvolvimento sustentável (Bansal, 2005). Para Winter e Knemeyer (2013), esta serve como base para a competitividade e o sucesso das empresas a longo prazo. Comparativamente com as outras duas dimensões, esta é de natureza quantitativa e centra-se

no uso eficiente dos recursos e na obtenção de um retorno de investimento. Delai e Takashi (2013) resumem este pilar à criação de riqueza.

2.2.3. Dimensão social

Apesar de, inicialmente, o conceito de sustentabilidade incluir encargos sociais explícitos, durante duas décadas a dimensão social foi negligenciada em detrimento das outras duas, e o seu desenvolvimento foi, por vezes, incorretamente considerado como antitético, face ao crescimento económico (Vallance, Perkins e Dixon, 2011).

Para alguns autores (Bansal, 2005; Delai e Takahashi, 2013), este princípio lida com o bem-estar da sociedade, defendendo que todos os membros da sociedade têm igual acesso aos recursos e às oportunidades, e procura aumentar as oportunidades para promover igualdade entre todos e dar resposta às necessidades humanas, que não incluem apenas as básicas (bio e fisiológicas), mas também uma boa qualidade de vida através dos cuidados de saúde, educação e liberdade política.

Já anteriormente, Lehtonen (2004) tinha referido que o desenvolvimento sustentável era interpretado como sendo essencialmente uma questão ambiental, sendo que a dimensão social era considerada o seu pilar mais fraco. A não existência de unanimidade na definição de sustentabilidade social devia-se a três características desta dimensão: (1) bipolaridade - refere-se tanto a indivíduos como a nível organizacional; (2) cariz reflexivo - a perceção e interpretação das condições sociais mudam o comportamento dos indivíduos e da sociedade, influenciando conseqüentemente as próprias condições sociais; e (3) imaterialidade - os fenómenos sociais são imateriais, pelo que a sua quantificação se torna bastante difícil. Dada a sua natureza distinta, esta dimensão não pode ser analisada da mesma forma que as outras duas. Winter e Knemeyer (2013) alertam que esta dimensão tem-se vindo a apresentar como um dos problemas fulcrais das cadeias de abastecimento, uma vez que as empresas têm de lidar com um leque bastante amplo de *stakeholders* com diferentes objetivos.

2.3. Sustentabilidade nas cadeias de abastecimento

A gestão da cadeia de abastecimento é bastante importante para a competitividade nos mercados e representa uma estratégia para incorporar práticas sociais e ambientais que permitem alcançar um desenvolvimento sustentável (Ahi e Searcy, 2013; Salvado *et al.*, 2015). Segundo Linton *et al.* (2007), a crescente preocupação em torno da sustentabilidade, seja pela legislação em vigor, interesse público ou oportunidade competitiva, leva a que as empresas reflitam sobre o enfoque dado à cadeia de abastecimento. Vachon e Klassen (2006) defendem que é necessária uma abordagem integrada quando se considera a perspetiva da gestão das *supply chains*. A confluência da SC com um desenvolvimento sustentável – SSC (Sustainable Supply Chain) – permite que a gestão ambiental e operacional seja mais abrangente,

estendendo-se a toda a cadeia de abastecimento e refletindo-se nos produtos, processos e relacionamentos.

Neste contexto, as empresas são consideradas como peças fundamentais na procura de um desenvolvimento sustentável, algo que é, por vezes, entendido como um derradeiro sistema de valor para orientar na tomada de decisão e determinar uma ação em diferentes situações (Koplin, Seuring e Mesterharm, 2007). Kogg e Mont (2012) afirmam que as empresas são cada vez mais pressionadas pelos *stakeholders* para resolver não só os aspetos ambientais dos diferentes níveis das respetivas SC, mas também os sociais. De entre os diversos problemas que a gestão sustentável da cadeia de abastecimentos acarreta, destacam-se a capacidade de evitar e/ou gerir riscos ambientais e sociais (danos resultantes de produtos, desperdícios ou segurança pública/dos trabalhadores), a transparência ao envolver de forma ativa os *stakeholders* através de relatórios para que, através dos respetivos *feedbacks*, se possa melhorar a SC, e o aumento do desempenho económico (Carter e Rogers, 2008; Seuring e Muller, 2008; Gimenez e Tachizawa, 2012).

De forma a dar resposta às crescentes exigências de vários consumidores e *stakeholders*, as empresas começam a centrar atenções nas suas cadeias de abastecimento, com vista a melhorar a sustentabilidade global. Isto requer diversas implementações e execuções operacionais dentro das empresas, para que estas possam cumprir com as respetivas responsabilidades sociais e integrar a sustentabilidade ao longo de toda a cadeia de abastecimento. Diversos autores (Labuschagne, Brent e van Erck, 2005; Carter e Rogers, 2008; Seuring e Müller, 2008) defendem que, em resposta a estas exigências, as empresas têm de encontrar formas de incorporar aspetos relacionados com as três dimensões da sustentabilidade nas suas cadeias de gestão, de forma a administrar convenientemente a matéria, a informação e os fluxos de capital, assim como a cooperação dos processos ao longo da cadeia.

Moore e Manring (2009) sugerem uma abordagem para as empresas demonstrarem um compromisso com a CSR/CER (Corporate Social/Environmental Responsibility) que passa pela gestão de cadeias de abastecimento para produtos sustentáveis, indo para além dos parâmetros previstos nas leis e regulamentos. A PLM (Product Lifecycle Management) é uma estratégia que obriga a que sejam definidas normas, de forma a analisar o desempenho social e ambiental dos produtos que são implementados nas diferentes etapas das cadeias de abastecimento. Essas normas são integradas na cadeia para corrigir os processos, de forma a permitir que uma empresa atinja uma viabilidade económica duradoura e melhore o serviço com os clientes.

Cada vez tem existido uma maior pressão nas atividades empresariais para que prestem mais atenção ao meio-ambiente e às consequências dos recursos que utilizam nos produtos e serviços que oferecem e nos processos que implementam (Kleindorfer, Singhal e Wassenhove, 2005). Um sintoma desta influência forçada é o caminhar numa direção que se preocupe com a relação entre os lucros, as pessoas e o planeta – conceito 3P. As dificuldades que daí advêm prendem-

se com a integração entre preocupações não só ambientais, mas também a nível de saúde e de segurança, com *designs* mais amigos do ambiente, e operações próximas de zero desperdícios, através do fabrico *lean* e de uma cadeia de abastecimento que reaproveita ou recicla os materiais usados.

De acordo com Ashby, Leat, e Hudson-Smith (2012), a premissa de que uma cadeia eficiente e integrada ajuda a minimizar riscos e a aumentar os lucros é a principal razão para o célere desenvolvimento de práticas SCM. Apesar de as definições de SCM serem díspares na literatura, existe uma posição maioritária que reconhece a importância da cooperação, coordenação e integração entre as entidades que integram as cadeias, de forma a conseguir uma abordagem sustentável proactiva. Além disso, os elementos da cadeia devem fazer uma gestão de risco para identificar problemas ambientais e sociais antes que estes se tornem públicos. Isto implica uma reconceptualização da cadeia de abastecimento.

Bowen, Cousins, Lamming e Faruk (2001) utilizam o termo “*green supply*” para definir práticas que procuram minimizar os impactos ambientais de um produto ao longo do seu ciclo de vida, tais como *green design*, poupança de recursos, redução de materiais prejudiciais e reciclagem ou reutilização dos produtos. GSC (Green supply chain) é uma cadeia de abastecimento que incorpora estas práticas, adotando uma filosofia de circuito fechado - *closed loop* - ao incluir reutilização, remanufactura e/ou reciclagem de produtos ou materiais, procurando assim minimizar o impacto negativo no ambiente e o desperdício de recursos (Hervani, Helms e Sarkis, 2005). No artigo referido anteriormente, Ashby *et al.* (2012) consideram que o impacto de uma empresa vai para além de qualquer processo único, estendendo-se a todo o ciclo de vida do produto, sendo que as empresas são responsáveis pelo que produzem desde a fase de *design* até à fase de descarte. A Logística Inversa representa um conjunto de etapas onde um produtor pode adquirir de volta os seus produtos, ou parte deles, com o intuito de reduzir custos com matérias-primas, ou reciclar, reutilizar, remanufacturar ou eliminar os respetivos bens. Esta estratégia alastra a responsabilidade das empresas que a praticam, uma vez que tem em conta o fim de vida dos produtos, o que é visto como uma necessidade competitiva. Para além disso, tem também bastante importância para abordar corretamente a dimensão ambiental da sustentabilidade, podendo mesmo contribuir para melhorar a qualidade e o valor do produto e da cadeia.

Hervani *et al.* (2005) definem GSCM (Green Supply Chain Management) como sendo a soma de quatro parcelas: (1) *Green Purchasing* - aquisição de matéria que apresenta um menor efeito nocivo para a sociedade e a envolvente, fornecedores certificados, aposta em componentes e bens reciclados; (2) *Green Manufacturing/Materials Management* - conceção e fabrico mais amigos do ambiente, gestão do produto mais eficiente; (3) *Green Distribution/Marketing* - embalagem e transporte que minimizem gastos e resíduos; e (4) *Reverse Logistics* (Logística Inversa).

Com o aumento da disponibilidade e da qualidade das organizações que estabelecem a cadeia de abastecimento, aumenta também o desempenho da produção (em termos de custos, qualidade, flexibilidade e distribuição) das empresas que constituem essa mesma cadeia (Vachon e Mao, 2008). A implementação de normas como a ISO (International Organization for Standardization) 14001 e uma maior consciencialização face à responsabilidade ambiental corporativa são afetadas pela quantidade e qualidade de interações nas cadeias de abastecimento. Parcerias que promovam práticas verdes, através da reciclagem de resíduos, redução da emissão de gases de efeito de estufa ou inovações ambientais, trazem também benefícios ao meio ambiente. Além disto, a relação positiva entre desempenho ambiental e indicadores financeiros é aceite a nível mundial.

2.4. Sustentabilidade na indústria automóvel

Os encargos ambientais, a escassez de recursos e o desenvolvimento sustentável têm implicações na indústria automóvel, forçando-a a desenvolver *designs* mais ecológicos através de processos verdes e cooperação com os parceiros ao longo das cadeias. Ações de gestão, formulários organizacionais e práticas amigas do ambiente são bastante importantes neste setor, não apenas pela dimensão que este sector apresenta, mas também pela influência que transmite para outros (Orsato e Wells, 2007). A mentalidade que começa a despontar em relação à indústria ambientalista tem vindo a focar-se numa perspetiva *life-cycle*, que envolve identificar todos os impactos que o produto possa originar desde a fase de conceção, passando pela produção o uso/consumo, até à gestão de fim de vida útil do próprio produto.

De acordo com Zhu, Sarkis, e Lai (2007), a indústria automóvel chinesa tem sido bastante afetada neste contexto, uma vez que se espera que a China passe a ser um dos países com maior produção e uso de automóveis. Como consequência, os produtores têm procurado melhorar o desempenho económico e ambiental em simultâneo. Para isso, é necessário adotar práticas que promovam uma gestão de cadeias de abastecimento ambientalistas tais como recuperação de investimentos, *eco-design*, gestão ambiental ou aposta em materiais reciclados. Os autores salientam que, apesar da pressão exercida por mercados externos e de uma componente bastante forte em termos de linhas orientadoras para práticas GSCM, a China ainda apresenta bastantes lacunas nesta área, nomeadamente a nível de relações externas como compra de materiais verdes ou colaboração com clientes com foco em questões ambientais. Como tal, a implementação deficiente deste tipo de práticas ainda não resultou numa melhoria económica significativa, tendo-se verificado apenas ligeiros benefícios ambientais e operacionais.

Xia e Tang (2011) referem que a gestão da cadeia de abastecimento na indústria automóvel é vital para a continuidade de um cenário próspero para a própria indústria, uma vez que a produção automóvel envolve centenas de componentes provindos de diversos fornecedores.

As SC contemplam redes de empresas que desempenham determinadas atividades para uma cadeia de valor de um produto/serviço. A partilha de benefícios, por meio de contratos e parcerias, poderá permitir que todos os parceiros aumentem a sua eficiência. Os autores alertam ainda para o facto de a indústria automóvel norte-americana enfrentar os seguintes quatro principais desafios: (1) economia volátil; (2) variações imprevisíveis nos preços de combustível; (3) energia sustentável e (4) responsabilidades éticas e sociais. As atuais estratégias de SCM para lidar com estes desafios têm em conta as variações do mercado, e passam por fazer diminuir os custos de produção e recorrer ao *outsourcing* em países mais baratos, de forma a minimizar as perdas. No entanto, estas estratégias não se adequam à indústria norte-americana: para além de não serem benéficas a longo prazo, poderão não gerar as receitas que se esperam a curto prazo.

No mesmo artigo, Xia e Tang (2011) afirmam que uma longa cadeia de abastecimento e custos avultados de inventário requerem um extenso canal dentro da cadeia de abastecimento, o que contribui para incertezas em relação à possibilidade de satisfazer determinados pedidos e cria o denominado efeito *bullwhip* (deturpação da perceção dos pedidos, ao longo da cadeia). Isto faz com que haja demasiado desperdício no que toca aos recursos financeiros e na gestão de inventário. *Outsourcing* também traz consequências a nível do controlo da qualidade, comunicação entre fornecedores e desenvolvimento de tecnologia, que são aspetos bastante importantes no ramo automóvel. É preferível direcionar gastos na prevenção de custos (escolher fornecedores com qualidade e ajudar nos respetivos programas de controlo da qualidade) do que tentar remediar após as falhas ocorrerem (custos associados com ativação de garantias ou com o retirar de veículos defeituosos do mercado). A falta de ajuda dos fornecedores na área R&D (Research and Development) também é problemática. Se houver alterações no *design* dos produtos, devido a exigências do mercado, é necessário uma cooperação entre os produtores e os fornecedores para satisfazer a procura. Com o intuito de resolver estes problemas, os autores propõem uma abordagem 3C (Cease-Control-Combine). Numa primeira instância, pretende-se com a compra de matérias *low-cost/outsourcing*, encurtar a cadeia de abastecimento e reduzir a produção de modelos que já não sejam rentáveis. Na escolha de fornecedores, escolher aqueles que sejam flexíveis em relação aos mercados, que tenham planos de controlo de qualidade e que apresentem postos em locais estratégicos, de forma a encurtar a cadeia de abastecimento em termos geográficos. Depois, requer-se o controlo da cadeia de abastecimento através da fidelização com fornecedores, assegurando-lhes o negócio, a partilha de custos de pesquisa e desenvolvimento, e um trabalho contínuo de forma próxima. Por fim, é necessário combinar esforços na área da investigação. Em vez de cada empresa ter a respetiva equipa independente, os produtores devem trabalhar juntos, partilhar custos e benefícios, e acelerar o desenvolvimento tecnológico.

Para além da obra acima referenciada, foi elaborada uma breve síntese da literatura referente ao tema deste subcapítulo. Para isso, fez-se uma pesquisa usando como *keywords* os termos

“supply chain”, “sustainability” e “automotive industry”. Posteriormente, a informação foi compilada na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Trabalhos sobre a sustentabilidade na *supply chain* da indústria automóvel

Referência	Objetivo do documento
Azevedo, Cruz-Machado, Hofstetter, Cudney e Yihui (2013)	Explorar a importância de práticas flexíveis e verdes ao nível da competitividade e sucesso da SC automóvel
Caniëls, Gehrsitz e Semeijn (2013)	Avaliar a participação de fornecedores em atividades <i>green</i>
Diabat, Khodaverdi e Oltaf (2013)	Examinar práticas e desempenhos de GSCM
Förster (2015)	<i>Foresight</i> tecnológico para identificar tecnologia e/ou processos sustentáveis que possam vir a ser relevantes para a produção na indústria automóvel alemã.
Gopal e Thakkar (2016)	Identificar fatores críticos/Estudar práticas SSC na indústria automóvel indiana
Günther, Kannegiesser e Autenrieb (2015)	Investigar futuros cenários de desenvolvimento para SC automóvel, com destaque em veículos elétricos
Kannegiesser, Günther e Gylfasson (2014)	Aplicação de um <i>framework</i> para otimização de sustentabilidade à SC da indústria automóvel europeia
Liu, Chen, Riedel e Müller (2011)	Desenvolver uma estrutura para <i>foresight</i> tecnológico na indústria automóvel chinesa
Luthra, Garg e Haleem (2015)	Identificar obstáculos na implementação de SSCM na Índia
Nunes, Bennett e Shaw (2016)	Analisar decisões estratégicas ambientais no fabrico de um carro de luxo
Olugu e Wong (2012)	Desenvolver um sistema que permita avaliar a <i>performance</i> de <i>closed-loop</i> SC na indústria automóvel
Pallaro, Subramanian, Abdulrahman e Liu (2015)	Criar uma <i>framework</i> de revisão integrada para entender os desafios sustentáveis nas etapas de produção e consumo
Pozo, Akabane, Galhardi e Peterossi (2015)	Analisar características de práticas sustentáveis na SC automóvel
Vanelle e Santos (2014)	Estudar práticas de sustentabilidade para SC da indústria automóvel brasileira
Zailani, Govidan, Iranmanesh, Shaharudin e Chong (2015)	Identificar o que determina a adoção de inovação verde e os seus efeitos no setor automóvel da Malásia

2.5. Influência da sustentabilidade na *performance* das *supply chains*

A procura de vantagens competitivas é uma prioridade para as empresas que operam numa rígida e complexa envolvente global, de forma a assegurar a capacidade de criação de valor a longo-prazo. Esta constante procura faz com que as empresas se tornem cada vez mais conscientes que podem contribuir para o desenvolvimento sustentável ao reorganizar as suas operações e processos, de forma a contrariar os resultados económicos insuficientes para a viabilidade dos negócios (Garg, 2015). Michael e Gross (2004) constataam que os lucros a longo prazo dos *shareholders* são assegurados por meio da gestão corporativa aplicada em simultâneo a critérios económicos e sustentáveis.

Wang *et al.* (2005) indicam três características das GSC, face às tradicionais *supply chains*, que refletem consequências positivas. São elas: (1) cariz verde – ênfase na componente ambiental das cadeias de abastecimento; (2) circuito fechado dos produtos – a reciclagem torna-se também uma função das SC e (3) integração – capacidade de adaptação ao meio e à sociedade envolvente, que requer partilha de informação entre os membros das cadeias e que cada um destes execute as respetivas ações para assegurar os objetivos do sistema. Estas três características permitem reduzir aumentar o rácio de utilização dos recursos e diminuir o impacto ambiental dos produtos e dos custos das empresas.

Dado a criticidade desta temática, diversos estudos foram realizados para estudar a relação entre comunicar os resultados da gestão sustentável, através de relatórios de sustentabilidade, com a *performance* financeira das empresas, tendo várias pesquisas encontrado uma relação positiva. Ngwakew (2009) concluiu, através de uma análise a 60 empresas de produção na Nigéria, que um investimento em indicadores sustentáveis originava um aumento do retorno sobre o ativo total, a redução do valor gasto em multas e sanções e melhorava ainda as relações com os *stakeholders*. Schadewitz e Niskala (2010) analisaram todas as empresas listadas que adotaram relatórios de sustentabilidade baseados nas diretrizes da GRI e concluíram que, ao transmitir essa informação, as empresas reduziam a discrepância de opiniões entre gestores e *stakeholders*. Em 2012, Ameer e Othman analisaram 100 empresas sustentáveis entre 2006 e 2010, e deduziram que as empresas que melhor divulgavam a informação sobre sustentabilidade tinham resultados significativamente melhores, no que toca ao retorno sobre o ativo total ou no fluxo de caixa operacional. Eccles, Ioannou e Serafeim (2012) investigaram 180 empresas norte-americanas, metade com elevado índice de sustentabilidade e metade com baixo índice, e chegaram à conclusão de que os resultados das primeiras 90 empresas superavam a longo prazo os das outras, tanto em termos de valor de mercado, como desempenho contabilístico.

Szekely e Knirsch (2005) afirmam que, regra geral, práticas de gestão sustentável proporcionam uma estrutura que permite a existência de melhoria contínua para a minimização de riscos e da geração de resíduos, para tornar o uso de matérias e energia mais eficiente e fornecer

produtos e serviços amigos do ambiente. Do ponto de vista ambiental, as práticas de produção resultam numa redução de desperdícios e no consumo de energia (Jayal, Badurdeen, Dillon Jr. e Jawahir, 2010; Gunasekaran e Spalanzani, 2011) e evitam complicações com regulações ou leis (Fairfield, Harmon e Behson, 2011).

Particularizando a indústria automóvel, é possível identificar trabalhos que demonstram que a sustentabilidade influencia de forma positiva o desempenho das organizações. Por exemplo, Cortez e Cudia (2010) elaboraram um estudo para avaliar o impacto das inovações ambientais no desempenho económico de empresas japonesas do setor automóvel e do ramo da eletrónica. De entre as empresas consideradas, constavam a Toyota, Honda, Mazda, Isuzu e Suzuki, e a análise baseou-se em relatórios financeiros e de sustentabilidade datadas de 2001 até 2008. Nas ilações, salienta-se o aumento de rendimento com a venda de produtos reciclados e outras tecnologias ambientais, e uma redução de custos, beneficiada pela redução de energia consumida e pela diminuição de processamento de resíduos. Os autores concluíram ainda que existiu uma relação linear entre vendas e as inovações ambientais, e que estas tiveram um impacto positivo nos resultados líquidos das empresas. Yu, Chavez, Feng e Wiengarten (2014) analisaram 126 fabricantes de automóveis na China e estabeleceram uma relação positiva entre *performance* operacional em termos de flexibilidade, entregas, qualidade e custos e aquilo que consideram ser iGSCM (Integrated Green Supply Chain Management), a junção de três práticas GSCM distintas: internas, com clientes e com fornecedores. Noutro estudo, levado a cabo por Vanalle e Santos (2014), foram identificadas as práticas sustentáveis mais valorizadas no setor automóvel brasileiro. Destacam-se: evitar ou reduzir o uso de substâncias prejudiciais, e monitorizar e reduzir a geração de desperdícios nocivos e efluentes industriais. São também valorizadas atividades em que os fornecedores contribuam de forma ativa, como nas etapas de *design*, nos processos de monitorização e de redução de consumo de recursos naturais, ou na adoção de práticas *lean* e sustentáveis.

Uma vez que o sucesso de qualquer programa de sustentabilidade reside na visibilidade (e, conseqüentemente, na capacidade de medir o desenvolvimento) dos riscos associados a estas práticas ao longo de toda a SC, é obrigatório promover formas de avaliar, comparar desempenhos, correlacionar práticas e indicadores sustentáveis. A perspetiva da *supply chain* é importante porque os riscos não começam nos produtos das empresas, mas sim nos seus fornecedores (Taticchi, Tonelli e Pasqualino, 2013). Christofi, Christofi e Sisaye (2012) argumentam que a sustentabilidade não deve ser vista como uma fonte de custos mas como uma oportunidade para as empresas se preservarem a longo prazo, através de uma gestão de risco que inclui elementos financeiros, sociais e ambientais.

Capítulo 3.

Índices e indicadores de desenvolvimento sustentável

Atingir um desenvolvimento sustentável é visto como uma das maiores preocupações da sociedade moderna, que desde há muito tem vindo a mostrar interesse em compreender e administrar a natureza multifacetada do desenvolvimento (Pinar *et al.*, 2014). Desta forma, uma análise abrangente sobre sustentabilidade tornou-se decisiva para quantificar o progresso, identificar áreas e avaliar os resultados de políticas adotadas. Esta necessidade de encontrar formas de quantificar e qualificar a sustentabilidade traduziu-se numa enchente de abordagens e de indicadores que foram agrupados para formar vários índices.

A avaliação da sustentabilidade tem sido focada em várias áreas da indústria transformadora, nomeadamente na indústria metalúrgica (Singh, Murty, Gupta e Dikshit, 2007), na indústria química (Beloff e Tanzil, 2006) ou indústria alimentar (Tokos, Pintarič e Krajnc, 2012), bem como noutros setores distintos, como no setor do retalho (Erol *et al.*, 2011), setor financeiro (Kapur e Dhanrajani, 2013), setor da biomassa (Camarillo, Stringfellow, Jue e Hanlon, 2012) ou setor da saúde (Ramirez, West e Costell, 2013).

A criação e desenvolvimento de sistemas de desempenho sustentável para a SC é um desafio (Taticchi *et al.*, 2013). Mesmo que não se considerem as três dimensões da sustentabilidade, e apesar de inúmeros estudos sobre o tema, como por exemplos, o de Shepher e Günter (2006) ou o de Gopal e Thakkar (2012), não existe um consenso sobre como medir a *performance* das cadeias de abastecimento. Clivillé e Berrah (2012) esclarecem que a avaliação do desempenho global de uma SC exige conhecer o desempenho das empresas individuais envolvidas e das suas respetivas interações.

Segundo Singh, *et al.* (2012) os indicadores de desenvolvimento sustentável têm vindo a ser reconhecidos como ferramentas úteis para a tomada de decisões pois permitem simplificar, analisar, quantificar e transmitir informação bastante complexa, relativa ao desempenho de países ou empresas em áreas como ambiente, economia, sociedade ou progresso tecnológico. Para além disso, permitem também estudar e antecipar tendências e resultados, fornecendo avisos e ajudando a evitar/minimizar danos sociais, económicos e ambientais.

De acordo com Slaper e Hall (2011), não existe nenhum método normalizado e universal para calcular cada uma das categorias do modelo TBL. Isto pode ser visto como uma vantagem, uma vez que permite que qualquer índice geral possa ser adaptado a um caso concreto, com necessidades, dimensões e políticas específicas. Clift (2003) refere que os indicadores devem

compreender as três dimensões da sustentabilidade, abrangendo o condicionamento da atividade humana e transmitir informação sobre a equidade intergeracional. Não obstante, agregar indicadores de diversas dimensões, como expressar indicadores ecológicos em unidades monetárias, é desnecessário e evitável.

Warhurst (2002) considera que existem duas etapas para se medir o desenvolvimento sustentável: primeiramente, avalia-se cada dimensão da sustentabilidade com base em indicadores previamente determinados; numa segunda fase, avalia-se o desempenho global através da combinação das três dimensões. Após definidos os indicadores de desenvolvimento sustentável, é preciso medi-los, quer atrás de métodos quantitativos, quer qualitativos. A aquisição da informação, isto é, obter os valores dos indicadores de sustentabilidade não é exigente. As dificuldades surgem com a seleção, interpretação e uso desses mesmos parâmetros (Moldan *et al.*, 2012).

As empresas têm vindo a ser pressionadas não só para alterarem a forma de fazer negócios, mas também para monitorizar e reportar outros parâmetros das suas atividades para além do desempenho económico. Como resposta a esta tendência, tem havido alguma diligência para estabelecer indicadores e normas sustentáveis ao nível empresarial. Delai e Takahashi (2011) enumeraram algumas diretrizes, estruturas e sistemas de medição de sustentabilidade com algum reconhecimento mundial. Em relação a indicadores de sustentabilidade, é possível encontrar algumas sugestões na literatura, embora sejam poucas as que integram simultaneamente as três dimensões da sustentabilidade (Veleva e Ellenbecker, 2001; Azapagic, 2004; Krajnc e Glavič, 2005; Labuschagne *et al.*, 2005; Matopoulos e Bourlakis, 2010; Singh *et al.*, 2012; Hai *et al.*, 2014; Salvado *et al.*, 2015). A falta de consenso sobre indicadores de sustentabilidade é vista como uma grande desvantagem que representa uma barreira para a implementação de estratégias sustentáveis (Sikdar, 2003; Searcy, Karapetrovic e McCartney, 2005).

Existem muitos índices de sustentabilidade que possuem diferentes características e que são utilizados em contextos distintos, tendo cada um associadas várias vantagens e desvantagens. Seguem-se alguns exemplos: (1) Dow Jones Sustainability Index – neste índice, que considera equiparável o peso dos parâmetros sociais, estes têm um alcance maior, comparativamente com outros (López, Garcia e Rodriguez, 2007); (2) ESI (Environmental Sustainability Index) – inclui as três dimensões da sustentabilidade (Siche, Agostinho, Ortega e Romeiro, 2008) e é utilizado em análises que relacionam o desenvolvimento económico com os resultados sustentáveis (Park, Russell e Lee, 2007; Morse, 2008). Segundo Babcicky (2013), o ESI pode ser desagregado em indicadores e variáveis para permitir análises mais aprofundadas; (3) EFA (Ecological Footprint Analysis) – utilizada para medir a quantidade de água e terra passível de cultivo que um indivíduo, uma cidade, um país ou a humanidade necessita para produzir os recursos que consome e para absorver os resíduos que produz, utilizando a tecnologia predominante (Wackernagel, 2014). Este índice incorpora uma vasta quantidade de informação

numa única medida quantitativa e procura operacionalizar os conceitos de capacidade de transporte e sustentabilidade (Venetoulis e Talberth, 2008); (4) GPI (Genuine Progress Indicator) – índice formado por 20 subindicadores, dos quais 7 refletem o crescimento no bem-estar e os restantes refletem uma redução, e que inclui benefícios e custos económicos, ambientais e sociais (Singh et al., 2012). Vários autores (Böhringer e Jochem 2007; Lawn, 2007) criticam este índice por falhas estruturais nos métodos de avaliação e normalização; (5) Sustainable Development Progress Metrics – ferramenta desenvolvida pela IChemE (Institution of Chemical Engineers), uma organização mundial de profissionais da engenharia química, para ajudar e alargar a compreensão da sustentabilidade incorporada nos processos do setor industrial (IChemE, 2002).

A GRI (Global Reporting Initiative), fundada em 1997 por um conjunto de empresas e organizações pertencentes à CERES (Coalition for Environmentally Responsible Economies), é uma organização internacional que procura ajudar empresas a perceber e divulgar o impacto das atividades empresariais em assuntos de cariz sustentável, como mudanças climáticas, direitos humanos, corrupção, entre outros, e que, para isso, desenvolveu um conjunto de diretrizes universalmente aplicáveis para descrever o desempenho social, económico e ambiental das empresas (Hedberg e von Malmborg, 2003). O documento “Sustainability Reporting Guidelines” foi criado para ser usado por empresas de qualquer dimensão, setor ou localização e contém informação geral e alguma mais orientada para um determinado setor, tendo sido aprovada por um extenso leque de *stakeholders* de todo o mundo em relação à aplicabilidade destes indicadores para determinar e indicar o desempenho sustentável de uma empresa (GRI, 2013). Aqui, também os indicadores estão divididos e distribuídos pelas três dimensões da sustentabilidade. Existem 9 indicadores económicos, que abrangem três componentes: (1) *performance* económica; (2) lugar da empresa no mercado e (3) impactos económicos indiretos. Em relação aos indicadores ambientais, que são 30, estes têm em conta: (1) materiais; (2) energia; (3) água; (4) biodiversidade; (5) emissões e desperdícios; (6) produtos e serviços; (7) condescendência; (8) transportes e um último (9) global. Por fim, os indicadores sociais estão categorizados como: (1) trabalho; (2) direitos humanos; (3) sociedade e (4) responsabilidade do produto.

Azevedo, Govidan, Carvalho e Cruz-Machado (2012) propõem, com base no trabalho desenvolvido pelo GRI, um conjunto de medidas de desempenho, que abrangem perspetivas sociais, ambientais e económicas, de forma a avaliar a influência de práticas verdes e *lean* a montante da SC no desenvolvimento sustentável das empresas. O recurso às diretrizes do GRI foi considerado uma vez que estas são largamente as mais reconhecidas para fornecer informação sobre as três dimensões da sustentabilidade (Skouloudis, Evangelinos e Kourmousis, 2007; Christofi, et al., 2012). Isso permite que os gerentes e *stakeholders*, tanto internos como externos, tenham a possibilidade de se tornarem mais conscientes acerca do impacto e desempenho sustentável das suas organizações (Gray, Milne e Buhr, 2014).

Os indicadores ETHOS foram estabelecidos pela Ethos Institute Business and Social Responsibility, uma organização não-governamental criada em 1998, com o intuito de serem usados como uma ferramenta para ajudar a tornar e manter socialmente responsável o processo de gestão empresarial. Tendo características de autoavaliação e enfoque nos problemas sociais da sustentabilidade, há também outros indicadores, como ilustra a tabela seguinte.

Tabela 3.1 - Indicadores ETHOS (retirado de Salvado *et al.* 2015)

Indicadores ETHOS			
Social	Ambiental	Económico	Visão e estratégia
Direitos humanos	Mudanças climáticas	Governança organizacional	Estratégias para sustentabilidade
Práticas de trabalho	Gestão e monitorização do impacto nos serviços e biodiversidade dos ecossistemas	Práticas operacionais e de gestão	Proposta de valor – Modelo de negócio
Problemas com clientes			
Desenvolvimento e sensibilização da comunidade	Impacto no consumo		

Olugu, Wong e Shaharoun (2011) apresentaram um conjunto de medidas de desempenho para avaliar a *performance* sustentável da cadeia de abastecimentos da indústria automóvel. Esta ferramenta apoiava-se na recolha de informação do desempenho de práticas GSCM a partir de diferentes perspetivas operacionais e identificava pontos de melhoria. Como limitação, a avaliação só considerava o ponto de vista das empresas individuais, e não da SC completa. Em 2016, Bautista, Enjolras, Narvaez, Camargo e Morel propuseram uma estrutura para avaliar a sustentabilidade da indústria do *biodiesel* utilizando uma pesquisa para definir e validar princípios e a importância dos critérios. Azapagic Stampford, Youds e Barteczko-Hibbert (2016) sugeriram um quadro de apoio à tomada de decisão que integra as três dimensões da sustentabilidade com o conceito de ciclo de vida, focado para a produção e consumo sustentáveis, tendo sido validado através de estudos de caso do setor energético. Resta *et al.* (2014) apresentaram uma *framework* teórica para mapear práticas associadas apenas com a sustentabilidade ambiental nos setores TCL (Textile, Clothing and Leather). Liew, Hassim e Denny (2015) desenvolveram uma estrutura sistemática para a avaliação da sustentabilidade das vias de produção de *biodiesel* com foco na fase de engenharia.

Em 2014, Pinar *et al.* identificaram 19 indicadores de sustentabilidade para o FEEM SI (Fondazione Eni Enrico Mattei Sustainability Index), um índice de sustentabilidade lançado de dois em dois anos desde 2009, e que procura avaliar o progresso no bem-estar a nível mundial. Após uma revisão da literatura, os autores concluíram que os índices existentes não tinham em

conta as inter-relações (sinergias e redundâncias) quando os indicadores são agregados e procuraram estabelecer uma relação entre os diferentes tipos de indicadores escolhidos, em termos de complementaridade e substituíbilidade, assim como estimar a importância destes no conceito de sustentabilidade. A tabela seguinte apresenta os indicadores escolhidos.

Tabela 3.2 - Indicadores para avaliação da sustentabilidade global (adaptado de Pinar *et al.*, 2014)

FEEM SI		
Economia	Sociedade	Ambiente
Alavancas de crescimento <ul style="list-style-type: none"> ▪ Despesa com R&D ▪ Investimento líquido 	Densidade populacional	Poluição atmosférica <ul style="list-style-type: none"> ▪ Emissão de gases de efeito de estufa <i>per capita</i> ▪ Intensidade de CO₂
PIB (Produto Interno Bruto) <i>per capita</i>	Bem-estar <ul style="list-style-type: none"> ▪ Despesa na educação ▪ Despesa na saúde 	Energia <ul style="list-style-type: none"> ▪ Oferta de energia primária <i>per capita</i> ▪ Rácio de energia renovável consumida
Exposição <ul style="list-style-type: none"> ▪ Balança comercial (exportações líquidas em função do total de transações efetuadas) ▪ Dívida pública 	Vulnerabilidade <ul style="list-style-type: none"> ▪ Despesa com alimentação em função da despesa total ▪ Despesa na saúde privada em função do PIB ▪ Segurança energética <ul style="list-style-type: none"> - Energia importada - Percentagem de população com acesso a energia 	Legado natural <ul style="list-style-type: none"> ▪ Consumo de água ▪ Biodiversidade <ul style="list-style-type: none"> - Animais em perigo de extinção - Plantas em perigo de extinção

Existem também alguns avanços no que toca à avaliação do desempenho ambiental das empresas e das suas respetivas SC. Azevedo, Govidan, Carvalho e Cruz-Machado (2013) sugeriram um “Ecosilent Index” com o propósito avaliar a resiliência e o cariz verde das práticas de empresas no setor automóvel ao longo de toda a *supply chain*. Neste índice, o comportamento das empresas é avaliado através de uma análise ao nível de implementação de um leque de práticas ambientais e resilientes, e a *performance* das cadeias de abastecimento é avaliado após a agregação dos resultados relativos às empresas correspondentes. Wang, *et al.* (2005) propuseram uma abordagem de avaliação de desempenho para avaliar a *performance* de GSC através de seis fatores: (1) valor financeiro; (2) proteção ambiental; (3) valor de informação; (4) serviço ao cliente; (5) custo e (6) flexibilidade operacional. Tsoulfas e Pappis (2008) avançaram com um conjunto de indicadores de desempenho ambiental e metodologias multicriteriosas de tomada de decisões para medir até que ponto os princípios ambientais são cumpridos ao longo das cadeias de abastecimento. Savino, Manzini e Mazza (2013) utilizaram uma matriz de impacto global onde a pegada de carbono das SC (impacto ambiental) são mapeadas contra o respetivo impacto económico.

Também Azapagic e Perdan (2010) propuseram um modelo geral para práticas industriais mais sustentáveis. Os autores argumentaram que, face ao problema da sustentabilidade, os responsáveis pelas tomadas de decisão deveriam avaliá-lo, mesmo que de forma imperfeita, em vez de adotar uma atitude passiva, desinteressada e de desvalorização sobre o tema. Os indicadores deste modelo contemplam as três dimensões, como se pode verificar na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Indicadores de desenvolvimento sustentável para a indústria – modelo geral (adaptado de Azapagic e Perden, 2000)

Indicadores ambientais	Indicadores económicos	Indicadores sociais
Impacto ambiental <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de recursos ▪ Aquecimento global ▪ Redução de Ozono ▪ Acidificação ▪ Eutrofização ▪ Smog fotoquímico ▪ Toxicidade humana ▪ Ecotoxicidade ▪ Desperdícios sólidos 	Indicadores financeiros <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valor acrescentado ▪ Contribuição para o Produto Interno Bruto ▪ Despesa na proteção ambiental ▪ Responsabilidades ambientais ▪ Investimentos éticos 	Indicadores éticos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Preservação de valores culturais - Inclusão de <i>stakeholders</i> - Envolvimento em projetos comunitários <ul style="list-style-type: none"> ▪ Normas internacionais de conduta - Negócios - Trabalho infantil - Preços competitivos - Colaboração com regimes corruptos ▪ Equidade intergeracional
Eficiência ambiental <ul style="list-style-type: none"> ▪ Intensidade de material e energia ▪ Reciclabilidade de materiais ▪ Durabilidade de produtos ▪ Intensidade de serviço 	Indicadores de capital humano <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contribuição dos funcionários ▪ <i>Staff turnover</i> ▪ Despesa com segurança e saúde no trabalho ▪ Investimento na formação e desenvolvimento dos funcionários 	Indicadores de bem-estar <ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribuição de receita ▪ Satisfação no trabalho ▪ Satisfação de necessidades sociais
Ações voluntárias <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas de gestão ambiental ▪ Melhorias ambientais acima do nível de conformidade ▪ Avaliação de fornecedores 		

Erol *et al.* (2011) sugeriram um índice agregado para medir a sustentabilidade de SC, e sublinharam que o uso de demasiados indicadores complica o processo de avaliação. O artigo defende ainda que uma abordagem adequada para as decisões de gestão, como no caso de SSC, implica o compromisso de vários participantes e perspetivas, sendo que se torna desafiante tentar reduzir todas as dimensões a uma única medida. De forma a superar essa dificuldade, os autores propõem o uso de metodologias de avaliação multicriteriosa.

Apesar da existência de diversas *frameworks* que abordam a área da sustentabilidade, a maioria é aplicada em diferentes setores, não tem em conta o conceito TBL, não está orientada para a cadeia de abastecimentos e utiliza diferentes metodologias. A estrutura apresentada no capítulo seguinte pretende responder a esta lacuna. A abordagem hierárquica adotada neste trabalho considera que a SC é composta por um conjunto n de empresas e que a sustentabilidade global da cadeia é afetada, positiva ou negativamente, pela agregação das três dimensões da sustentabilidade.

Capítulo 4.

Proposta de um índice para a avaliação da sustentabilidade

O índice de sustentabilidade proposto baseia-se no de Salvado *et al.* (2015). Não obstante, existem algumas diferenças, nomeadamente o número de etapas, o processo de seleção dos diferentes indicadores de cada sustentabilidade bem como o método utilizado para o cálculo dos pesos dos mesmos, e também o tipo de índice proposto.

De forma a calcular o índice de sustentabilidade da empresa, I_{C_SUST} , e tendo em conta as abordagens de Krajnc e Glavič (2005) e de Zhou, Ang e Zhou (2010), são propostos três subíndices, I_{S_j} , considerando $j=1$ para a dimensão económica, $j=2$ para a dimensão ambiental e $j=3$ para a dimensão social, sendo cada um determinado através de um conjunto de indicadores definidos. Posteriormente, calcula-se o índice de sustentabilidade da cadeia de abastecimento, $I_{S_j}^{Global}$, agregando-se os subíndices de sustentabilidade.

A criação do índice de sustentabilidade passa pelas seguintes fases:

1. Seleção dos indicadores de sustentabilidade, $I_{i,j}^E$, para cada dimensão de sustentabilidade (económica, social e ambiental);
2. Cálculo dos pesos dos diferentes indicadores, $w_{i,j}$, em cada uma dimensão através do método Delphi;
3. Normalização dos indicadores de sustentabilidade, $I_{N_{i,j}}^E$;
4. Escolha do método de agregação;
5. Determinação dos subíndices de sustentabilidade por cada dimensão;
6. Determinação do índice de sustentabilidade para a *supply chain*.

A seguir são descritas as diferentes fases adotadas na proposta de construção do índice de sustentabilidade para a indústria automóvel.

Primeira fase – seleção dos indicadores de sustentabilidade

Os indicadores de sustentabilidade da cadeia de abastecimento têm de ser mensuráveis, e a informação a eles associados deve ser de fácil recolha e estar constantemente atualizada e sempre acessível, e necessitam de ser monitorizados ao longo do tempo, uma vez que as empresas são voláteis e adaptam as suas práticas, tornando-as mais convenientes consoante as necessidades. Erol *et al.* (2011) defendem ainda que os indicadores devem estar relacionados com o tipo de *supply chain* considerada. É importante que sejam incluídos na avaliação das

operações, dos produtos e serviços das empresas, tal como dos processos de tomada de decisão (Tsoulfas e Pappis, 2008).

Neste documento, foram considerados vários indicadores económicos, sociais e ambientais a partir de relatórios de sustentabilidade das empresas automóvel do Reino Unido, considerando as orientações dadas pela GRI.

Segunda fase – cálculo da influência dos indicadores

Para calcular o peso de cada indicador, recorre-se ao método Delphi. Cada indicador é determinado através da respetiva nota numa escala de 1 a 5, correspondendo 1 a "não importante" e 5 a "extremamente importante". Para além disto, este método é também utilizado para avaliar o grau de importância de cada uma das dimensões da sustentabilidade.

O método Delphi é um processo de comunicação que tem como objetivo reunir o máximo de informação não tendenciosa de um leque de especialistas (Chan *et al.* 2001). O painel de especialistas é convidado a responder a consecutivas rondas de questões, com o intuito de chegar a um consenso. Ao longo do processo, as perguntas que traduzam concordância não transitam para as rondas seguintes, permanecendo apenas aquelas onde haja uma pluralidade de resposta. Segundo Rowe e Wright (1999), geralmente o número de rondas pode ir desde duas a sete, e o número de participantes varia entre três e quinze.

Este método torna possível a conformidade de juízos dentro de um grupo, por meio de uma sequência de questionários com *feedback* controlado, oferecendo assim vantagens em situações onde é vital a definição de áreas de incerteza ou desacordo, como é o caso dos parâmetros para avaliar a sustentabilidade. Desta forma, esta técnica é apropriada para determinar um conjunto de indicadores económicos, sociais e ambientais ponderados, que permita avaliar não só o nível de sustentabilidade de empresas individuais, como de toda a cadeia de abastecimento associada.

Segundo Linstone e Turoff (1975), devem-se realizar os seguintes passos, aquando da aplicação deste método:

1. Definir e seleccionar os especialistas tendo em conta o objetivo e o tema a tratar;
2. Estabelecer o número de rondas;
3. Estruturar os respetivos questionários para cada ronda.

Após a realização destes passos, os especialistas tomam parte numa reunião para responderem aos questionários. À medida que estes vão sendo preenchidos, agrupa-se a informação numa única base de dados e determina-se a consistência das respostas utilizando o coeficiente de correlação de Kendall. Este coeficiente é utilizado para analisar o grau de associação

hierarquizado de vários termos tendo em conta os vários especialistas envolvidos (Israel, 2009). O coeficiente pode ser determinado através da equação seguinte:

$$W = \frac{12R}{m^2(k^3 - k)} \quad (4.1)$$

Nesta equação, m representa o número de especialistas que quantificam o número k de termos através de uma escala de Likert de 5 pontos.

Para cada termo i , a classificação é dada pela equação seguinte:

$$R_i = \sum_{j=1}^m r_{ij} \quad (4.2)$$

r_{ij} corresponde à avaliação do especialista j sobre o termo i . R é o somatório do quadrado dos desvios de \bar{R} a média de R_i , expresso pela equação:

$$R = \sum_{i=1}^k (R_i - \bar{R})^2 \quad (4.3)$$

O coeficiente varia entre 0, significando desacordo entre os especialistas, e 1, denotando o consenso de todos os participantes na hierarquia estabelecida para os vários indicadores de sustentabilidade. Smith (2008) sugeriu uma “*rule of thumb*” (regra de apoio à tomada de decisão), que classifica qualquer coeficiente de Kendall igual ou superior a 0.7 como resultado de uma “forte concordância” entre os especialistas, podendo o processo iterativo das rondas de questões ser dado como finalizado.

Terceira fase – normalização dos indicadores

Uma vez que os diferentes indicadores são expressos em unidades diferentes, é necessário realizar a normalização das unidades antes de se agrupar os indicadores no índice. Para isso, este trabalho usa o método Min-Max para parametrizar a informação entre 0 e 1. Os indicadores com um impacto positivo na sustentabilidade, $I_{i,j}^+$, e os indicadores com impacto negativo, $I_{i,j}^-$, são normalizados com recurso às equações 4.4 e 4.5, respetivamente.

$$I_{N_{i,j}}^+ = \frac{I_{i,j}^+ - I_{i,j}^{+MIN}}{I_{i,j}^{+MAX} - I_{i,j}^{+MIN}} \quad (4.4)$$

$$I_{N_{i,j}}^- = \frac{I_{i,j}^- - I_{i,j}^{-MIN}}{I_{i,j}^{-MAX} - I_{i,j}^{-MIN}} \quad (4.5)$$

Aqui, os termos com MIN representam os valores mais baixos dos indicadores i da dimensão j , ao passo que os termos com MAX indicam o valor mais elevado.

Quarta fase – escolha do método de agregação

Na literatura, podem ser encontrados várias abordagens metodológicas em relação a índices de sustentabilidade. Os índices compósitos consistem na agregação de diferentes indicadores de acordo com uma metodologia previamente estabelecida (Gasparatos, El-Haram e Horner, 2008) e, segundo Niemeijer (2002), podem ser divididos nas seguintes categorias: (1) impulsionados pela informação – quando a qualidade e a disponibilidade dos dados são as questões principais no que concerne ao desenvolvimento do índices compósitos; (2) promovidos pela teoria – quando a escolha dos melhores indicadores é feita através de um ponto de vista mais teórico; ou (3) orientados por procedimentos – quando os indicadores são concretamente selecionados para a monitorização do rumo de políticas e ações já adotadas.

Singh *et al.* (2007) propuseram um índice que utilizava o AHP (Analytical Hierarchy Process), uma técnica para desenvolvida por Saaty, para determinar o peso dos seus indicadores. Este método compara pares emparelhados com base no juízo de especialistas para obter escalas de prioridade (Saaty, 2008), permitindo comparar alternativas na altura da tomada de decisão. Por outro lado, pode levar a que existam algumas inconsistências no julgamento e no critério de hierarquização, para além de que não permite que se possa avaliar um parâmetro isolado (Konidari e Mavrakakis, 2007). Noutro contexto, Zhou, Ang e Poh (2007) recorreram à programação matemática para a determinação de índices utilizando o MCDA (Multiple Criteria Decision Analysis), tendo também considerado o método DEA (Data Envelopment Analysis) para quantificar a influência dos indicadores. Cherchye, Moesen, Rogge e Puyenbroeck (2007), utilizaram também este último método na elaboração de um indicador composto, evitando a etapa de normalização dos indicadores. Em 2010, Hatefi e Torabi validaram um modelo MCDA-DEA. Para lidar com a incerteza e a imprecisão no cálculo da influência dos indicadores, Erol *et al.* (2011) sugeriram uma *framework* multicriteriosa difusa. Como operador de agregação para o FEEM SI, Pinar *et al.* (2014) utilizaram o integral de Choquet, que lhes permitiu obter, de forma espontânea, as preferências dos especialistas com base nas suas avaliações pessoais acerca da sustentabilidade de diversas sociedades hipotéticas.

Nardo, Saisana, Saltelli, Tarantola, Hoffman e Giovannini (2005) fornecem orientações elucidativas sobre como elaborar um indicador composto. Segundo os autores, é necessário assegurar que os indicadores são mutuamente independentes quando se usa um modelo aditivo linear. Num contexto de MADM (Multiple Attribute Decision Making), que normalmente implica a tomada de decisão quando existem vários critérios contraditórios, o SAW (Simple Additive Weighting) é uma opção bastante considerada como método de agregação para indicadores compostos, tanto no geral, como num contexto ambiental (Kang, Kim e Leem, 2002). Apesar de ser preferível que os indicadores sociais, ambientais e económicos sejam independentes,

condição difícil de satisfazer, este método consegue valores aproximados aos ideais mesmo que essa hipótese não se verifique (Yoon e Hwang, 1995). Podvezko (2011) aponta algumas desvantagens, como o facto de todos os valores para o parâmetro R_i , necessário para calcular o coeficiente de Kendall, tem de ser positivos, ou os resultados obtidos nem sempre refletem uma situação real. Apesar de todas as limitações, este método é bastante utilizado na prática, por exemplo, por Shafia, Mazdeth, Vahedi e Pournader (2011), dada a sua transparência, facilidade de uso por não-especialistas, sendo que o cálculo é simples e não precisa de programas computacionais complexos (Velasquez e Hester, 2013).

Quinta fase – determinação dos subíndices por dimensão

Para a determinação dos três subíndices, ou seja, o subíndice para a sustentabilidade económica, I_{S_1} , o subíndice para a sustentabilidade ambiental, I_{S_2} , e o subíndice para a sustentabilidade social, I_{S_3} , é utilizada a equação 4.6. Na fórmula, a diferença entre o somatório dos indicadores normalizados com impacto positivo na dimensão j e o somatório dos indicadores normalizados com impacto negativa na mesma dimensão j resulta no subíndice respetivo a essa dimensão sustentável.

$$I_{S_j} = \left(\sum_i I_{N_{i,j}^+} - \sum_i I_{N_{i,j}^-} \right) \quad (4.6)$$

Sexta fase – determinação do índice de sustentabilidade da cadeia de abastecimento

Conforme referido anteriormente, o índice de sustentabilidade é uma função que depende dos três subíndices referentes a cada uma das dimensões. É necessário aplicar o método SAW, um dos MADM mais simples e mais usados (Afshari, Mojahed e Yusuff, 2010; Adriyendi; 2015). Este método baseia-se numa média ponderada. Para cada critério (neste caso 3, um por cada índice sustentável), multiplica-se o valor normalizado do índice j pelo peso associado a essa dimensão determinado pelos especialistas. O valor do índice global é dado pela soma ponderada de todos os critérios. A vantagem do SAW é que se trata de uma transformação linear proporcional dos dados, o que significa que o peso relativo dos valores normalizados mantém-se igual. O índice é então determinado através da equação:

$$I_{S_j}^{Global} = \sum_j I_{S_j} w_j \quad (4.7)$$

Esta equação serve para avaliar o impacto do comportamento económico, ambiental e social de uma empresa na sua sustentabilidade.

O índice de sustentabilidade global proposto resulta de operações desenvolvidas por um conjunto de empresas que pertençam à mesma cadeia de abastecimento.

Capítulo 5.

Metodologia

Para conseguir alcançar os objetivos propostos de avaliar a sustentabilidade para a cadeia de abastecimentos da indústria automóvel do Reino Unido, para a aplicação do índice de sustentabilidade proposto, optou-se por pôr em prática uma metodologia qualitativa com base em estudos de caso e análise de conteúdo. Esta última tem como base o estudo que se realizou de relatórios de sustentabilidade, relativos ao período compreendido entre 1999 e 2014, e que consideravam estudos de caso de 25 empresas do setor pretendido. Fundamentados pelos relatórios, foram identificados os indicadores sociais, ambientais e económicos necessários para a construção do índice supracitado.

Escolheu-se este caso de estudo pois considera-se adequado quando é desenvolvido uma análise longitudinal que representa uma forma sistemática de observar os acontecimentos, recolher dados, examinar a informação e transmitir os resultados ao longo de um período de tempo considerável (Stake, 1995). De acordo com Perry (1998) e Rowley (2002), uma abordagem apoiada num caso de estudo é apropriada quando os limites de um fenómeno são ainda incertos e não há controlo sobre os eventos comportamentais. Segundo Yin (1984), também é conveniente quando a análise dos dados é realizada com mais frequência dentro do contexto da sua aplicação, tal como neste caso em concreto. Os indicadores recolhidos para calcular os índices de sustentabilidade sugeridos foram obtidos a partir de relatórios de sustentabilidade editados por profissionais da indústria automóvel. Em 2002, Yin afirmou que estudos de caso podem ser exploratórios, descritivos ou explicativos. Este tipo de metodologia pode incidir-se apenas num caso ou em vários. Diversos estudos de caso permitem investigar diferentes práticas sociais, económicas e ambientais utilizadas pelas empresas de diferentes dimensões e posições na mesma SC automóvel, tornando assim possível identificar quais as práticas que mais influenciam a *performance* da SC. O método de caso de estudo tem três fases distintas: conceção, recolha e análise.

Em relação à análise de conteúdo, esta permite explorar a informação estratégica que existe em documentos organizacionais confluída com análise quantitativa (Tesch, 1990). O objetivo deste tipo de análise é “proporcionar o conhecimento e a compreensão do fenómeno em estudo” (Downe-Wamboldt, 1992). Além disso, projetos de pesquisa longitudinais podem ser implementados devido à disponibilidade de informação empresariais comparáveis ao longo do tempo, tais como relatórios anuais ou revistas comerciais (Kabanoff e Keegan, 2007). Segundo Woodrum (1984), a principal vantagem em utilizar este método de análise é que não é intrusivo e, conseqüentemente, não é afetado pelas tendências ou predisposições de quem o utiliza. Alguns investigadores têm destacado a validade dos relatórios anuais, como os relatórios de

sustentabilidade, porque os executivos da *upper management* despendem bastante tempo a descrevê-los e esboça-los (Barr, Stimpert e Huff, 1992). A análise de conteúdo pode ser realizada em dois níveis: conteúdo manifesto e latente (Woodfrum, 1984; Erdener e Dunn, 1999). O conteúdo manifesto pode ser apreendido e revelado numa série de textos estatísticos e o conteúdo latente foca-se mais no significado conotativo do texto. Neste trabalho, optou-se pelo nível de conteúdo manifesto, uma vez que é feita uma análise a relatórios de sustentabilidade e foram considerados os mais normais indicadores de sustentabilidade (relativos às três dimensões).

5.1. Amostra

As razões que levaram à escolha da indústria automóvel para estudar o tema da sustentabilidade foram algo evidentes: em primeiro, porque existem poucas indústrias a nível mundial que exprimam uma dimensão, diversidade e influência como as que a automóvel apresenta; depois, foram tidas em conta as práticas de gestão, formulários organizacionais e, mais concretamente, as respostas adotadas em relação às pressões ambientais, características que, por si só, já são importantes, mas que atingem outro patamar de relevância pois influenciam muitos outros setores de atividade. Os produtos desta indústria entram diretamente em contacto com o quotidiano da Humanidade, não só por fornecerem mobilidade a milhões de pessoas (através de veículos pessoais ou transportes públicos), mas também relativamente a consequências socio-ambientais como a deterioração da qualidade do ar em zonas urbanas, o contributo para o aquecimento global ou a poluição, ambiental e visual, originada por sucatas que armazenam veículos deteriorados e/ou em final de vida útil (Orsato e Wells, 2007).

Em termos geográficos, optou-se pelo UK (United Kingdom), uma vez que o seu setor automóvel é bastante diversificado e conta com mais de 40 empresas de produção, representando também as fábricas mais produtivas da Europa. Aqui, estão incluídos alguns dos fabricantes de veículos e motores mais conceituados, como Aston Martin, BMW (Bayerische Motoren Werke) – Mini e Rolls-Royce –, Ford, General Motors Vauxhall), Honda, Jaguar Land Rover, Lotus, MG (Morris Garages), Nissan, Toyota e Volkswagen (Bentley), bem como marcas especializadas, nomeadamente McLaren, Morgan e Triumph Motorcycles. Existe também a produção de veículos comerciais por parte dos principais fabricantes, incluindo Dennis Eagle, Wright Bus, Optare e Alexander Dennis, tal como fabricantes especializados em equipamentos de construção e agricultura, designadamente Case New Holland, Caterpillar, J.C. Bamford Excavators Limited, Komatsu, Perkins, Terex e Twaites.

Os dados recolhidos foram obtidos em relatórios de sustentabilidade de 25 empresas do Reino Unido. A tabela seguinte sintetiza o perfil da amostra.

Tabela 5.1 - Listagem das empresas analisadas

#	Identificação da empresa	Atividade principal	Principais produtos/serviços
1	Alexander Dennis	Manufatura de autocarros e <i>autopullmans</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Autocarros (simples, panorâmico, <i>autopullmans</i>)
2	Bentley Motors Limited	Manufatura de automóveis de luxo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mulsanne, Flying Spur, gama Continental, Bentayga
3	Grupo BMW (BMW, Mini, Rolls-Royce)	Manufatura de automóveis, motociclos e motores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Veículos e motores BMW <ul style="list-style-type: none"> ▪ Veículos Mini ▪ Veículos Rolls-Royce
4	Bosch	Desenvolvimento, manufatura e distribuição de componentes automóveis	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peças e acessórios para automóveis <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecnologia automóvel ▪ Serviços (reparações, manutenção, <i>check-up</i>)
5	CabAuto	Manufatura de produtos de interior para veículos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Assentos ▪ Adornos interiores como <i>headliners</i> ou revestimentos das portas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas de porta-malas
6	Caterpillar	<i>Design</i> e manufatura de maquinaria, motores,	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material de construção e mineração ▪ Geradores de energia <ul style="list-style-type: none"> ▪ Acessórios
7	CEVA Logistics	Fornecimento de serviços logísticos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Assistência pós-venda <ul style="list-style-type: none"> ▪ Soluções <i>inbound</i> ▪ Apoio à produção <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pneus
8	DHL/Deutsche Post AG	Serviço mundial de entregas expresso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Serviços expresso ▪ Transporte de carga <ul style="list-style-type: none"> ▪ Soluções para SC <ul style="list-style-type: none"> ▪ Correios
9	Ford Motor Company Limited	Manufatura e distribuição de automóveis	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Veículos de passageiros e comerciais <ul style="list-style-type: none"> ▪ Supercarros
10	General Motors UK Limited (Vauxhall)	Manufatura de automóveis e veículos comerciais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Automóveis <ul style="list-style-type: none"> ▪ Veículos comerciais
11	GKN Driveline Limited	Manufatura de componentes automóveis	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Componentes automóveis
12	Honda (UK) e Honda of the UK Manufacturing Limited	Atividades de fundição, prensagem, soldagem, pintura e montagem de automóveis	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Automóveis <ul style="list-style-type: none"> ▪ Motociclos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Motores ▪ Máquinas corta-relva
13	IBC Vehicles Limited (Vauxhall)	Produção e montagem de carrinhas e veículos comerciais ligeiros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Marca Renault <ul style="list-style-type: none"> ▪ Marca Nissan ▪ Marca Opel/Vauxhall
14	Jaguar Land Rover Limited	<i>Design</i> , desenvolvimento e produção de carros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carros desportivos de luxo <ul style="list-style-type: none"> ▪ Berlinas executivas ▪ Carros <i>off-road</i> (Land Rover)
15	Leyland Trucks	Manufatura de camiões e fornecimento de peças	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Camiões (DAF X6 Euro 6, DAF CF Euro 6, DAF LF Euro 6)

16	Michelin Tyre PLC	Manufatura de pneus para carros, autocarros e camiões	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pneus ▪ Serviços de assistência de viagem (mapas, guias)
17	Nissan Motor Manufacturing (UK) Limited e Nissan Technology Centre Group (Infiniti, Nissan)	Manufatura de veículos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Automóveis ▪ Carros de luxo e alta <i>performance</i> (Infiniti)
18	Optare	<i>Design</i> e manufatura de autocarros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Autocarros (Metrodecker, Versa, Tempo, Solo, Metrocity)
19	PSA Peugeot Citroën Automobiles UK Limited	Manufatura de automóveis e motociclos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carros, carrinhas e motociclos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Peças automóveis ▪ Financiamento ▪ Soluções logísticas
20	Schaeffler	Manufatura de rolamentos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Componentes e sistemas para motores, transmissão e chassis
21	Toyota (GB) PLC e Toyota Motor Manufacturing (UK) Limited (Lexus, Toyota)	Manufatura e montagem de veículos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carros de luxo e híbridos ▪ Vários modelos Toyota (Avensis, Corolla, Auris)
22	Unipart (Unipart Logistics)	Manufatura e fornecimento de serviços logísticos e de consultoria	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Serviços de logística ▪ Consultoria para <i>supply chain</i>
23	Volkswagen Group (UK) Limited (Audi, SEAT, Skoda, Volkswagen)	<i>Design</i> , manufatura e distribuição no setor automóvel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Automóveis e veículos comerciais <ul style="list-style-type: none"> ▪ Motociclos ▪ Motores e turbo maquinaria
24	Volvo Cars UK Limited	Manufatura de veículos de luxo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Veículos desportivos ▪ <i>Coupes</i> e <i>sedans</i>
25	UYT (desde 2015 designada por CovPress Assembly)	“ <i>One stop shop</i> ” para fornecer soluções de engenharia no setor automóvel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Componentes estruturais

5.2. Recolha de dados

Foi realizada uma pesquisa na Internet para reunir relatórios de sustentabilidade publicados por empresas do Reino Unido pertencentes à cadeia de abastecimentos do setor automóvel. Quase todos os relatórios de sustentabilidade que são publicados estão disponíveis nos *websites* das respetivas empresas para que os stakeholders possam ter acesso a eles (Herzig e Godemann, 2012), facultando facilmente informação sobre ações ambientais e sociais empreendidas (Bowers, 2010; Sisaye, 2011). Para além da informação recolhida nas páginas *online* de algumas das empresas, foram também reunidos alguns relatórios que fazem parte de bases de dado coletivas.

Capítulo 6.

Caso de estudo – avaliação da sustentabilidade

Neste capítulo, são apresentados os resultados da avaliação de sustentabilidade levada a cabo através da aplicação da estrutura proposta no Capítulo 4 ao caso de estudo da SC da indústria automóvel do Reino Unido, tendo em conta a metodologia definida e a amostra analisada.

Primeira fase – seleção dos indicadores de sustentabilidade

Os indicadores escolhidos para serem usados nesta investigação encontram-se listados na tabela seguinte.

Tabela 6.1 - Indicadores de sustentabilidade

	Indicador	Unidade de medida	Tipo de indicador
Dimensão económico	Volume de negócios da indústria automóvel	Libra esterlina (milhões)	$I_{1,1}^+$ (quanto maior o valor, melhor)
	Valor acrescentado no setor automóvel	Libra esterlina (milhões)	$I_{2,1}^+$ (quanto maior o valor, melhor)
	Total de veículos novos produzidos	Quantidade	$I_{3,1}^+$ (quanto maior o valor, melhor)
Dimensão ambiental	Total de energia consumida	Gigawatt-hora	$I_{1,2}^-$ (quanto menor o valor, melhor)
	Água consumida por veículo produzido	Metros cúbicos por unidade	$I_{2,2}^-$ (quanto menor o valor, melhor)
	CO ₂ equivalente por veículo produzido	Toneladas	$I_{3,2}^-$ (quanto menor o valor, melhor)
	Resíduos para aterro por veículo produzido	Quilograma por unidade	$I_{4,2}^-$ (quanto menor o valor, melhor)
	Resíduos para reciclagem por veículo produzido	Quilograma por unidade	$I_{5,2}^+$ (quanto maior o valor, melhor)
Dimensão social	Acidentes que resultam em perda de produção	Quantidade	$I_{1,3}^-$ (quanto menor o valor, melhor)
	Dias de formação por funcionário	Quantidade	$I_{2,3}^+$ (quanto maior o valor, melhor)
	Número total de funcionários (em toda a SC)	Quantidade	$I_{3,3}^+$ (quanto maior o valor, melhor)

Estes indicadores foram escolhidos por constarem nas diretrizes da GRI, que são seguidas por 69 por cento das empresas com maior receita a nível mundial (Leszczynska, 2012), e por serem comuns a todos os 25 relatórios de sustentabilidade considerados.

Segunda fase – cálculo da influência dos indicadores

Os pesos associados a cada dimensão sustentável foram obtidos através do método Delphi. O êxito da aplicação desta técnica depende principalmente da escolha cuidadosa e criteriosa dos especialistas (Chan *et al.*, 2001). Neste caso, foram selecionados académicos e profissionais da indústria. Para a identificação e seleção dos primeiros, foi adotada uma abordagem teológica, usando dois critérios: (1) os participantes teriam de apresentar um envolvimento recente em investigações sobre a indústria automóvel e (2) ter um bom conhecimento e compreensão acerca da sustentabilidade. A fim de obter as opiniões mais válidas, foram apenas considerados os que preenchessem os dois critérios. Quanto aos restantes, o critério de escolha recaiu na condição de que os profissionais teriam de trabalhar na *supply chain* do ramo automóvel. Ao todo, 12 especialistas foram convidados a participar neste estudo. Através de *e-mail*, foram enviadas uma série de questões para os académicos/profissionais para reunir informação sobre a perceção que estes têm acerca da importância da sustentabilidade no sector automóvel, mais concretamente em relação às suas três dimensões, a alguns indicadores que foram considerados como pertinentes para a avaliar e também ao seu impacto sobre o desempenho do próprio sector. A primeira ronda de questionários para a aplicação do método Delphi foi enviada para os membros escolhidos no final de Janeiro de 2016. Nesta fase, as questões tinham como objetivo que os especialistas expusessem as respetivas perceções sobre a importância do comportamento social, económico e ambiental das empresas do setor automóvel do Reino Unido. Após receber as 12 respostas, os resultados foram consolidados e apresentados aos inquiridos que, posteriormente, foram solicitados a reconsiderar se gostariam de alterar alguma das escolhas iniciais face à nova informação que dispunham. Todos os questionários foram preenchidos no final de Fevereiro. A ordem de importância das dimensões da sustentabilidade foi então determinada tendo em conta as respostas da segunda ronda através da equação (4.1). Os resultados estão apresentados na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 - Resultados da aplicação da técnica Delphi

	Primeira ronda			Segunda ronda		
	Média	Rank	Peso	Média	Rank	Peso
Dimensão social	2.36	3	0.25	2.42	3	0.23
Dimensão económica	3.15	2	0.34	3.41	2	0.32
Dimensão ambiental	3.89	1	0.41	4.91	1	0.46
Número de participantes	12					
Coefficiente de correlação de Kendall	0.0623			0.669		
Nível de significância	0.025			0.006		

Como se pode observar, a dimensão considerada mais importante foi a ambiental, com um peso de 46%, depois a económica, com 32 % e, por fim, a dimensão social com 23%. É de salientar também que a consistência da hierarquia das dimensões melhorou ligeiramente após a segunda ronda, conforme demonstrado pela variação no valor do coeficiente de correlação de Kendall.

Terceira fase – normalização dos indicadores

Nesta fase, o método Min-Max foi utilizado para normalizar os indicadores escolhidos. As equações (4.4) e (4.5) foram usadas, respetivamente, para os indicadores que apresentam um impacto positivo e para os que apresentam um impacto negativo na sustentabilidade. Posteriormente, normalizaram-se os indicadores através da equação (4.3), de forma a tornar possível a sua integração no índice agregado.

A normalização dos indicadores foi calculada com recurso a uma folha de cálculo da ferramenta Microsoft Excel. Os resultados obtidos encontram-se na tabela 6.3.

Tabela 6.3 - Normalização dos indicadores de sustentabilidade

Ano	Dimensão económica			Dimensão ambiental					Dimensão social		
	$I_{N_{1,1}}^+$	$I_{N_{2,1}}^+$	$I_{N_{3,1}}^+$	$I_{N_{1,2}}^-$	$I_{N_{2,2}}^-$	$I_{N_{3,2}}^-$	$I_{N_{4,2}}^-$	$I_{N_{5,2}}^+$	$I_{N_{1,3}}^-$	$I_{N_{2,3}}^+$	$I_{N_{3,3}}^+$
1999	0.112	0.278	1	n/a	n/a	0.979	0.722	n/a	0.686	n/a	n/a
2000	0.039	0.133	0.803	n/a	n/a	0.866	1	0.743	0.714	0.588	n/a
2001	0.046	0.267	0.616	n/a	n/a	0.850	0.952	1	1	1	n/a
2002	0.126	0.256	0.788	0.998	n/a	0.783	0.854	0.829	0.857	0.591	n/a
2003	0.175	0.233	0.823	1.083	1	0.843	0.727	0.200	0.143	0.234	n/a
2004	0.218	0.267	0.810	0.628	0.308	0.723	0.484	0.200	0.143	0.264	0
2005	0.263	0.267	0.746	0.459	0.538	0.740	0.412	0.143	0	0.180	0.248
2006	0.316	0.333	0.554	0.407	0.154	0.681	0.334	0.171	0.143	0.220	0.346
2007	0.456	0.422	0.669	0.291	0.077	0.644	0.279	0.086	0	0.152	0.617
2008	0.435	0.489	0.559	0.204	0.311	0.438	0.223	0.057	0.071	0.139	0.737
2009	0	0	0	0.198	0.692	0.047	0	0.229	0.429	0.122	1
2010	0.291	0.467	0.339	0.019	0.455	0.122	0.275	0.143	0.286	0.090	0.813
2011	0.582	0.611	0.431	0.110	0.504	0.188	0.383	0.086	0.143	0.063	0.718
2012	0.621	0.544	0.582	0.123	0.258	0.018	0.373	0.057	0.069	0.044	0.736
2013	0.849	0.900	0.638	0.147	-0.019	0.291	0.310	0.050	0.132	0.011	0.681
2014	1	1	0.661	-0.001	0.652	0.475	0.157	-0.001	0.082	-0.001	0.765

Quarta fase – escolha do método de agregação

Conforme referido anteriormente, o método de agregação escolhido foi o SAW.

Quinta fase – determinação dos subíndices por dimensão

Os pesos foram calculados na segunda fase e os indicadores normalizados na fase seguinte, o que permite que os subíndices de sustentabilidade possam ser calculados para cada uma das dimensões através da equação (4.6). No que toca ao subíndice económico, uma vez que os três indicadores escolhidos têm um impacto positivo na respetiva dimensão sustentável, o termo $\sum_i I_{N_{i,1}}^-$ da equação supracitada não é considerado. Posto isto, o subíndice foi calculado através de uma nova fórmula (6.1). A Tabela 6.4 indica os resultados obtidos.

$$I_{S_1} = \sum_i I_{N_{i,1}}^+ \quad (6.1)$$

Tabela 6.4 - Determinação do índice de sustentabilidade económica I_{S_1}

Ano	Dimensão económica			Índice
	Indicadores			
	$I_{N_{1,1}}^+$	$I_{N_{2,1}}^+$	$I_{N_{3,1}}^+$	$I_{S_1} = \sum_i I_{N_{i,1}}^+$
1999	0.112	0.278	1	1.390
2000	0.039	0.133	0.803	0.975
2001	0.046	0.267	0.616	0.929
2002	0.126	0.256	0.788	1.170
2003	0.175	0.233	0.823	1.232
2004	0.218	0.267	0.810	1.294
2005	0.263	0.267	0.746	1.276
2006	0.316	0.333	0.554	1.203
2007	0.456	0.422	0.669	1.548
2008	0.435	0.489	0.559	1.483
2009	0	0	0	1.376
2010	0.291	0.467	0.339	1.097
2011	0.582	0.611	0.431	1.624
2012	0.621	0.544	0.582	1.748
2013	0.849	0.900	0.638	2.387
2014	1	1	0.661	2.661

Quanto à dimensão ambiental, tendo em conta os relatórios das 25 empresas, 4 dos indicadores escolhidos foram identificados com um impacto negativo na sustentabilidade (total de energia consumida, água consumida por veículo produzido, CO₂ equivalente por veículo produzido e resíduos para aterro por veículo produzido) e apenas 1 com impacto positivo (resíduos para reciclagem por veículo produzido). Neste caso, não foi necessário adaptar a equação. Os resultados do subíndice ambiental estão assinalados na tabela seguinte:

Tabela 6.5 - Determinação do índice de sustentabilidade ambiental I_{S_2}

Ano	Dimensão ambiental					$I_{S_2} = \left(\sum_i I_{N_{i,2}}^+ - \sum_i I_{N_{i,2}}^- \right)$	
	Indicadores						Índices
	$I_{N_{1,2}}^-$	$I_{N_{2,2}}^-$	$I_{N_{3,2}}^-$	$I_{N_{4,2}}^-$	$I_{N_{5,2}}^+$		
1999	n/a	n/a	0.979	0.722	n/a	-1.408	
2000	n/a	n/a	0.866	1	0.743	-3.045	
2001	n/a	n/a	0.850	0.952	1	-2.952	
2002	0.998	n/a	0.783	0.854	0.829	-3.131	
2003	1.083	1	0.843	0.727	0.200	-1.304	
2004	0.628	0.308	0.723	0.484	0.200	-1.091	
2005	0.459	0.538	0.740	0.412	0.143	-0.487	
2006	0.407	0.154	0.681	0.334	0.171	-0.522	
2007	0.291	0.077	0.644	0.279	0.086	0.100	
2008	0.204	0.311	0.438	0.223	0.057	0.246	
2009	0.198	0.692	0.047	0	0.229	0.221	
2010	0.019	0.455	0.122	0.275	0.143	0.020	
2011	0.110	0.504	0.188	0.383	0.086	0.043	
2012	0.123	0.258	0.018	0.373	0.057	0.193	
2013	0.147	-0.019	0.291	0.310	0.050	0.177	
2014	-0.001	0.652	0.475	0.157	-0.001	0.527	

Tal como o anterior, o índice social foi obtido através de indicadores que apresentam os dois tipos de impacto (dois positivo e um negativo) pelo que se utilizou a equação (4.6) na sua forma original. Os resultados encontram-se listados na tabela seguinte.

Tabela 6.6 - Determinação do índice de sustentabilidade social I_{S_3}

Dimensão social				
Indicadores				Índice
Ano	$I_{N_{1,3}}^-$	$I_{N_{2,3}}^+$	$I_{N_{3,3}}^+$	$I_{S_3} = \left(\sum_i I_{N_{i,3}}^+ - \sum_i I_{N_{i,3}}^- \right)$
1999	0.686	n/a	n/a	0.979
2000	0.714	0.588	n/a	0.866
2001	1	1	n/a	0.850
2002	0.857	0.591	n/a	-0.215
2003	0.143	0.234	n/a	0.760
2004	0.143	0.264	0	1.351
2005	0	0.180	0.248	1.200
2006	0.143	0.220	0.346	1.089
2007	0	0.152	0.617	0.936
2008	0.071	0.139	0.737	0.642
2009	0.429	0.122	1	0.245
2010	0.286	0.090	0.813	0.141
2011	0.143	0.063	0.718	0.298
2012	0.069	0.044	0.736	0.141
2013	0.132	0.011	0.681	0.437
2014	0.082	-0.001	0.765	0.474

Sexta fase – determinação do índice de sustentabilidade da cadeia de abastecimento

Após o cálculo dos três subíndices referentes às dimensões económica, ambiental e social, foi possível determinar o índice de sustentabilidade para a cadeia de abastecimento da indústria automóvel do Reino Unido. Para isso, utilizou-se a equação (4.7), agregando os três subíndices ponderados num único valor, através do método SAW, para cada um dos dezasseis anos analisados. Os resultados obtidos podem ser consultados na Tabela 6.7 que se encontra na página seguinte.

Tabela 6.7 - Determinação do índice de sustentabilidade da cadeia de abastecimento $I_{S_j}^{Global}$

Supply chain				
Subíndices				Índice global
Ano	I_{S_1}	I_{S_2}	I_{S_3}	$I_{S_j}^{Global} = \sum_j I_{S_j} w_j$
1999	1.390	-1.408	0.979	0.022
2000	0.975	-3.045	0.866	-0.889
2001	0.929	-2.952	0.850	-1.325
2002	1.170	-3.131	-0.215	-1.115
2003	1.232	-1.304	0.760	-0.031
2004	1.294	-1.091	1.351	0.223
2005	1.276	-0.487	1.200	0.460
2006	1.203	-0.522	1.089	0.395
2007	1.548	0.100	0.936	0.756
2008	1.483	0.246	0.642	0.735
2009	1.376	0.221	0.245	0.598
2010	1.097	0.020	0.141	0.392
2011	1.624	0.043	0.298	0.608
2012	1.748	0.193	0.141	0.681
2013	2.387	0.177	0.437	0.946
2014	2.661	0.527	0.474	1.203

Capítulo 7.

Resultados obtidos e sua discussão

Após a determinação dos índices de sustentabilidade no capítulo anterior, é possível destacar alguns resultados.

No que concerne à dimensão económica, tendo em conta o horizonte temporal da pesquisa, pode observar-se que, para além de algumas oscilações em alguns dos anos, o índice de sustentabilidade económica apresenta uma tendência crescente, principalmente após o ano de 2010, conforme descrito na figura seguinte:

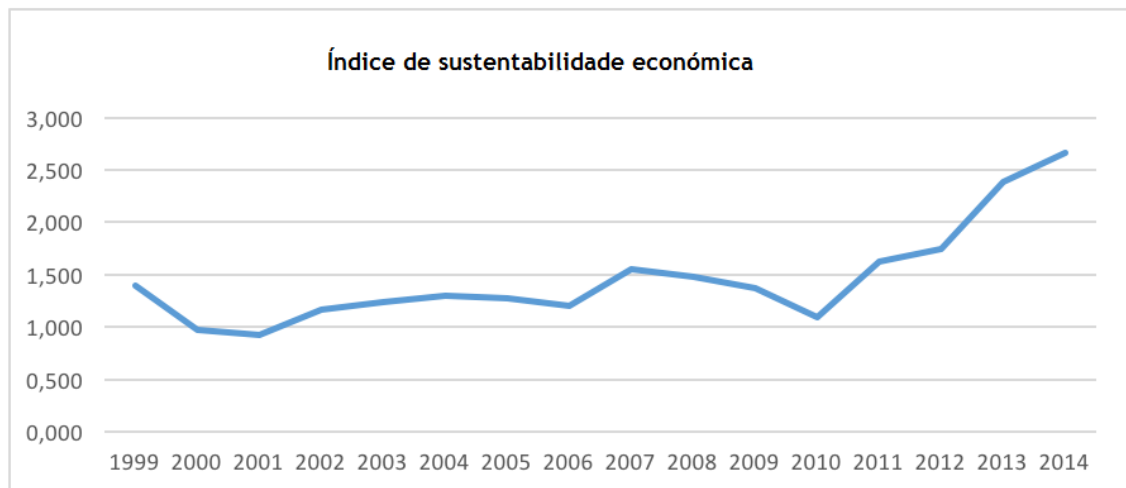


Figura 7.1 - Evolução do índice de sustentabilidade económica

Esta evolução está associada com os comportamentos dos três indicadores escolhidos para constituir a dimensão económica, que podem ser justificados com políticas governamentais que, depois da redução nas vendas de automóveis a partir de 2007, introduziram novas medidas temporárias, como financiamento de instalações, bônus para a substituição de veículos velhos por novos ou empréstimos, garantias de empréstimos e subsídios para empresas em dificuldades. Segundo a OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2010), como contramedida, os governos exigiram a produção de automóveis mais eficientes em termos energéticos. Estas medidas contribuíram para melhorar a sustentabilidade económica da cadeia de abastecimentos do setor automóvel do UK. Com impacto contrário, o excesso de modelos, estilos de carroçaria e variantes de automóveis afetaram negativamente a performance económica dessa indústria (Wells, 2013). Para combater esse problema, a indústria automóvel adotou algumas estratégias, tais como: (1) globalização como uma forma de expandir o mercado; (2) a consolidação para a partilha de custos com um número elevado

de marcas e modelos e (3) estruturas operacionais para reduzir os custos de produção. As estratégias foram escolhidas e postas em prática principalmente depois de 2010, daí a evolução verificada na Figura 7.1.

Em relação ao índice ambiental, como se observa na Figura 7.2, a evolução da dimensão sustentável associada foi muito positiva, apresentando uma tendência crescente considerável a partir do ano de 2002. Antes de 2006, o índice apresenta um comportamento negativo; posteriormente, foi adotado um comportamento amigo do ambiente que se traduz numa progressão positiva até 2014. Isto significa que, durante o período considerado, os 4 indicadores com impacto negativo diminuíram e o indicador que reflete um comportamento ambiental mais consciente progrediu.

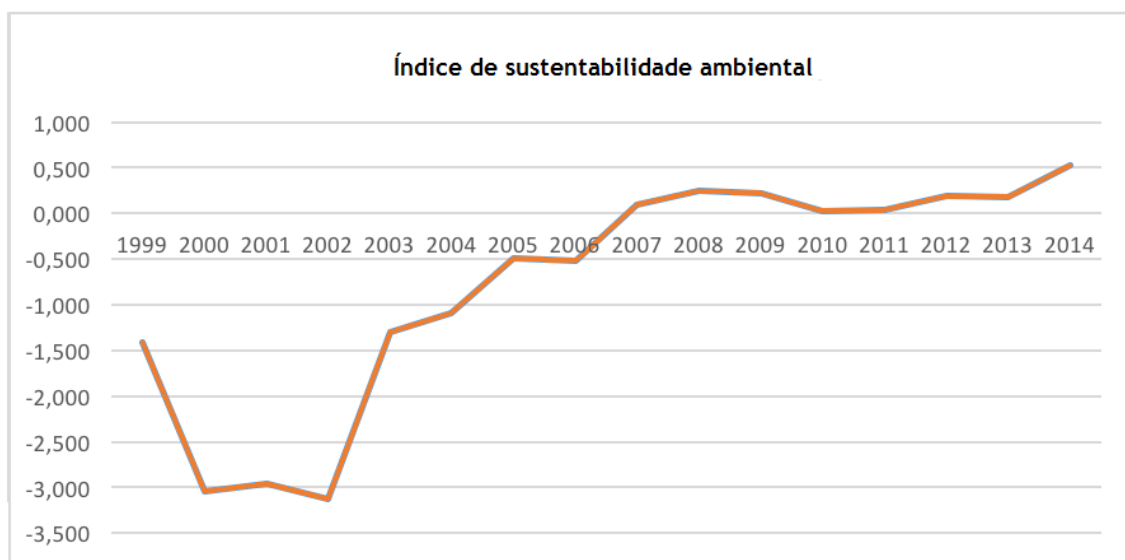


Figura 7.2 - Evolução do índice de sustentabilidade ambiental

A crescente preocupação da indústria automóvel do Reino Unido com o impacto negativo das suas ações no meio-ambiente tornou-se uma prioridade. Segundo Wells e Nieuwenhuis (2012), a indústria automóvel constitui uma das maiores consumidoras de matérias-primas como aço, alumínio, plástico, ligas de magnésio, bem como uma quantidade bastante significativa de outros materiais, como borracha e cobre. Estes materiais podem ser reciclados mas, atualmente, apenas uma porção reduzida passa por esta transformação para voltar a ser aplicada em veículos; a maior parte é deitada fora ou sofre um processo de *downcycling*, que consiste na recuperação de um material para ser reutilizado num produto de menor valor ou exigência técnica. Além disto, a eficiência do combustível nos automóveis contemporâneos é uma função da eficiência térmica do motor e da cadeia cinemática, e a conceção global dos veículos, nomeadamente a nível de peso e aerodinâmica, também contribui para a poupança de combustível e, conseqüentemente, do desempenho ambiental.

Tendo em conta os indicadores sociais escolhidos, a indústria automóvel do Reino Unido apresenta um comportamento social bastante irregular, conforme indicado na Figura 7.3. As principais preocupações com fatores sociais consideradas neste subíndice ocorrem entre 2002 e 2004. Isto significa que houve uma diminuição no número de acidentes que resultam em perdas de produção e um aumento no número de dias de formação por trabalhador e no número total de funcionários ao longo de toda a cadeia de abastecimentos. Depois desse pico, a tendência foi decrescente até 2010, tendo-se registado um pequeno crescimento a partir de 2012.

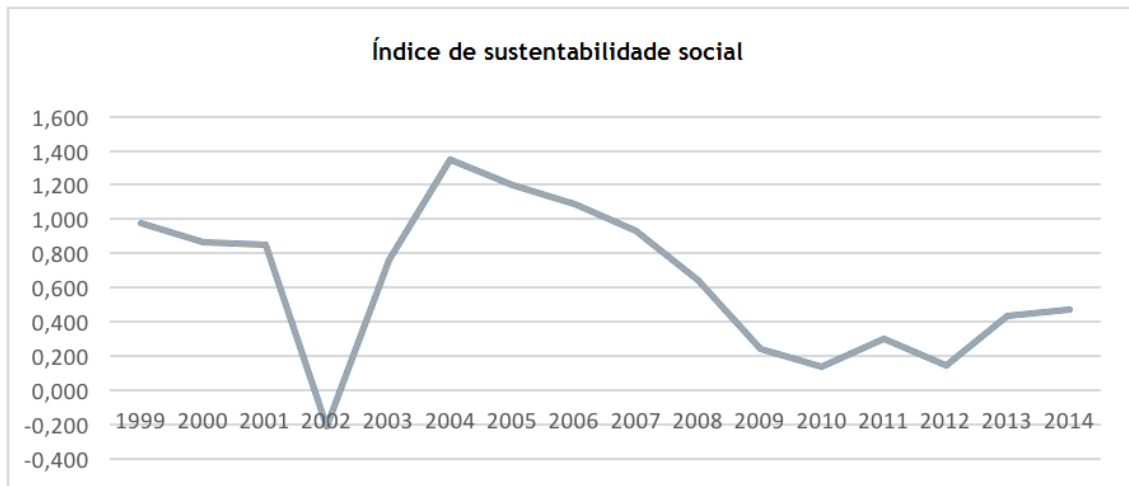


Figura 7.3 - Evolução do índice de sustentabilidade social

Apesar de a indústria automóvel ter realizado progressos consideráveis em termos de trabalho e práticas, estes ficam ainda aquém do que seria espetável. Além disso, a empregabilidade não é estável. Muitas empresas introduziram um vasto leque de acordos de 'flexibilidade' com os seus funcionários. Segundo Wells, 2013, um dos principais problemas passa pela dimensão das fábricas que obriga a que o trabalho e a riqueza gerados sejam concentrados numa determinada localização, o que se traduz na dependência que algumas cidades apresentam na produção de automóveis.

Relativamente ao índice de sustentabilidade global para a cadeia de abastecimentos do setor automóvel do Reino Unido, constara-se que, no geral, houve uma mudança positiva ao longo dos 16 anos considerados. Durante os primeiros anos do século, esta indústria inquietava-se essencialmente com questões de índole ambiental. Desde 2004, foram observadas melhorias no comportamento sustentável que se refletem num desenvolvimento positivo do índice. O ano de 2009 não foi tão bom como os que lhe antecederam e sucederam, representando um decréscimo no valor do índice para esse período. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 7.

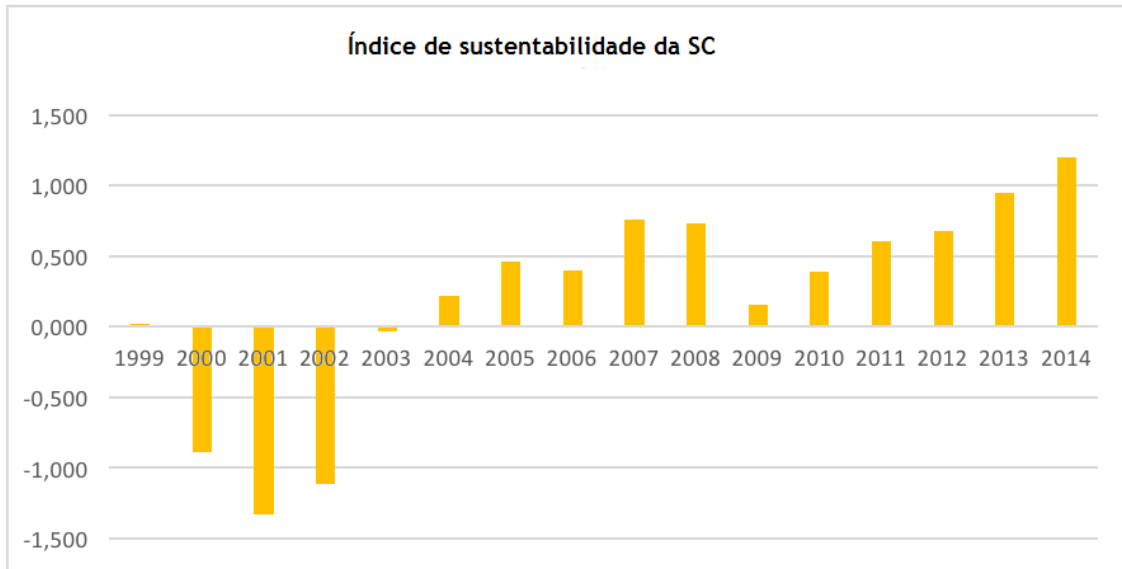


Figura 7.4 - Evolução do índice de sustentabilidade da SC

Por fim, a imagem seguinte compara a evolução dos subíndices económico, social e ambiental e o índice global para a cadeia de abastecimento:

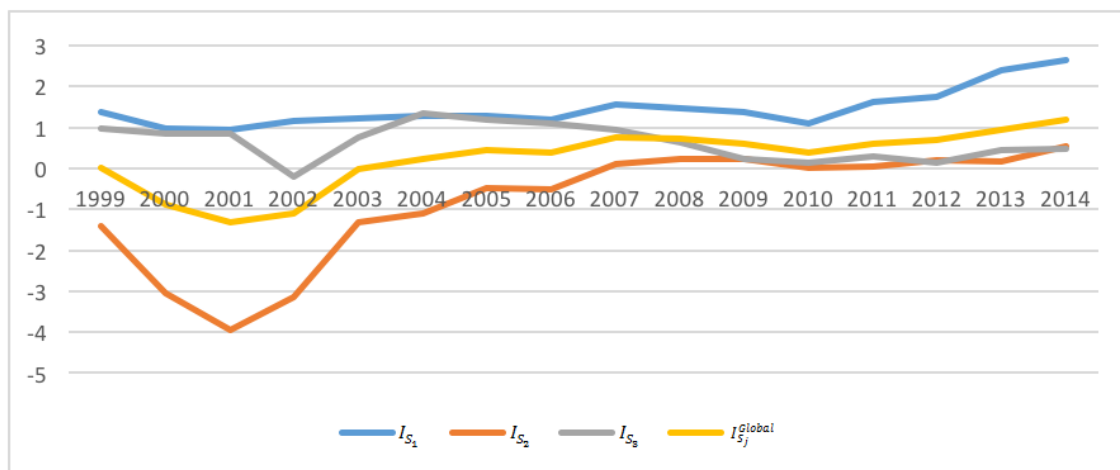


Figura 7.5 - Comparação da evolução dos três subíndices e do índice global

Atendendo à figura, comprova-se que o comportamento da *supply chain* automóvel do Reino foi melhorando ao longo dos anos considerados. A dimensão ambiental apresenta os piores valores, sendo estes negativos entre 1999 e 2004. Posteriormente, o desempenho ambiental melhorou, superando ligeiramente o desempenho social nos anos de 2012 e 2014. O índice económico apresenta sempre os melhores resultados, tirando em 2004, quando a sustentabilidade social atingiu o seu valor mais elevado. Convém sublinhar que este comportamento sustentável é influenciado pelos indicadores utilizados, pela ponderação de cada dimensão levada a cabo pelos especialistas selecionados e pelo tipo de empresas investigadas.

Capítulo 8.

Conclusões

O tema da sustentabilidade tem sido alvo de muita consideração, quer por parte de académicos e investigadores, quer por empresários e gerentes de diversos setores, tendo-se tornado assunto estratégico não só para os países mas também para as empresas individuais e cadeias de abastecimento.

Muitas vezes, as empresas não se preocupam com as dimensões social e ambiental da sustentabilidade muito por culpa do modo como encaram a responsabilidade social empresarial de forma genérica. As abordagens existentes para iniciativas ambientais e sociais são exíguas, pouco robustas e não têm ligação com a estratégia empresarial, o que pode culminar em que alguns objetivos sociais, ambientais e económicos tenham de ser preteridos em função de outros. Em vez desta abordagem, as empresas devem interligar explicitamente os objetivos referentes a cada uma das dimensões da sustentabilidade numa perspetiva mais ampla, de forma a garantir um compromisso total, *a capite ad calcem*, com a perspetiva TBL, para assegurarem a continuidade dos respetivos negócios sem que isso prejudique de forma negativa os sistemas sociais e ecológicos.

Nesta dissertação, o principal objetivo passava pela avaliação da sustentabilidade da cadeia de abastecimentos da indústria automóvel do Reino Unido, através de uma estrutura adaptada do índice de sustentabilidade proposto por Salvado *et al.* (2015). O índice apresentado resultou da agregação de indicadores económicos, sociais e ambientais e considera que as dimensões não têm todas a mesma importância. Os diferentes pesos foram escolhidos utilizando a técnica Delphi com um painel formado por académicos e especialistas da indústria automóvel. Esta metodologia permitiu ajustar o índice para a realidade industrial e fez com que a sua construção fosse um processo mais dinâmico. Desta forma, os gestores podem utilizar o índice como ferramenta para ajudar na tomada de decisão e ajustar o comportamento sustentável das respetivas *supply chains*, melhorando os desempenhos económicos, sociais e ambientais. Além disso, a estrutura proposta é bastante flexível, sendo possível ajustar o índice para a realidade da SC ao escolher diferentes indicadores e utilizar outros profissionais para avaliar o peso dos mesmos. Depois de estabilizado o índice, pode ser realizada uma análise de *benchmarking* de forma a identificar o critério com o melhor e o pior desempenho, para cada uma das dimensões.

Atendendo aos resultados obtidos com a aplicação do índice, é possível afirmar que a sustentabilidade da SC da indústria automóvel do UK melhorou ao longo da última década. Durante os primeiros anos do século, este setor estava mais preocupado com questões económicas, especialmente o volume de negócios, valor acrescentado e número de carros

produzidos. A partir de 2002, observou-se uma melhoria na sustentabilidade, tendo contribuído para esta tendência uma maior preocupação sobre as questões ambientais que reflete novos comportamentos em termos de energia utilizada, água despendida por veículo, equivalência em dióxido de carbono por veículo produzido, resíduos para aterro por veículo produzido e resíduos para reciclagem por veículo produzido. A abordagem utilizada permite retirar outras informações mais concretas sobre o comportamento sustentável da SC estudada, considerando a integração das três dimensões da sustentabilidade.

Apesar das vantagens em usar este índice, este apresenta algumas limitações, como a seleção dos diferentes indicadores. Esta deveria ter sido realizada com a colaboração de *stakeholders* importantes, como organizações não-governamentais, produtores de combustíveis, associações de consumidores, grossistas, entre outros. Também para permitir uma melhor escolha dos indicadores, teria sido pertinente comparar a informação recolhida nos relatórios de sustentabilidade com dados de outras fontes, nomeadamente com questionários aos gestores de recursos humanos, aos gestores financeiros e aos gestores de produção das empresas analisadas. Além disso, os relatórios anuais têm vindo a ser criticados em pesquisas relacionadas com a forma como os gestores interagem com a envolvente, uma vez porque são considerados como sendo parte de estratégias de comunicação realizadas por executivos do *upper management* com *stakeholders* externos (Arndt e Bigelow, 2000). Outra restrição tem a ver com o facto desta estrutura só se ajustar à indústria automóvel, uma vez que os indicadores escolhidos foram identificados de relatórios de sustentabilidade, bem como os profissionais não académicos que participaram no processo Delphi, pertenciam a esse setor.

Embora este trabalho tenha sido capaz de provar a viabilidade da abordagem considerada, propõe-se como trabalho futuro a elaboração de um índice mais geral, para aplicação a casos de estudo que envolva várias empresas de diferentes indústrias.

Referências bibliográficas

- Adriyendi; (2015). “Multi-attribute decision making using simple additive weighting and weighted product in food choice”. *I.J. Information Engineering and Electronic Business*, Vol. 6: pp. 8-14.
- Afshari, A.; Mojahed M.; Yusuff, R. M.; (2010). “Simple additive weighting approach to personnel selection problem”. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, Vol. 1 (5): pp. 511-515.
- Ahi, P.; Searcy, C.; (2013). “A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management”. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 52: pp. 329-341.
- Ameer, R.; Othman, R.; (2012). “Sustainability practices and corporate financial performance: A study based on the top global corporations. *Journal of Business Ethics*, Vol. 108 (1): pp. 61-79.
- Arndt, M.; Bigelow B.; (2000). “Presenting structural innovation in an institutional environment: Hospitals’ use of impression management”. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 45: pp. 494-522.
- Ashby, A.; Leat, M.; Hudson-Smith, M.; (2012). “Making connections: A review of supply chain management and sustainability literature”. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 17 (5): pp. 497-516.
- Azapagic, A.; (2004). “Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry”. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 12 (6): pp. 639-662.
- Azapagic, A.; Perdan, S.; (2000). “Indicators of sustainable development for industry: A general framework”. *Trans IChemE*, Vol. 78. (Part B): pp. 243-261.
- Azapagic, A.; Stamford, L.; Youds, L.; Barteczko-Hibbert, C.; (2016). “Towards sustainable production and consumption: A novel DEcision-Support framework IntegRating Economic, Environmental and Social Sustainability (DESIREs)”. *Computers & Chemical Engineering*. Vol. 9: pp. 93-103.
- Azevedo, S. G.; Carvalho, H.; Cruz-Machado, V.; (2011). “A proposal of LARG supply chain management practices and a performance measurement system”. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, Vol. 1 (1): pp. 7-14.
- Azevedo, S. G.; Carvalho, H.; Cruz-Machado, V.; (2013). “Using interpretive structural modelling to identify and rank performance measures: An application in the automotive supply chain”. *Baltic Journal of Management*, Vol. 8 (2): pp. 208-230.
- Azevedo, S. G.; Cruz-Machado, V.; Hofstetter, J. S.; Cudney, E. A.; Yihui, T.; (2013). “Importance of green and resilient SCM practices for the competitiveness of the automotive industry: A multinational perspective”. In S. M. Gupta (Ed.), *Reverse Supply Chains: Issues and Analysis* (Chap. 9: pp. 229-252). Boca Raton, FL, USA: CRC Press.

- Azevedo, S. G.; Govindan, K.; Carvalho, H.; Cruz-Machado, V.; (2012). "An integrated model to assess the leanness and agility of the automotive industry". *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 66: pp. 85-94.
- Azevedo, S. G.; Govindan, K.; Carvalho, H.; Cruz-Machado, V.; (2013). "Ecosilient index to assess the greenness and resilience of the upstream automotive supply chain". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 56: pp. 131-146.
- Babcicky, P.; (2013), "Rethinking the foundations of sustainability measurement: The limitations of the Environmental Sustainability Index (ESI)", *Social Indicators Research*, Vol. 113 (1): pp. 133-157.
- Bansal, P.; (2005). "Evolving sustainably: A longitudinal study of corporate sustainable development". *Strategic Management Journal*, Vol. 26 (3): pp. 197-218.
- Barr, P.; Stimpert, J.; Huff, A. S.; (1992). "Cognitive change, strategic action, and organizational renewal". *Strategic Management Journal*, Vol. 13: pp. 15-36.
- Bautista, S.; Enjolras, M.; Narvaez, P.; Camargo, M.; Morel L.; (2016). "Biodiesel-triple bottom line (TBL): A new hierarchical sustainability assessment framework of principles criteria & indicators (PC&I) for biodiesel production. Part II-validation". *Ecological Indicators*, Vol. 69: pp. 803-817.
- Beloff, B. R.; Tanzil, D.; (2006). "Assessing impacts: overview on sustainability indicators and metrics". *Environmental Quality Management*, Vol. 15 (4): pp.41-56.
- Berns, M.; Townend, A.; Khayat, Z.; Balagopal, B.; Reeves, M.; Hopkins, M; Kruschwitz, N.; (2009). "Sustainability and Competitive Advantage". *MIT Sloan Management Review*, Vol. 51 (1): pp. 19-26.
- Beske, P.; Seuring, S.; (2014). "Putting sustainability into supply chain management". *Supply Chain Management*, Vol. 19 (3): pp. 322-331.
- Böhringer, C.; Jochem, P. E. P.; (2007). "Measuring the immeasurable – A survey of sustainability indices". *Ecological Economics*, Vol. 63(1): pp- 1-8.
- Bowen, F. E.; Cousins, P. D.; Lamming, R. C.; Faruk, A. C.; (2001). "The role of supply management capabilities in green supply". *Production and Operations Management*, Vol. 10 (2): pp. 174-189.
- Bowers, T.; (2010). "From image to economic value: a genre analysis of sustainability reporting", *Corporate Communications: An International Journal*, Vol. 15 (3): pp. 249-262.
- Briassoulis, H.; (2001). "Sustainable development and its indicators: Through a (Planner's) Glass Darkly". *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 44 (3): pp. 409-427.
- Camarillo, M.; Stringfellow, W. T; Jue, M. B; Hanlon, J. S.; (2012). "Economic sustainability of a biomass energy project located at a dairy in California, USA". *Energy Policy*, Vol. 48: p. 790.
- Caniëls, M. C. J.; Gehrsitz, M. H.; Semeijn, J.; (2013). "Participation of suppliers in greening supply chains: An empirical analysis of German automotive suppliers". *Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 19 (3): pp 134-143.

- Carter, C. R.; Rogers, D. S.; (2008). "A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory". *International Journal of Physical*, Vol. 38 (5): pp. 360-387.
- Chan, A. P. C.; Yung, E.; Lam, P. T. I.; Tam, C. M.; Cheung S. O.; (2001). "Application of Delphi method in selection of procurement systems for construction projects". *Construction Management and Economics*, Vol. 19 (7): pp. 699-718.
- Cherchye, L.; Moesen, W.; Rogge, N.; Puyenbroeck, T. V.; (2007). "An introduction to 'benefit of the doubt' composite indicators". *Social Indicators Research*, Vol. 82 (1): pp. 111-145.
- Christofi, A.; Christofi, P.; Sisaye, S.; (2012). "Corporate sustainability: historical development and reporting practices". *Management Research Review*, Vol. 35 (2): pp. 157-172.
- Clift, R.; (2003). "Metrics for supply chain sustainability". *Clean Technologies and Environmental Policy*, Vol. 5 (3): pp. 240-247.
- Clivillé, V.; Berrah, L.; (2012). "Overall performance measurement in a supply chain: Towards a supplier-prime manufacturer based model". *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 23 (6): pp. 2459-2469.
- Colicchia, C.; Melacini, M.; Perotti, S.; (2011). "Benchmarking supply chain sustainability: Insights from a field study". *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 18 (5): pp. 705-732.
- Cortez, M. A. A.; Cudia, C. P.; (2010). "The impact of environmental innovations of financial performance: The case of Japanese automotive and electronics companies". *Journal of International Business Research*, Vol. 9 (Sp. 1): pp. 33-46.
- Costanza, R.; Patten, B. C.; (1995). "Defining and predicting sustainability". *Ecological Economics*, Vol. 15 (3): pp. 193-196.
- Delai, I.; Takahashi, S.; (2011). "Sustainability measurement system: A reference model proposal". *Social Responsibility Journal*, Vol. 7 (3): pp. 438-471.
- Delai, I.; Takahashi, S.; (2013). "Corporate sustainability in emerging markets: Insights from the practices reported by the Brazilian retailers". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 47: pp. 211-221.
- Diabat, A.; Khodaverdi, R.; Olfat, L.; (2013). "An exploration of green supply chain practices and performances in an automotive industry". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 68 (1): pp. 949-961.
- Dos Santos, S. F.; Brandi, H. S.; (2015). "Model framework to construct a single aggregate sustainability indicator: an application to the biodiesel supply chain". *Clean Technologies and Environmental Policy*, Vol. 7 (3): pp. 438-471.
- Downe-Wamboldt, B.; (1992). "Content analysis: Method, applications, and issues". *Health Care for Women International*, Vol. 13: pp. 313-321.
- Eccles, R. G.; Ioannou, I.; Serafeim, G.; (2012). "The impact of corporate sustainability on organizational processes and performance". *Management Science*, Vol. 60 (1): pp. 2835-2857.
- Elkington, J.; (1994). "Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development". *California Management Review*, Vol. 36 (2): pp. 90-100.

- Erdener, C.B.; Dunn, C.P.; (1990). "Content analysis". In A.S. Huff (Ed.), *Mapping strategic thought* (pp. 291-300). Chichester: John Wiley.
- Erol, I; Sencer, S.; Sari, R.; (2011). "A new fuzzy multi-criteria framework for measuring sustainability performance of a supply chain". *Ecological Economics*, Vol. 70 (6): pp. 1088-1100.
- ETHOS; (2007). "ETHOS indicators on corporate social responsibility". Disponível em: <http://www3.ethos.org.br/> (consultado em Dezembro de 2016).
- Fairfield, K.; Harmon, J.; Behson, S.; (2011). "Influences of the organizational implementation of sustainability: An integrative model". *Organization Management Journal*, Vol. 8 (1): pp. 4-20.
- Fischer, J.; Manning, A. D.; Steffen, W.; Rose, D. B.; Daniell, K.; Felton, A.; Garnett, S. T.; Gilna, B.; Heinson, R.; Lindenmayer, D. B.; Macdonald, B.; Mills, F.; Newell, B.; Reid, J.; Robin, L.; Sherren, K.; Wade, A.; (2007). "Mind the sustainability gap". *TRENDS in Ecology and Evolution*, Vol. 22 (12): pp. 621-624.
- Förster, B.; (2015). "Technology foresight for sustainable production in the German automotive supplier industry". *Technological Forecast and Social Change*, Vol. 92: pp. 237-248.
- Garg, P.; (2015). "Impact of sustainability reporting on firm performance of companies in India". *International Journal of Marketing & Business Communication*, Vol. 4 (3): pp. 38-45.
- Gasparatos A.; El-Haram, M.; Horner, M.; (2008). "A critical review of reductionist approaches for assessing the progress towards sustainability". *Environmental Impact Assess Review*, Vol. 28 (4/5): pp. 286-311.
- Gimenez, C. T.; Tachizawa, E. M.; (2012). "Extending sustainability to suppliers: A systematic literature review". *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 17 (5): pp. 531-543.
- Gladwin, T. N.; Kennelly, J. J.; Krause, T.; (1995). "Shifting paradigms for sustainable development: Implications for management theory and research". *Academy of Management Review*, Vol. 20 (4): pp. 874-907.
- Goodland, R.; Daly, H.; (1996). "Environmental sustainability: Universal and non-negotiable". *Ecological Applications*, Vol. 6 (4): pp. 1002-1017.
- Gopal, P. R. C.; Thakkar, J.; (2012). "A review on supply chain performance measures and metrics: 2000-2011". *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 61 (5): pp. 518-547.
- Gopal, P. R. C.; Thakkar, J.; (2016). "Sustainable supply chain practices: An empirical investigation on Indian automobile industry". *Production Planning & Control: The Management of Operations*, Vol. 27 (1): pp. 49-64.
- Gray, R. H.; Milne, M.; Buhr, N.; (2014). "Histories, rationales, voluntary standards and future prospects or sustainability reporting: CSR, GRI, IIRC and beyond, sustainability accounting and accountability. In J. Bebbington, J. Unerman, and B. O'Dwyer (Eds.). London: Routledge, pp. 51-71.

- GRI (Global Reporting Initiative); (2013). “G4 Sustainability Reporting Guidelines – Reporting Principles and Standard Disclosures”. Disponível em: <https://www.globalreporting.org/> (consultado em Dezembro de 2016).
- Gunasekaran, A.; Spalanzani, A.; (2011). “Sustainability of manufacturing and services: Investigation for research and applications”. *International Journal Production Economics*, Vol. 140 (1): pp. 35-47.
- Günther, H.-O.; Kannegiesser, M.; Autenrieb, N.; (2015). “The role of electric vehicles for supply chain sustainability in the automotive industry”. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 90: pp. 220-233.
- Hai, L. T.; Hai, P. H.; Ha, P. T. T.; Ha, N. M.; Dai, L. T.; Hoa, P.V.; Huan, N. C.; Cam, L. V.; (2014). “A System of sustainability indicators for the province of Thai Binh, Vietnam”. *Social Indicators Research*, Vol. 116 (3): pp. 661-679.
- Harris, J.; Wise, T.; Gallagher, K.; Goodwin, N.; (2001). “A survey of sustainable development: Social and economic dimensions”. Washington, DC, USA: Island Press.
- Hatefi, S. M.; Torabi, S. A.; (2010). “A common weight MCDA-DEA approach to construct composite indicators”. *Ecological Economics*, Vol. 70 (1): pp. 114-120.
- Hedberg, C.-J.; Malmborg, F.; (2003). “The global reporting initiative and corporate sustainability reporting in Swedish companies”. *Corporate Social and Environmental Management*, Vol. 10: pp. 153-164.
- Hervani, A. A.; Helms, M. M.; Sarkis, J.; (2005). “Performance measurement for green supply chain management”. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 12 (4): pp. 330-353.
- Herzig, C.; Godemann, J.; (2010). “Internet-supported sustainability reporting: Developments in Germany”. *Management Research Review*, Vol. 33: pp. 1064-1082.
- Hutchins, M. J.; Sutherland, J. W.; (2008). “An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions”. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16 (15): pp. 1688-1698.
- IChemE (Institution of Chemical Engineers); (2002). “The sustainability metrics”. Disponível em: <https://www.icheme.org/> (consultado em Fevereiro de 2016).
- Israel, D.; (2009). *Data Analysis in Business Research: A Step-By-Step Nonparametric Approach*, Sage Publications Pvt. Ltd.
- Jabareen, Y.; (2008). “New conceptual framework for sustainable development”. *Environment, Development and Sustainability*, Vol. 10 (2): pp. 179-192.
- Jayal, A. D.; Badurdeen, F.; Dillon Jr., O. W.; Jawahir, I.S.; (2010). “Sustainable manufacturing: Modelling and optimization challenges at the product, process and system levels”. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Vol. 2 (3): pp. 144-152.
- Kabanoff, B.; Keegan, J.; (2007). “Studying Strategic cognition by content analysis of annual reports: A validation involving firm Innovation”. In R. Chapman (Ed.), *Proceedings Managing Our Intellectual and Social Capital: 21st ANZAM 2007 Conference* (pp. 1-14). Sydney, Australia.

- Kang, S. M.; Kim, M. S.; Lee, M.; (2002). "The trends of composite environmental indexes in Korea". *J. Environmental Management*, Vol. 64 (2): pp. 199-206.
- Kannegiesser, M.; Günther, H.-O.; (2014) "Sustainable development of global supply chains—part 1: Sustainability optimization framework". *Flexible Services and Manufacturing Journal*, Vol. 26 (1): pp. 24-47.
- Kannegiesser, M.; Günther, H.-O.; Gylfason, O.; (2014). "Sustainable development of global supply chains—part 2: Investigation of the European automotive industry". *Flexible Services and Manufacturing Journal*, Vol. 26 (1): pp. 48-68.
- Kapur, N.; Dhanrajani, S.; (2013). "Sustainability of Indian public sector banks & housing finance corporations through the 2008 financial crisis: A case study on the role of underwriting, capital adequacy & borrower characteristics". *Indian Journal of Economics and Business*, Vol. 12 (1): p. 13.
- Kleindorfer, P. R.; Singhal, K.; Wassenhove, L. N. V.; (2005). "Sustainable operations management". *Production and Operations Management*, Vol. 14 (4): pp. 482-492.
- Kogg, B.; Mont, O.; (2012). "Environmental and social responsibility in supply chains: The practice of choice and inter-organizational management". *Ecological Economics*, Vol. 83: pp. 154-163.
- Konidari, P.; Mavrakis, D.; (2007). "A multi-criteria evaluation method for climate change mitigation policy instruments". *Energy Policy*, Vol. 35 (12): pp. 6235-6257.
- Koplin, J.; Seuring, S.; Mesterharm, M.; (2007). "Incorporating sustainability into supply management in the automotive industry - the case of the Volkswagen AG". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15 (11/12): pp. 1053-1062.
- Krajnc, D.; Glavič, P.; (2005). "A model for integrated assessment of sustainable development". *Resources Conservation and Recycling*, Vol. 43 (2): pp. 189-208.
- Labuschagne C.; Brent A. C.; (2005). "Sustainable project life cycle management: The need to integrate life cycles in the manufacturing sector". *International Journal of Project Management*, Vol. 23: pp. 159-168.
- Labuschagne, C.; Brent, A. C.; van Erck, R. P. G.; (2005). "Assessing the sustainability performances of industries". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 13 (4): pp. 373-385.
- Lampikoski, T.; Westerlund, M.; Rajala, R.; Möller, K.; (2014). "Green Innovation Games: Value-creation strategies for corporate sustainability". *California Management Review*, Vol. 57 (1): pp. 88-116.
- de Lange, D. E.; Busch, T.; Delgado-Ceballos, J.; (2012). "Sustaining sustainability in organizations". *Journal of Business Ethics*, Vol. 110: pp. 151-156.
- Lawn, P.; (2007). "A stock-take of green national accounting initiatives". *Social Indicators Research*, Vol. 80 (2): pp. 427-460.
- Lehtonen, M.; (2004). "The environmental-social interface of sustainable development: Capabilities, social capital, institutions". *Ecological Economics*, Vol. 49 (2): pp. 199-214.
- Leszczynska, A.; (2012). "Towards shareholders' value: An analysis of sustainability reports". *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 112 (6): pp. 911-928.

- Liew, W. L.; Hassim, M. H.; Denny K. S. Ng; (2015). "Sustainability assessment framework for chemical production pathway: Uncertainty analysis". *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Vol. 54 (50): pp. 12615-12629.
- Linstone, H. A.; Turoff, M.; (1975). "Introduction". In H. A. Linstone and M. Turoff (Eds.), *The Delphi method: Techniques and applications* (pp. 3-12). Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company.
- Linton, J. D.; Klassen, R.; Jayaraman, V.; (2007). "Sustainable supply chains: An introduction". *Journal of Operations Management*, Vol. 25 (6): pp. 1075-1082.
- Liu, G.; Chen, X.; Riedel, R.; Müller, E.; (2011). "Green technology foresight on automobile technology in China". *Technology Analysis and Strategic Management*, Vol. 23 (6): pp. 683-696.
- López, M. V.; Garcia, A.; Rodriguez, L.; (2007). "Sustainable development and corporate performance: A study based on the Dow Jones Sustainability Index". *Journal of Business Ethics*, Vol. 75 (3): pp. 285-300.
- Luthra, S.; Garg, D.; Haleem, A.; (2015). "Hurdles in implementing sustainable supply chain management: An analysis of Indian automobile sector". *Procedia - Social and Behavior Sciences*, Vol. 189: pp. 175-183.
- Matopoulos, A.; Bourlakis, M.; (2010). "Sustainability practices and indicators in food retail logistics: Findings from an exploratory study". *Journal on Chain and Network Science*, Vol. 10 (3): pp. 207-218.
- Michael, B.; Gross, R.; (2004). "Running business like a government in the new economy lessons for organizational design and corporate governance". *Corporate Governance*, Vol. 4 (3): pp. 32-46.
- Moldan, B.; Janoušková, S.; Hák T.; (2012). "How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets". *Ecological Indicators*, Vol. 17: pp. 4-13.
- Moore, S. B.; Manring, S. L.; (2009). "Strategy development in small and medium sized enterprises for sustainability and increased value creation". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17 (2): pp. 276-282.
- Moreno-Pires, S.; Fidélis, T.; (2012). "A proposal to explore the role of sustainability indicators in local governance contexts: The case of Palmela, Portugal". *Ecological Indicators*, Vol. 23: pp. 608-615.
- Morse, S.; (2008). "On the use of headline indices to link environmental quality and income at the level of the nation state". *Applied Geography*, Vol. 28 (2): pp. 77-95.
- Nardo, M.; Saisana, M.; Saltelli, A.; Tarantola, S.; Hoffman, A.; Giovannini, E.; (2005). "Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide". *OECD Statistics Working Paper*, 2005/3, OECD Publishing.
- Niemeijer, D.; (2002). "Developing indicators for environmental policy: Data driven and theory driven approaches examined by example". *Environmental Science Policy*, Vol. 5 (2): pp. 91-103.

- Ngwakwe, C. C.; (2009). "Environmental responsibility and firm performance: evidence from Nigeria". *International Journal of Humanities and Social Sciences*, Vol. 3 (2): pp. 97-103.
- Nunes, B.; Bennett, D.; Shaw, D.; (2016). "Green operation strategy of a luxury car manufacturer". *Technology Analysis and Strategic Management*, Vol. 28 (1): pp. 24-39.
- OECD; (2010). "The automotive industry in and beyond the crisis", in *OECD Economic Outlook*, Vol. 2009 (2), OECD publishing.
- Olugu, E. U.; Wong, K. Y.; (2012). "An expert fuzzy rule-based system for closed-loop supply chain performance assessment in the automotive industry". *Expert Systems with Applications*, Vol. 39 (1): pp. 375-384.
- Olugu, E. U.; Wong, K. Y.; Shaharoun, A. M.; (2011). *Development of key performance measures for the automobile green supply chain. Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 55 (6): pp. 567-579
- Orsato, R. J.; Wells, P. (2007). "The automobile industry e sustainability". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15 (11/12): pp. 989-993.
- Pagell, M.; Wu, Z.; (2009). "Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars". *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 45 (2): pp. 37-56.
- Pallaro, E.; Subramanian, N.; Abdulrahman, M. D.; Liu, C.; (2015). "Sustainable production and consumption in the automotive sector: Integrated review framework and research directions". *Sustainable Production and Consumption*, Vol. 4: pp. 47-61.
- Park, H.; Russell, C.; Lee, J.; (2007). "National culture and environmental sustainability: A cross-national analysis". *Journal of Economics and Finance*, Vol. 31 (1): pp. 104-121.
- Pava, M. L.; (2007). "A response to getting to the bottom of triple bottom line". *Business Ethics Quarterly*, Vol. 17 (1): pp. 105.
- Penfield, P.; (2014). "Transformative steps for supply chain sustainability". *Supply Chain Management Review*, Vol. 15 (2): pp. 20-25.
- Pérez, V.; Guerrero, F.; González, M.; Pérez, F.; Caballero, R.; (2013). "Composite indicator for the assessment of sustainability: The case of Cuban nature-based tourism destinations". *Ecological Indicators*, Vol. 29: pp. 316-324.
- Perry, C.; (1998). "Processes of a case study methodology for postgraduate research in marketing". *European Journal of Marketing*, Vol. 32 (9/10): pp. 785-802.
- Petrescu-Mag, R. M.; Petrescu, D. C.; Muntean, O. L.; (2015). "Environmental law: The dynamics of application and control processes". *Environmental Policy and Law*, Vol. 45 (6) : pp. 310-319.
- Pinar, M.; Cruciani, C.; Giove, S.; Sostero, M.; (2014). "Constructing the FEEM sustainability index: A Choquet integral application". *Ecological Indicators*, Vol. 39: pp. 189-202.
- Podvezko, V.; (2011). "The comparative analysis of MCDA methods SAW and COPRAS". *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, Vol. 22 (2): pp. 134-146.

- Pozo, H.; Akabane, G. K.; Galhardi, A. C.; Peterossi, H. G.; (2015). "Sustainability as a success factor in global operations: A survey of car manufacturing supply chains". *Independent Journal of Management & Production*, Vol. 6 (2): pp. 525-547.
- Ramirez, B.; West, D. J.; Costell, M.; (2013). "Development of a culture of sustainability in health care organizations". *Journal of Health Organization and Management*, Vol. 27 (5): pp. 665-72.
- Resta, B.; Dotti, S.; Pinto, R.; Bandinelli, R.; Rinaldi, R.; Ciarapica, F. E.; (2014). "Practices for environmental sustainability in the textile, clothing and leather sectors: The Italian case". *International Journal of Operations and Quantitative Management*, Vol. 20 (3): pp. 193-225.
- Rowe, G.; Wright, G.; (1999). "The Delphi technique as a forecasting tool: Issues and analysis". *International Journal of Forecasting*, Vol. 15, pp. 353-375.
- Rowley, J.; (2002). "Using case studies in research". *Management Research News*, Vol. 25 (1): pp. 16-27.
- Saaty, T.; (2008). "Decision making with the analytic hierarchy process". *International Journal of Services Sciences*, Vol. 1 (1): pp. 83-98.
- Salvado, M. F.; Azevedo, S. G.; Matias, J. C. O.; Ferreira, L. M.; (2015). "Proposal of a sustainability index for the automotive industry". *Sustainability*, Vol. 7 (2): pp. 2113-2144.
- Sarkis, J.; (2003). "A strategic decision framework for green supply chain management". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 11: pp. 397-409.
- Savino, M. M.; Manzini, R.; Mazza, A.; (2015). "Environmental and economic assessment of fresh fruit supply chain through value chain analysis. A case study in chestnuts industry". *Production Planning & Control: The Management of Operations*, Vol. 26 (1): pp. 1-18.
- Schadewitz, H.; Niskala, M.; (2010). "Communication via responsibility reporting and its effect on firm value in Finland". *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, Vol. 17 (2): pp. 96-106.
- Schaltegger, S.; Burritt, R.; (2014). "Measuring and managing sustainability performance of supply chains: Review and sustainability supply chain management framework". *Supply Chain Management*, Vol. 19 (3): pp. 232-241.
- Searcy, C.; Karapetrovic, S.; McCartney, D.; (2005). "Designing sustainable development indicators: Analysis for a case utility". *Measuring Business Excellence*, Vol. 9 (2): pp. 33-41.
- Seuring, S.; Müller, M.; (2008). "From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16 (15): pp. 1699-1710.
- Shafia, M. A.; Mazdeh, M. M.; Vahedi, M.; Pournader, M; (2011). "Applying fuzzy balanced scorecard for evaluating the CRM performance". *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 111 (7): pp. 1105-1135.
- Shepherd, C.; Günter, H.; (2006). "Measuring supply chain performance: current research and future directions". *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 55 (3/4): pp. 242-258.

- Siche, J. R.; Agostinho, F.; Ortega, E.; Romeiro, A.; (2008). "Sustainability of nations by indices: Comparative study between Environmental Sustainability Index, ecological footprint and the energy performance indices". *Ecological Economics*, Vol. 66 (4): pp. 628-637.
- Sikdar, S. K.; (2003). "Sustainable development and sustainability metrics". *AIChE Journal*, Vol. 49 (8): pp. 1928-1932.
- Sisaye, S. (2011). "Ecological systems approaches to sustainability and organizational development: Emerging trends in environmental and social accounting reporting systems", *Leadership & Organization Development Journal*, Vol. 32 (4): pp. 379-398.
- Singh, R. K.; Murty, H. R.; Gupta, S. K.; Dikshit, A. K; (2007). "Development of composite sustainability performance index for steel industry". *Ecological Indicators*, Vol. 7 (3): pp. 565-588.
- Singh, R. K.; Murty, H. R.; Gupta, S. K.; Dikshit, A. K.; (2012). "An overview of sustainability assessment methodologies". *Ecological Indicators*, Vol. 15 (1): pp. 281-299.
- Skouloudis. A.; Evangelinos, K.; Kourmousis, F.; (2007). "Benchmarking Greek sustainability reports according to the GRI reporting guidelines". In A. Kungolos , K. Aravossis, A Karagiannidis and P. Samaras (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Environmental Management* (pp. 2305-2310), Engineering, Planning and Economics. Univeristy of Thessaly, Skiathos.
- Slaper, T. F.; Hall, T. J.; (2011). "The triple bottom line: What is it and how does it work?". *Indiana Business Review*, Vol. 86 (1): pp. 4-8.
- Smith, M. D.; (2008). "Stochastic frontier models with dependent error components". *Econometrics Journal*, Vol. 11: pp. 172-192.
- Smith, P. A. C.; Sharicz, C.; (2011). "The shift needed for sustainability". *The Learning Organization*, Vol. 18 (1): pp. 73-86.
- Stake, R. E.; (1995). *The Art of Case Study Research: Perspective in Practice*. London: Sage.
- Szekely, F.; Knirsch, M.; (2005). "Responsible leadership and corporate social responsibility: Metrics for sustainable performance". *European Management Journal*, Vol. 23(6): pp. 628-647
- Taticchi, P.; Tonelli, F.; Pasqualino, R.; (2013). "Performance measurement of sustainable supply chains: A literature review and a research agenda". *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 62 (8): pp. 782-804.
- Tencati, A.; Russo, A.; Quaglia, V.; (2010). "Sustainability along the global supply chain: the case of Vietnam". *Social Responsibility Journal*, Vol. 6 (1): pp. 91-107.
- Tesch, R.; (1990). *Qualitative research: Analysis types and software tools*. Bristol, PA: Falmer.
- Tokos, H.; Pintarič, Z. N.; Krajnc, D.; (2012). "An integrated sustainability performance assessment and benchmarking of breweries". *Clean Technologies and Environmental Policy*, Vol. 14 (2): pp. 173-193.
- Tsoulfas, G. T.; Pappis, C. P.; (2008). "A model for supply chain environmental performance analysis and decision making". *Journal of Cleaner Productions*, Vol. 16 (15): pp. 1647-1657.

- Vachon, S.; Klassen, R. D.; (2006). "Extending green practices across the supply chain: The impact of upstream and downstream integration". *International Journal of Operations Production Management*, Vol. 26 (7): pp. 795-821.
- Vachon, S.; Mao, Z.; (2008). "Linking supply chain strength to sustainable development: A country-level analysis". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16 (15): pp. 1552-1560.
- Vallance, S.; Perkins, H. C.; Dixon, J. E.; (2011). "What is social sustainability? A clarification of concepts". *Geoforum*, Vol. 42 (3): pp. 342-348.
- Vanelle, R. M; Santos, L. B.; (2014). "Green supply chain management in Brazilian automotive sector". *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 25 (5): pp. 532-541.
- Velasquez, M.; Hester, P. T.; (2013). "An analysis of multi-criteria decision making methods". *International Journal of Operations Research*, Vol. 10 (2): pp. 56-66.
- Veleva, V.; Ellenbecker, M.; (2001). "Indicators of sustainable production: Framework and methodology". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 9 (6): pp. 519-549.
- Venetoulis, J.; Talberth, J.; (2008). "Refining the ecological footprint". *Environment, Development and Sustainability*, Vol. 10 (4): pp. 441-469.
- Wackernagel, M.; (2014). "Comment on "Ecological Footprint Policy? Land Use as an Environmental Indicator"". *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 18: pp. 20-23.
- Wang, S.; Zhang, L.; Liu Z.; Liu G.; Zhang, H. C.; (2005). "Study on the performance assessment of green supply chain". In 2005 IEEE International Conference on Systems, *Man and Cybernetics*, Vol. 1: pp. 942- 947.
- Wang, Y.; Lam, K.; Harder, M. K.; Ma, W.; Yu, Q.;(2013). "Developing an indicator system to foster sustainability in strategic planning in China: A case study of Pudong New Area, Shanghai". *Ecological Indicators*, Vol. 29: pp. 376-389.
- Warhurst, A.; (2002). "Sustainability Indicators and Sustainability Performance Management". Report to the Project: Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD). International Institute for Environment and Development (IIED). Warwick, England.
- Wells, P.; (2013). "Sustainable business models and the automotive industry: A commentary", *IIMB Management Review*, Vol. 25(4): pp. 228-239.
- Wells, P.; Nieuwenhuis, P.; (2012). "Transition failure: understanding continuity in the automotive industry". *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 79: pp. 1681-1692.
- Winter, M.; Knemeyer, A. M.; (2013). "Exploring the integration of sustainability and supply chain management: Current state and opportunities for future inquiry", *International Journal of Physical Distribution e Logistics Management*, Vol. 43 (1): pp.18-38.
- Woodrum, E.; (1984). "Mainstreaming content analysis in social science: Methodological advantage-obstacles and solutions, *Social Science Research*, Vol. 13 (2): pp. 1-9.
- World Commission on Environment and Development; (1987). "Our common future". *Oxford: Oxford University Press*.
- Xia, Y.; Tang, T. L.; (2011). "Sustainability in supply chain management: suggestions for the auto industry". *Management Decision*, Vol. 49 (4): pp. 495-512.

- Yin, R.K.; (1984). "Case Study Research: Design and Methods". Beverly Hills, Calif: Sage Publications.
- Yin, R.K.; (2002). "Case Study Research: Design and Methods", *Applied Social Research Methods Series*, Vol. 5, Third Edition, Sage Publications, Inc.
- Yoon, K. P.; and Hwang, C.-L.; (1995). *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*. SAGE.
- Yu, W.; Chavez, R.; Feng, M.; Wiengarten, F.; (2014). "Integrated green supply chain management and operational performance". *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 19 (5/6): pp. 683-696.
- Zailani, S.; Govindan, K.; Iranmanesh, M.; Shaharudin, M. R.; Chong, Y. S.; (2015). "Green innovation adoption in automotive supply chain: the Malaysian case". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 108: pp. 1115-1122.
- Zdanyte, K.; Neverauskas, B.; (2014). "Ensuring of sustainable development for contemporary organizations development". *Economics and Management*, Vol. 19 (1): pp. 120-128.
- Zhou, L.; Tokos, H.; Krajnc, D.; Yang, Y.; (2012). "Sustainability performance evaluation in industry by composite sustainability index". *Clean Technology Environmental Policy*, Vol. 14 (5): pp. 789-803.
- Zhou, P.; Ang, B. W.; Poh, K. L.; (2007). "A mathematical programming approach to constructing composite indicators". *Ecological Economics*, Vol. 62 (2): pp. 291-297.
- Zhou, P.; Ang, W.; Zhou, D. Q.; (2010), "Weighting and aggregation in composite indicator construction: A multiplicative optimization approach". *Social Indicators Research*, Vol. 96: pp. 169-181.
- Zhu, Q.; Sarkis, J.; Lai, K.; (2007). "Green supply chain management: Pressures, practices and performance within the Chinese automobile industry". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15 (11/12): pp. 1041-1052.