



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

A Sinergia entre a Sustentabilidade e a Produção Eficiente pela Aplicação do *Lean-Green*

Ludmila Macedo da Costa Diniz

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

Orientador: Prof.^a Doutora Tânia Daniela Felgueiras de Miranda Lima

Covilhã, outubro de 2018

Dedicatória

Dedico esta dissertação àqueles que acreditaram na minha capacidade de mudança e apoiaram a minha decisão de sair da zona de conforto e enfrentar o desafio de voltar ao estudo e em um novo país. Em especial a minha mãe, Ângela Santana, e as amigas queridas Júlia Wilson e Bárbara Costa que nunca deixaram o oceano Atlântico nos separar.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por tornar o sonho possível e cuidar de cada detalhe da minha “vida nova”.

À minha orientadora, Doutora Tânia Lima, o meu muito obrigada por toda ajuda, apoio, compreensão e paciência no decorrer deste trabalho. E também a toda a equipe da UBI, professores, secretariado e demais funcionários que sempre tornaram o ambiente escolar mais acolhedor e se esforçaram para ajudar em tantos momentos durante a minha estadia na Covilhã.

Agradeço imensamente a minha família portuguesa, Sr. João e D. São; as amigas Mariana Lourenço, Josefa Dias e aos demais colegas do curso pela ajuda e principalmente por me integrarem neste novo mundo. Sou eternamente grata pelo aprendizado de vida oferecido por vocês.

Agradeço ao Governo do Estado de Goiás por ter autorizado a realização deste mestrado, em especial a Anita Miranda e ao José Augusto Cruz por todo o apoio disponibilizado.

E claro, agradeço ao carinho da minha mãe, Ângela Santana, a maior entusiasta e a primeira a creditar nesta possibilidade.

A todos o meu muito obrigada. Cada um foi fundamental durante os passos do mestrado.

Resumo

É notável como problemas ambientais tem levado a uma consciencialização da população e à consequente tomada de medidas legais por parte do Poder Político. A indústria tem vindo a adotar métodos de produção ambientalmente mais responsáveis, sendo que, inicialmente estas alterações foram uma consequência de imposições legais. Todavia, o emprego de práticas ecológicas tem-se mostrado ser vantajoso para as empresas em termos económicos, seja através da economia em recursos ou por permitir alcançar vantagens competitivas perante os concorrentes.

A elaboração desta dissertação priorizou a visão voltada para a necessidade de compreender e incluir os princípios e os objetivos da sustentabilidade na produção industrial. Para isso, foram exploradas as temáticas do desenvolvimento sustentável, economia circular, *Green Production*, *Lean Manufacturing* e as suas ferramentas, bem como a legislação ambiental em Portugal e no Brasil e os acordos mundiais referentes ao ambiente dos quais são signatários.

No desenvolvimento do trabalho de investigação verificou-se que há uma grande variedade de ferramentas voltadas para a sustentabilidade. A mais atrativa demonstrou ser o *Lean-Green*, porque se trata da junção da *Lean Manufacturing* com a *Green Production*, sendo uma metodologia que agrega práticas ecológicas. Ela tem demonstrado ser uma excelente alternativa para congregar sustentabilidade à produção eficiente, visto que ambas as filosofias têm como objetivo primordial a eliminação de resíduos.

Verificou-se através da pesquisa bibliográfica que estas filosofias realmente demonstram ser sinérgicas. O uso de ferramentas *Lean* possibilita uma melhor implementação e resultados *Green*, bem como o *Green* potencia a redução de resíduos *Lean*, assim, a aplicação conjunta destas filosofias proporciona melhores resultados tanto por parte do *Lean* como do *Green*. Contudo, também são relatados possíveis *trade-offs* existentes. Mesmo assim, as vantagens da aplicação conjunta superam as da implementação individual.

Palavras-chave

Indústria, Sustentabilidade, *Lean Manufacturing*, *Green Production*, *Lean-Green*.

Abstract

It is remarkable how environmental matters have led to the population awareness and the consequent taking of legal actions by the Political Power. The industry has adopted more environmentally responsible production methods, and initially these changes were a consequence of legal requirements. However, the use of green practices has been shown to be advantageous for companies in economic terms, either through savings in resources or by allowing competitive advantages to be achieved towards competitors.

The writing of this essay aimed to prioritize the view focused on the need to understand and include the principles and aims of sustainability in industrial production. In order to get this, the topics of sustainable development, circular economy, Green Production, Lean Manufacturing and its tools, as well as environmental law in Portugal and in Brazil and the global agreements concerning to the environment of which they are signatories.

In the development of the research work it was verified that there is a great variety of tools aimed at sustainability. Lean-Green proved to be the most attractive because it is the combination of Lean Manufacturing and Green Production, a methodology that aggregates ecological practices. It has proved to be an excellent alternative to gather sustainability to an effective production, since both philosophies aim the waste disposal firstly.

It has been proven, through a bibliographical research, that these philosophies are actually synergistic. The use of Lean tools enables better implementation and Green results, as well as Green enhances the Lean waste reduction, thus the joint application of these philosophies provides better results for both Lean and Green. However, it is also reported there are trade-offs. Even so, the advantages of joint application overtake those of individual implementation.

Keywords

Industry, Sustainability, Lean Manufacturing, Green Production, Lean-Green.

Índice

1. Introdução	1
1.1. Justificação do tema	1
1.2. Objetivos da dissertação.....	3
1.3. Metodologia	4
1.4. Estrutura da dissertação	4
2. Enquadramento Legal	5
2.1. Contextualização da Legislação Ambiental	5
2.1.1. Conferências sobre o Meio Ambiente e Acordos Internacionais	5
2.1.2. Política Ambiental na União Europeia.....	7
2.1.3. Legislação Ambiental em Portugal.....	7
2.1.4. Legislação Ambiental no Brasil	10
2.2. Licenciamento Ambiental	13
2.2.1. Licenciamento Ambiental em Portugal	13
2.2.2. Licenciamento Ambiental no Brasil.....	15
3. Enquadramento Teórico.....	17
3.1. A Era Industrial.....	17
3.2. Desenvolvimento Sustentável	20
3.2.1. Economia Circular	22
3.3. Green Production	26
3.3.1. Ecoeficiência.....	29
3.3.2. <i>Ecodesign</i>	31
3.3.3. Produção mais limpa	32
3.3.4. Análise do Ciclo de Vida (ACV)	33
3.3.5. Certificação ISO 14001	33
3.3.6. <i>Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)</i>	34
3.3.7. <i>Green Supply Chain</i>	35

3.3.8. Reciclagem	38
3.4. Lean	39
4. <i>Lean-Green</i>	43
4.1. Caracterização	43
4.2. Vantagens da abordagem Lean-Green	51
4.3. Limitações da abordagem <i>Lean-Green</i>	53
5. Conclusão	55
6. Sugestões de trabalhos futuros	59
7. Referências Bibliográficas	61

Lista de Figuras

Figura 1. Esquema do objetivo proposto para esta dissertação.	3
Figura 2. As quatro Revoluções Industriais e as suas características.	18
Figura 3. Modelo de economia linear de fim-de-vida.	19
Figura 4. Relação entre os pilares da sustentabilidade.	21
Figura 5. Modelo de produção de acordo com a economia circular.	23
Figura 6. Classificação dos tipos de práticas ambientais.	29
Figura 7. Práticas <i>Green</i> no contexto <i>Supply Chain</i>	36
Figura 8. Sobreposições dos paradigmas <i>Lean</i> e <i>Green</i>	49
Figura 9. Principais diferenças entre os paradigmas <i>Lean</i> e <i>Green</i>	49

Lista de Tabelas

Tabela 1. Principais conferências internacionais.	6
Tabela 2. Etapas para o licenciamento ambiental.	16
Tabela 3. Itens para análise de resultados de desempenho GSCM.	37
Tabela 4. Quadro comparativo entre os impactes ambientais e os desperdícios <i>Lean</i>	45
Tabela 5. Comparação dos paradigmas <i>Lean</i> e <i>Green</i>	47

Lista de Acrónimos

ACOA	<i>Atlantic Canada Opportunities Agency</i>
AINCAS	Avaliação de Incidências Ambientais
APA I.P	Agência Portuguesa do Ambiente
ACV	Análise do Ciclo de Vida
CCDR	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CELE	Comércio Europeu de Licenças de Emissão de Gases de Efeito Estufa
CMMI	<i>Capability Maturity Model Integration</i>
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CoP22	22ª Conferência das Partes
EEE	Equipamentos Eléctricos e Electrónicos
ELV	<i>End of Life Vehicles</i>
EMAS	<i>Eco-Management and Audit Schene</i>
ENEAPAI	Estratégia Nacional para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais
EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
GSCM	<i>Green Supply Chain Management</i>
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JIT	<i>Just In Time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LER	Lesão por Esforço Repetitivo
LUA	Licenciamento Único Ambiental
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPE	Micro e Pequenas Empresas
ONU	Organização das Nações Unidas
ONUBR	Organização das Nações Unidas no Brasil
ONUDI	Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial
PAA	Programa de Ação Ambiental
PIB	Produto Interno Bruto
PME	Pequenas e Médias Empresas
PNAC	Programa Nacional para as Alterações Climáticas
PNAC 2020/2030	Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030
PNALE II	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão para o período 2008-2012
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PORDATA	Base de Dados Portugal Contemporâneo
QCD	<i>Quality, Cost, Delivery</i>
REEE	Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos
REI	Emissões Industriais
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RNBC	Roteiro Nacional de Baixo Carbono
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SILiAmb	Sistema Integrado de Licenciamento do Ambiente
SIRER	Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduo
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SpeM	Sistema Nacional de Políticas e Medidas
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
TUA	Título Único Ambiental
TURH	Títulos de Utilização de Recursos Hídricos
UE	União Europeia
UNWATER	<i>United Nations Water</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>
WIP	<i>Work In Progress</i>
ZER	Zonas Empresariais Responsáveis

1. Introdução

A presente dissertação tem como tema o *link Lean-Green* e neste capítulo será apresentada esta temática através da justificação do tema, objetivos, metodologia e estrutura da dissertação.

1.1. Justificação do tema

Ao analisar a história da humanidade nota-se que a população aumentou de forma expressiva, principalmente a partir do século XVIII e XIX. As razões para tal são variadas, mas é inevitável considerar os avanços da ciência e da tecnologia, pois trouxeram melhores condições de vida. E de acordo com Alves e Alves (2015), a população mundial tem vindo a aumentar junto com a expansão económica.

Conforme a *World Population Prospects, The 2017 Revision*, publicado pela Organização das Nações Unidas (ONU) (ONU, 2017), a população tem crescido quase 83 milhões de pessoas a cada ano. Passando de 5,3 mil milhões no ano de 1990 para 7,6 mil milhões em 2017. E possui uma perspectiva de alcançar os 11,2 mil milhões de pessoas até o ano de 2100.

Assim, para atender a necessidade de consumo da sociedade moderna, é necessária a produção cada vez maior de bens de consumo, bem como o acesso a alimentos e água. Segundo dados divulgados pela ONU (ONU, 2018), a agricultura representa 70% de toda a extração de água do mundo e 75% das extrações para uso industrial são destinadas para a produção de energia. A *Food and Agriculture Organization of the United Nation* (FAO) (FAO, 2016) noticia que para o ano de 2050, considerando o nível de consumo atual, será necessário o aumento em 60% a mais em alimentos e 40% a mais em água.

Sabe-se que atualmente o homem é capaz de produzir alimentos em praticamente qualquer tipo de solo graças aos fertilizantes, técnicas de correção do solo, irrigação, assim como enviar mercadorias para qualquer parte do planeta pelos sistemas de transporte existentes. Tem tecnologia para realizar a dessalinização da água do mar e gerar energia de diversas formas. Consegue extrair minerais e petróleo com tecnologias surpreendentes. Já pisou a Lua e tem vários projetos para a exploração espacial.

Portanto, a partir dos avanços tecnológicos alcançados pela humanidade, infere-se que a sociedade não enfrentará limitações para a sua sobrevivência e desenvolvimento. E que a Terra tem capacidade para prover a matéria-prima necessária para o bom funcionamento das indústrias, resiliência para suportá-las e ainda garantir alimentos, água de boa qualidade e produtos para a população.

Porém, o que se tem noticiado a esse respeito é que “não”. Muitas nações enfrentam problemas com a falta de água e algumas implementaram programas de racionamento. O que também coloca em risco a produção de alimentos.

Segundo dados divulgados pela UNWATER (UNWATER, 2018), a escassez de água já afeta todos os continentes, em um total de 43 países, atingindo 4 em cada 10 pessoas. Mesmo assim, 80% das águas residuais retornam ao ecossistema sem serem tratadas ou reutilizadas.

Somente a Índia, durante um período de 10 anos, aumentou o consumo de recursos naturais de 82,5 milhões de toneladas em 2002 para 122,5 milhões de toneladas em 2012 (Gandhi et al., 2017). Em Mianmar os recursos naturais foram ameaçados, e muitos destruídos, em virtude do desenvolvimento econômico e social para atender às necessidades da população em expansão (Thant e Carmondusit, 2010). Wong et al. (2012) num estudo realizado pelo Escritório de Proteção Ambiental dos Estados Unidos no ano de 2008, referem que apenas 18% dos produtos eletrônicos em fim de vida foram recolhidos para reciclagem e 82% foram depositos em aterros sanitários.

Consta no Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2016, (UNWATER, 2016), que a indústria, incluindo o setor energético, é responsável por cerca de 19% do consumo total de água. Sendo que destes, 4% são destinados às indústrias pesadas e de manufatura. As pequenas e médias indústrias não são contempladas nessa percentagem pois recebem água dos sistemas municipais de distribuição. As previsões são de que até o ano de 2050, apenas o setor de manufatura aumentará o seu consumo em 400%. Assim, espera-se um aumento em mais de um terço no consumo de energia entre os anos de 2010 e 2035, implicando no aumento da procura de água para a geração de eletricidade.

Ainda neste relatório, é apontado o grande crescimento dos empregos nos setores da indústria nos últimos anos a nível mundial, tendo passado de 1 mil milhões para 1,4 mil milhões de pessoas entre os anos de 2000 e 2014, representando quase 45% da força de trabalho ativa no mundo. Sendo que os setores que mais necessitam de água são também expressivos na quantidade de pessoas empregadas, perfazendo 22 milhões de pessoas no setor de alimentos e bebidas, 20 milhões no setor de produtos químicos, farmacêuticos, borracha e pneus e 18 milhões no setor da eletrônica. Desta forma, percebe-se que a escassez de água resultará em efeitos graves em alguns dos principais setores industriais. Também os recursos naturais não renováveis, e uma das principais matérias-primas utilizadas pela indústria para a transformação em mercadorias, possui limitada quantidade para exploração.

Perante o cenário exposto, surgem questões sobre o que fazer para atender a demanda da sociedade e ao mesmo tempo garantir a sobrevivência do planeta. Será viável manter as indústrias no atual funcionamento e assim garantir a produção de bens e também os empregos para a população. Por outro lado, será possível conciliar a proteção do meio ambiente com a produção em larga escala e quais os custos embutidos nisso.

Carvalho et al. (2017) referem que as empresas já procuram adotar medidas ambientais e que o fazem por fatores tais como: as regulamentações ambientais, as exigências dos clientes, a oportunidade para aumento dos lucros, a concorrência e a consciencialização ética sobre a necessidade de adotar práticas mais sustentáveis.

Portanto, encontrar uma metodologia de produção que consiga responder aos anseios da população e das empresas, dentro dos limites de exploração existentes e da forma mais eficiente possível é imperativo. Entre as vertentes teóricas concebíveis, esta dissertação abordará as características do *Lean Manufacturing* e do *Green Production*, bem como as vantagens desta associação como uma forma de alcançar um equilíbrio entre os métodos produtivos, o lucro, o meio ambiente e a influência das exigências legais cada vez mais restritivas.

1.2. Objetivos da dissertação

Esta dissertação tem como objetivo analisar a sinergia existente na implementação das práticas *Lean* juntamente com as da *Green Production*, as vantagens que daqui podem advir para as empresas, no que concerne à produtividade e à proteção ambiental. E como este *link* poderá levar ao cumprimento das exigências legais referentes ao meio ambiente, como o licenciamento ambiental, a que estão obrigadas as empresas tanto no Brasil quanto em Portugal, bem como o cumprimento das diretrizes da União Europeia para o desenvolvimento sustentável.

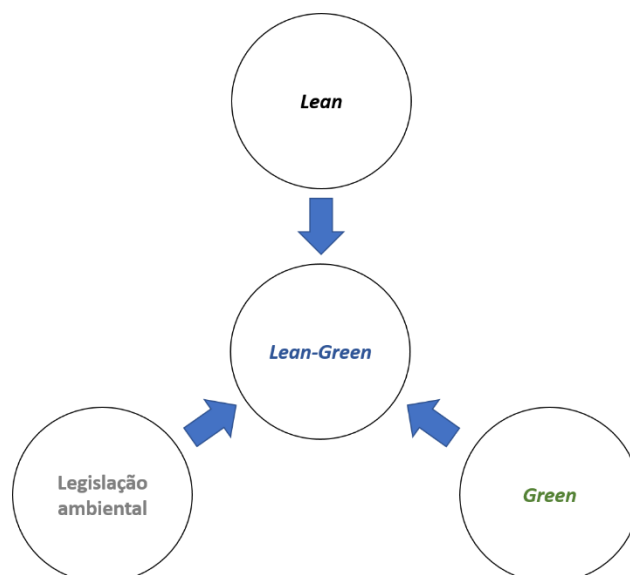


Figura 1. Esquema do objetivo proposto para esta dissertação. (Fonte: Elaboração própria, 2018)

1.3. Metodologia

Para a elaboração desta dissertação foi utilizada uma abordagem qualitativa, com método hipotético-dedutivo, utilizando como procedimentos a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental sobre as temáticas do *Lean*, *Green Production*, desenvolvimento sustentável, legislação ambiental no contexto global, português e brasileiro. Foram consultados artigos científicos, livros, relatórios governamentais e documentos de sites corporativos (*grey and white documents*).

1.4. Estrutura da dissertação

Para abordar os assuntos essenciais à compreensão das temáticas em estudo, esta dissertação está estruturada em seis capítulos distribuídos da seguinte forma:

- i. **Introdução:** justificação do tema, objetivos da dissertação, metodologia, estrutura da dissertação;
- ii. **Enquadramento legal:** contextualização da legislação ambiental, conferências de meio ambiente e acordos mundiais. A legislação ambiental em Portugal e no Brasil. E os sistemas de licenciamento ambiental existente nos dois países;
- iii. **Enquadramento teórico:** a era industrial, aspectos fundamentais do desenvolvimento sustentável, caracterização da *Green Production* e caracterização da filosofia *Lean*;
- iv. **Lean-Green:** Caracterização, semelhanças entre as duas teorias, vantagens e limitações relatadas na investigação.
- v. **Conclusões;**
- vi. **Sugestões de trabalhos futuros.**

2. Enquadramento Legal

Como explanado anteriormente, enfrenta-se um período de crescente aumento da população e do consumo de recursos naturais. A forma de conter a exploração desordenada é através da legislação ambiental: um conjunto de leis, normas, regras e padrões que foram criados para proteger o ambiente. Esta regulação tem impacto direto na instalação e funcionamento de uma indústria.

De acordo com Gremyr et al. (2014), o pensamento da sociedade pode afetar a relação do produto com o consumidor. Além das exigências oriundas de uma nova forma de pensar voltada para a sustentabilidade, a sociedade também afeta o produto através da legislação e regulamentação. Sendo que a regulamentação engloba também os instrumentos administrativos utilizados para alcançar os objetivos políticos (Ribeiro e Kruglianskas, 2014).

Neste capítulo, será enquadrada a legislação ambiental, no âmbito internacional, português e brasileiro. E os procedimentos necessários ao processo de licenciamento ambiental adotados em Portugal e no Brasil, visto que o licenciamento ambiental é um instrumento amplamente utilizado pelo Estado para regular e fiscalizar a conformidade de uma empresa perante as exigências legais.

Ressalta-se que este enquadramento engloba Portugal e o Brasil, porque é neste último que a autora irá utilizar os resultados desta dissertação na sua atividade laboral. Por esta razão foi importante comparar os dois enquadramentos legais, e auxiliar na verificação da necessidade de efectuar alguns ajustes na implementação de algumas práticas.

2.1. Contextualização da Legislação Ambiental

Para compreender a origem, impacto e os benefícios da legislação ambiental é importante entender o que motiva a sua elaboração. Nos subcapítulos seguintes apresenta-se uma cronologia dos principais acordos internacionais e os seus tópicos fundamentais. Também é abordada a legislação e os aspectos referentes aos processos de licenciamento ambiental em Portugal e no Brasil.

2.1.1. Conferências sobre o Meio Ambiente e Acordos Internacionais

Os acordos internacionais visam garantir o bem-estar, a saúde e a proteção dos recursos naturais e são definidos durante a realização de conferências com os representantes de vários países e de organizações não-governamentais. Nestas conferências, os líderes debatem os

problemas identificados por especialistas e as ações necessárias para mitigar esses efeitos adversos. São depois produzidos tratados, protocolos, convenções-quadro, agendas, nas quais ficarão plasmadas as decisões fundamentais para guiar a estratégia de implementação de medidas de proteção do meio ambiente, respetivas metas ambientais, as quais irão refletir diretamente na produção económica dos países. Conforme dados do Portal Brasil (2014) e ONU, temos a seguinte tabela com as principais conferências internacionais:

Tabela 1. Principais conferências internacionais. (Fonte: Elaboração própria, 2018)

ANO E LOCAL	DESIGNAÇÃO DA CONFERÊNCIA	PRINCIPAIS OUTPUTS
1972 - Estocolmo/ Suécia	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Declaração sobre o Meio Ambiente Humano; ✓ Plano de ação para a cooperação conjunta para a busca de soluções para os problemas ambientais.
1987 - Oslo/Noruega	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Relatório Nosso Futuro Comum ou Relatório Brundtland.
1992 - Rio de Janeiro/ Brasil	Cúpula da Terra / Rio-92	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento; ✓ Agenda 21; ✓ Princípios para a Administração Sustentável das Florestas; ✓ Convenção da Biodiversidade; ✓ Convenção sobre Mudança do Clima.
1997 - Quioto/Japão	Conferência das Partes 3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Protocolo de Quioto.
2002 - Joanesburgo/ África do Sul	Conferência Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio+10)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plano de Implementação; ✓ Declaração Política.
2005 - Ilhas Maurícias	Estratégia das Maurícias	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisão do Programa de Barbados das Nações Unidas.
2007 - Bali/Indonésia	Conferência de Bali	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mapa do caminho.
2009 - Copenhaga/ Dinamarca	Conferência de Copenhaga	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não obteve a representatividade necessária.
2011 - Durban/África do Sul	Conferência do Clima da ONU de Durban	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fundo Verde do Clima.
2012 - Rio de Janeiro/ Brasil	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O Futuro que queremos.
2015 - Nova York/EUA	Cúpula de Desenvolvimento Sustentável	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.
2015 - Paris/França	Conferência do Clima de Paris (21ª Conferência das Partes)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acordo de Paris.

Por muitas vezes, os acordos assinados serviram como diretriz para as políticas ambientais adotadas pelas nações. Cada país desenvolveu a sua estratégia para a proteção do meio

ambiente através da definição de padrões e exigências legais de acordo com as especificidades do bioma, cultura e necessidades locais, compondo, assim, a regulação ambiental.

2.1.2. Política Ambiental na União Europeia

Para a União Europeia (UE) é possível proteger o ambiente e manter a posição competitiva no mercado mundial. A introdução e a exportação de inovações ambientais reforçam a competitividade da Europa e podem ser determinantes na criação de postos de trabalho e no incentivo ao investimento (UE, 2018).

A UE desempenha um papel fundamental nas negociações internacionais em matéria de ambiente. É parte signatária de inúmeros acordos ambientais globais, regionais ou sub-regionais. E possui centenas de diretivas, regulamentos e decisões a esse respeito (Parlamento Europeu, 2018).

A origem da política ambiental da UE data do ano de 1972, durante o Conselho Europeu, após a primeira conferência das Nações Unidas sobre o ambiente. Esta baseia-se nos princípios da precaução, da prevenção e da correção da poluição na fonte. Bem como no princípio do poluidor-pagador, este princípio prevê que os operadores de determinadas atividades profissionais devem adotar medidas preventivas em caso de ameaça iminente para o ambiente. Se os danos já tiverem ocorrido, os operadores são obrigados a tomar as medidas adequadas para repará-los, devendo suportar os respetivos custos (Parlamento Europeu, 2018). A Comissão Europeia reforça que a legislação ambiental deve ser respeitada pelas empresas e pelos cidadãos para evitar o aumento dos custos com cuidados de saúde, a perda de receitas públicas e a concorrência desleal entre empresas (Comissão Europeia, 2018).

2.1.3. Legislação Ambiental em Portugal

O Decreto-Lei n.º 7/2012, de 17 de janeiro instituiu a Agência Portuguesa do Ambiente, I. P., a qual resultou da fusão da Agência Portuguesa do Ambiente, do Instituto da Água, I. P., das Administrações de Região Hidrográfica, I. P., da Comissão para as Alterações Climáticas, da Comissão de Acompanhamento da Gestão de Resíduos e da Comissão de Planeamento de Emergência do Ambiente. Também engloba as atribuições do Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais, com exceção das relacionadas com a coordenação e o acompanhamento dos instrumentos de planeamento e do orçamento, do subsistema de avaliação de desempenho dos serviços e das relações internacionais.

Conforme o art. 2º, as suas atribuições, enquanto autoridade nacional da água, funcionam, a nível regional, serviços desconcentrados, cuja circunscrição territorial é definida nos estatutos da APA, I. P.

O Fundo Português de Carbono, o Fundo de Intervenção Ambiental e o Fundo de Proteção de Recursos Hídricos funcionam junto da APA, porém regidos por legislação própria. Funciona também, a estrutura de coordenação e acompanhamento da Estratégia Nacional para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais (ENEAPAI).

Devido ao ingresso de Portugal na Comunidade Económica Europeia em 1986, o país teve a sua atividade europeia e internacional intensificada. Sendo a APA a atual responsável pelo acompanhamento dos assuntos europeus e internacionais, juntamente com a Secretaria-geral do Ministério do Ambiente.

O cumprimento dos objetivos portugueses, no âmbito do Protocolo de Quioto, baseou-se nos seguintes instrumentos:

- Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC): conjunto de políticas e medidas de aplicação setorial para o cumprimento do Protocolo de Quioto;
- Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão para o período 2008-2012 (PNALE II): definiu as condições a que ficam sujeitas as instalações abrangidas pelo Comércio Europeu de Licenças de Emissão de gases com efeito estufa (CELE);
- Fundo Português de Carbono: instrumento financeiro do Estado para o investimento em carbono;
- Roteiro Nacional de Baixo Carbono (RNBC): estabelece as políticas e metas nacionais a alcançar quanto às emissões de gases com efeito estufa;
- Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 (PNAC 2020/2030): estabelece as políticas, medidas e instrumentos para a limitação de emissões de gases com efeito estufa para os setores não cobertos pelo CELE, prevê as responsabilidades setoriais, o financiamento e os mecanismos de monitorização e controlo;
- Sistema Nacional para Políticas e Medidas (SPeM): tem função de dinamizar a avaliação do progresso na implementação das políticas e medidas de mitigação setoriais.

A Decisão n.º 406/2009 de 23 de abril, define que Portugal deverá limitar, entre 2013 e 2020, o aumento das emissões de gases com efeito estufa dos setores não abrangidos pelo CELE em 1% em relação a 2005. O Conselho Europeu de 23 a 24 de outubro de 2014 adotou o Quadro Clima e Energia 2030 para a União Europeia onde estabelece que os sectores abrangidos pelo regime CELE terão de reduzir suas emissões em 43% até 2030 em relação a 2005. Foi atribuído

à Agência Portuguesa do Ambiente o papel de Autoridade Competente, com responsabilidades de coordenação geral do processo CELE.

Portugal comprometeu-se na 22.^a sessão da Conferência das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (CoP22), em Marraquexe, no ano de 2016, a assegurar a neutralidade das suas emissões até ao final de 2050.

Os cenários socioeconómicos utilizados no Roteiro Nacional de Baixo Carbono (RNBC) são designados como cenário Alto e cenário Baixo, os quais assumem modelos de desenvolvimento a nível económico e social, com o intervalo onde se situará a trajetória futura do País. O cenário Alto traduz uma evolução do PIB a uma taxa de 3% ao ano para o período 2016 a 2050 e um aumento da população. O cenário Baixo pauta-se por crescimento do PIB de 1% ao ano para o mesmo período e um decréscimo da população.

Para as trajetórias de Baixo carbono, a indústria apresenta um potencial de redução na ordem dos 30% a 50% em 2050, podendo-se esperar reduções apenas a partir de 2030 e de forma mais marcada no cenário Alto da trajetória com restrição de 70% no sistema energético. Observa-se uma redução significativa das emissões de combustão, contrariando o aumento das emissões de processo, decorrentes do aumento da atividade industrial, sobretudo nos cenários Alto com um crescimento económico significativo e contribuição dos setores de produção de bens transacionáveis. Nas trajetórias de Baixo carbono, verifica-se uma redução progressiva da dependência energética do País até atingir cerca de 50% em 2050, com um potencial custo-eficaz significativo de recursos endógenos (APA I.P., 2012).

Também é necessário dar atenção à seguinte legislação:

- Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho - Aprova o regime geral da gestão de resíduos;
- Portaria n.º 335/97, de 16 de maio - Fixa as regras a que fica sujeito o transporte de resíduos dentro do território nacional;
- Decisão da Comissão n.º 2014/955/EU, de 18 de dezembro - Relativa à lista de resíduos;
- Decreto-Lei n.º 45/2008, de 11 de março - Relativo à transferência de resíduos;
- Portaria n.º 289/2015, de 17 de setembro - Regulamento de funcionamento do Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER);
- Despacho n.º 11187/2014, de 11 de agosto - Condições padrão para a armazenagem de resíduos (tratados ou produzidos) em estabelecimentos industriais (DR, 2.^a Série, n.º 170, de 04-09-2014).

Ressalta-se que os crimes contra o ambiente estão previstos no Código Penal, mormente no Artigo 279.º Poluição, onde entre outras penalidades, se prevê o seguinte:

“Quem, não observando disposições legais, regulamentares ou obrigações impostas pela autoridade competente em conformidade com aquelas disposições, provocar poluição sonora ou poluir o ar, a água, o solo, ou por qualquer forma degradar as qualidades destes componentes ambientais, causando danos substanciais, é punido com pena de prisão até 5 anos.”

2.1.4. Legislação Ambiental no Brasil

As bases da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) foram criadas no ano de 1981 e tiveram sua inspiração na Conferência de Estocolmo, 1972. A partir daí surgiu o Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, que definiu a estruturação dos órgãos e entidades de todos os níveis federativos que são responsáveis pela aplicação da PNMA (REGO, 2013).

A Constituição Federal, promulgada em 1988, teve uma preocupação ambientalista, conforme lê-se no *caput* do Artigo 225:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

A Lei n.º 6.938 de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a PNMA, em seu art 6º define os órgãos e as entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos territórios e dos municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, constituindo o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), estruturado da seguinte forma:

- Conselho de Governo: assessora o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais;
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA): tem a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo as diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar sobre normas e padrões;
- Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República: deve planejar, coordenar, supervisionar e controlar a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente;

- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Instituto Chico Mendes): possuem a finalidade de executar a política e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente, de acordo com as respectivas competências;
- Órgãos Seccionais: órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental;
- Órgãos Locais: órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades.

As Resoluções CONAMA definem normas e padrões a serem seguidos. De entre as 490 resoluções publicadas até fevereiro de 2018, as seguintes merecem destaque:

- Resolução CONAMA n.º 382, de 26 de dezembro de 2006, complementada pela Resolução n.º 436, de 2011. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas;
- Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências;
- Resolução CONAMA n.º 313, de 29 de outubro de 2002, revoga a Resolução CONAMA n.º 6/88. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais;
- Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997, altera a Resolução n. 1/86 (revoga os art. 3º e 7º). Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental;
- Resolução CONAMA n.º 1, de 8 de março de 1990. Dispõe sobre os critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política;
- Resolução CONAMA n.º 9, de 3 de dezembro de 1987. Dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental;
- Resolução CONAMA n.º 430, de 13 de maio de 2011, complementa e altera a Resolução n.º 357/2005. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes;
- Resolução CONAMA n.º 420, de 28 de dezembro de 2009, alterada pela Resolução CONAMA n.º 460/2013 (altera o prazo do art. 8º, e acrescenta novo parágrafo). Dispõe

sobre os critérios e os valores orientadores da qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para a gestão ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas;

- Resolução CONAMA n.º 436, de 22 de dezembro de 2011, complementa as Resoluções n.º 05/1989 e n.º 382/2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007.

Nas áreas da sua jurisdição, os estados poderão elaborar normas supletivas e complementares e padrões relacionados com o meio ambiente, tendo em conta o que for estabelecido pelo CONAMA. Da mesma forma, os municípios também poderão elaborar normas próprias, desde que respeitem o estabelecido pelas normas e os padrões federais e estaduais.

As sanções penais e administrativas a que estão sujeitas pessoa física ou jurídica que cometa conduta ou atividade lesiva ao meio ambiente são descritas pela Lei n.º 9.606 de 12 de fevereiro de 1998. Os tipos de crimes estão divididos em seis categorias:

- Crimes contra a fauna;
- Crimes contra a flora;
- Poluição e outros crimes ambientais;
- Crimes contra o ordenamento urbano e o património cultural;
- Crimes contra a administração ambiental e infrações administrativas.

O art. 14 da Lei 6.938/81 informa que o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores à:

- Multa simples ou diária;
- Perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público;
- Perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito;
- Suspensão da atividade.

Deve-se citar também a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esta lei instituiu como instrumento a logística reversa e a sua obrigatoriedade nas seguintes atividades: agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, bem como de outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de

sódio e mercúrio e de luz mista; equipamentos eléctricos e electrónicos (EEE) e seus componentes.

E a Lei n.º 6.803, de 02 de julho de 1980, que dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição. E também Lei n.º 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

2.2. Licenciamento Ambiental

O licenciamento ambiental é uma ferramenta de gestão amplamente utilizada pelo Poder Político com o intuito de garantir a conformidade para que estas sejam instaladas em locais seguros e executem as suas atividades de acordo com as exigências legais cabíveis, visando a preservação do meio ambiente.

De seguida, apresentam-se as características, exigências e procedimentos para o licenciamento ambiental em Portugal e no Brasil.

2.2.1. Licenciamento Ambiental em Portugal

O Decreto-Lei n.º 75/2015 de 11 de maio, do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, define a Licença Ambiental como:

“A decisão que visa garantir a prevenção e o controlo integrados da poluição proveniente das instalações que desenvolvem uma ou mais atividades constantes do anexo I do REI, aprovado pelo Decreto -Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto, estabelecendo as medidas destinadas a evitar, ou se tal não for possível, a reduzir as emissões para o ar, água e solo, a produção de resíduos e a poluição sonora, constituindo condição necessária da exploração dessas instalações.”

Este Decreto estabelece o Sistema da Indústria Responsável e os procedimentos necessários ao acesso e exercício da atividade industrial, à instalação e exploração de Zonas Empresariais Responsáveis (ZER) e o processo de acreditação de entidades.

E o regime de Licenciamento Único Ambiental (LUA), como o procedimento que incorpora em um único título os seguintes regimes de licenciamento e controle prévio no domínio do ambiente:

- Avaliação de impacto ambiental;
- Prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para o homem e o ambiente;
- Emissões industriais (REI);
- Comércio de licenças de emissão de gases com efeito estufa;
- Gestão de resíduos;
- Atribuição de títulos de utilização de recursos hídricos (TURH);
- Deposição de resíduos em aterro, características técnicas e os requisitos a observar na conceção, licenciamento, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros;
- Licenciamento da instalação e da exploração dos centros integrados de recuperação, valorização e eliminação de resíduos perigosos;
- Os procedimentos ambientais previstos no regime jurídico de gestão de resíduos das explorações de depósitos minerais e de massas minerais;
- Os procedimentos de avaliação de incidências ambientais (AINCAS).

O Licenciamento Único Ambiental resulta num procedimento de emissão do Título Único Ambiental (TUA), que engloba todos os atos de licenciamento e de controlo prévio relativos ao ambiente aplicáveis à solicitação do estabelecimento ou atividade em questão.

O LUA é da responsabilidade da APA, I.P., funcionando a partir do Sistema Integrado de Licenciamento do Ambiente (SILiAmb), plataforma eletrónica a qual têm acesso todos os organismos intervenientes para os procedimentos em curso, por onde são realizados os pedidos de licenciamento ou controlo prévio ambiental abrangidos, quando os mesmos não tramitam no âmbito dos regimes aplicáveis ao exercício de atividades económicas.

O LUA tem articulação com os regimes de licenciamento ou controle prévio aplicáveis aos estabelecimentos ou de atividades económicas. Como o Sistema da Indústria Responsável, Regime de Exercício das Atividades Pecuárias, Regulamento de Licenças para Instalações Elétricas.

Relativamente aos pedidos de licenciamento ambiental de instalações abrangidas pelo Anexo I do REI, devem ser submetidos eletronicamente no SILiAmb. Assim, se a atividade económica ou estabelecimento se encontrar abrangido por (APA, 2018):

- Diploma Sistema da Indústria Responsável (SIR), o pedido de licenciamento deve ser efetuado através do Balcão do Empreendedor, no portal do cidadão, que é interoperável com o módulo Lua no SILiAmb. Para a renovação da Licença ambiental

com ou sem alteração, o pedido deve ser efetuado no estrito cumprimento das orientações da respetiva entidade coordenadora do exercício da atividade económica;

- Outros regimes de licenciamento do exercício da atividade económica que não o SIR, com exceção dos regimes de licenciamento da atividade económica do domínio do ambiente, o pedido de licenciamento deve ser submetido no módulo LUA, alojado no SILiAmb, sendo que após liquidação do Documento Único de Cobrança, emitido automaticamente, o requerente deve iniciar o respetivo pedido na Entidade coordenadora do Licenciamento do exercício da atividade económica respetiva, adicionando ao processo o comprovativo de submissão e pagamento do pedido de licenciamento dos regimes de licenciamento no domínio do ambiente aplicáveis;
- Regimes de exercício da atividade económica do domínio do ambiente, em que exista entidade coordenadora do domínio do ambiente, a submissão dos pedidos é efetuada no módulo LUA alojado no SILiAmb.

Em Portugal, as entidades licenciadoras competentes são:

- Agência Portuguesa do Ambiente (APA I.P.);
- Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR).

2.2.2. Licenciamento Ambiental no Brasil

De acordo com o art. 1º da Resolução CONAMA n.º 237/97:

“I - Licenciamento Ambiental: procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

II - Licença Ambiental: ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.”

Ainda conforme essa Resolução, compete ao IBAMA o licenciamento ambiental, a que se refere o artigo 10 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional.

As demais atividades potencialmente poluidoras devem ser licenciadas pelos órgãos seccionais (estados) ou pelos órgãos locais (municípios).

A tabela 2 enumera as etapas necessárias para o licenciamento ambiental, conforme a Resolução CONAMA n.º 237/97.

Tabela 2. Etapas para o licenciamento ambiental. (Fonte: Elaboração própria, 2018)

Etapas para o licenciamento ambiental de acordo com a Resolução CONAMA n.º 237/97	
1	Definição pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida.
2	Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade de acordo com os modelos de publicação de pedidos de licenciamento, em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão, de acordo com os modelos contidos na Resolução CONAMA n.º 6, de 24 de janeiro de 1986.
3	Análise pelo órgão ambiental competente dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias.
4	Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios.
5	Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente.
6	Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios.
7	Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico.
8	Deferimento ou indeferimento do pedido de licença. Deve-se dar a devida publicidade, conforme a Resolução CONAMA n.º 6, de 24 de janeiro de 1986.

3. Enquadramento Teórico

Neste capítulo será apresentada uma breve contextualização histórica, os principais conceitos para o desenvolvimento sustentável, a *Green Production* e a filosofia *Lean*.

3.1. A Era Industrial

Para compreender a situação atual, deve-se ter um conhecimento histórico de como foi o desenvolvimento das indústrias e os respectivos impactos que trouxeram para a sociedade. A Era Industrial teve a sua génese na produção artesanal. Onde a figura do artesão detinha todo o conhecimento para a completa elaboração do projeto e o executava com o auxílio de ferramentas e equipamentos rudimentares. Nessa época não era exigido uma padronização dos artigos produzidos e a sua produção acabava por ser forma de única (Rodrigues, 2014).

Segundo Rego (2013), a Revolução Industrial iniciou-se no século XVIII e teve sua origem em Inglaterra, traduzindo-se numa evolução nos processos produtivos, trazendo uma nova conceção entre o trabalho humano e as máquinas. No século XIX atinge a internacionalização, como consequência, passou-se a exigir uma quantidade maior de matérias-primas para garantir o crescimento económico e comercial dos países envolvidos. Durante esse período, as preocupações com o meio ambiente eram desprezadas.

Assim, o século XIX encerra-se com as seguintes características:

- Processo de mecanização crescente;
- Surgimento de novas aplicações da tecnologia;
- Surgimento de uma economia de mercado;
- Novas expectativas e desejos do consumidor.

Nesse contexto, tiveram início os estudos para os fundamentos da gestão dos processos produtivos, com Frederick Taylor. Esta falta de padronização na produção impulsionou Henry Ford a instalar uma linha de montagem de automóveis visando a produção padronizada. O que mais tarde deu origem ao sistema de produção em massa (Rodrigues, 2014).

Desde o século XVIII, a indústria passou por três revoluções e, atualmente, encontra-se na sua quarta evolução.

Pode-se citar como características das três primeiras fases:

- Mecanização e uso da energia hídrica e a vapor;

- Introdução de divisão de trabalho e produção em grande escala com a ajuda da energia elétrica;
- Uso da eletrônica e da tecnologia da informação para a automação da produção industrial.

Já a quarta revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0, é marcada pela digitalização, que representa um novo nível de organização e controlo na fabricação, usando tecnologias digitais para informações em tempo real (Hoellthaler et al., 2018).

A figura 2 ilustra as quatro revoluções industriais, o seu período de vigência e as suas principais características.

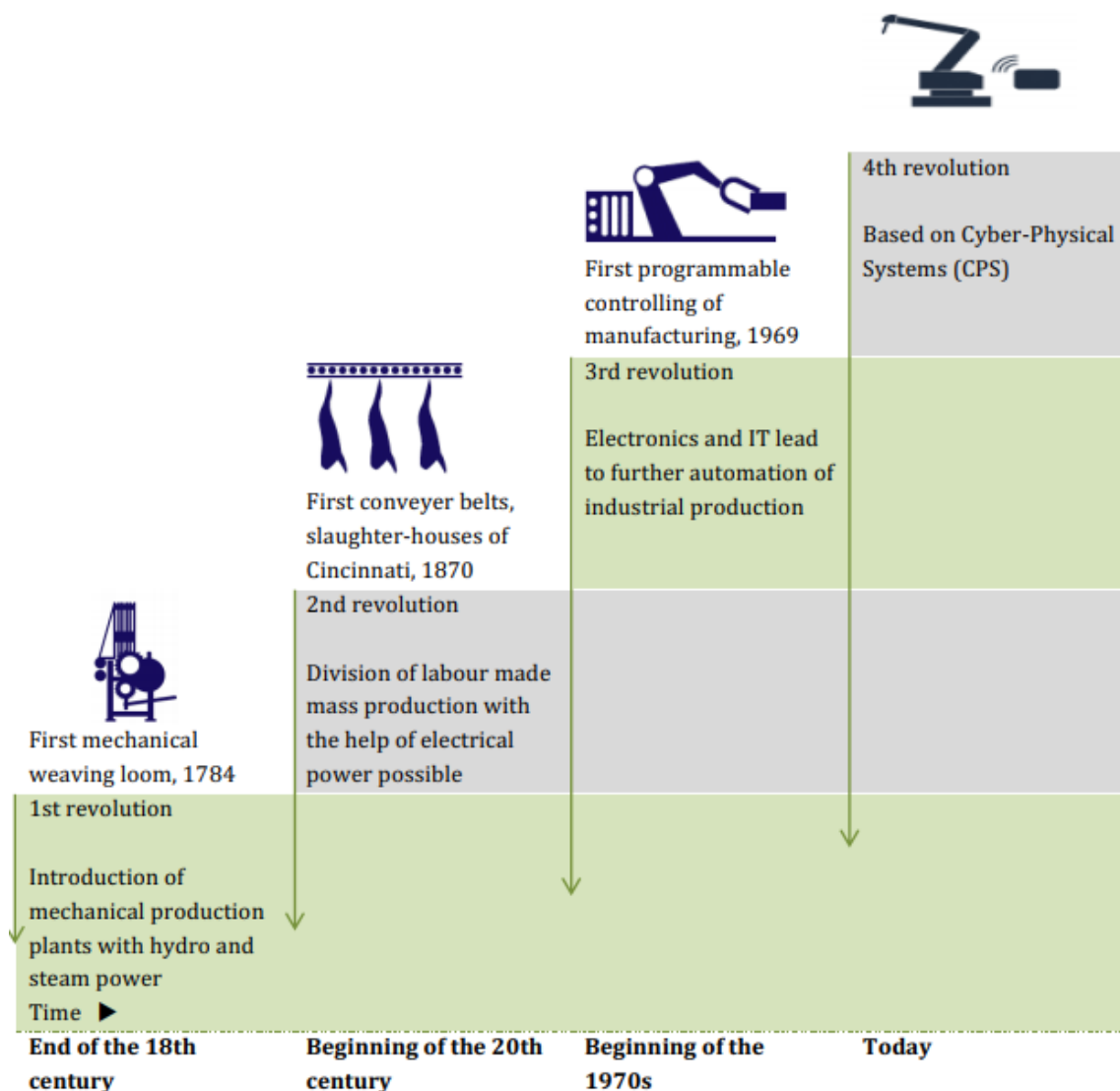


Figura 2. As quatro Revoluções Industriais e as suas características. (Fonte: IndustriALL Global Union, 2017)

Bauer et al. (2018) definem a Indústria 4.0 como sendo uma rede inteligente e digital de pessoas, equipamentos e objetos em tempo real, onde a gestão de processos de negócios cria

redes de valor. E as tecnologias como a Internet das Coisas, *cyber* sistemas físicos, automação industrial, robótica inteligente, grandes análises de dados, etc. são aplicados e podem ser agrupadas em tecnologias e sistemas. O seu objetivo é permitir às pessoas e às coisas de serem constantemente ligadas umas às outras.

Desde a primeira revolução industrial que as economias mundiais desenvolveram uma conceção de crescimento económico tendo como base um modelo linear, “*take-make-consume-dispose*”, inferindo que os recursos utilizados na fabricação e exploração são abundantes, de fácil extração e que o seu posterior descarte é algo barato e sem grandes consequências (COM, 2014). No entanto, começa-se a perceber a problemática deste conceito devido à limitada disponibilidade dos recursos (Tucker, 2017).

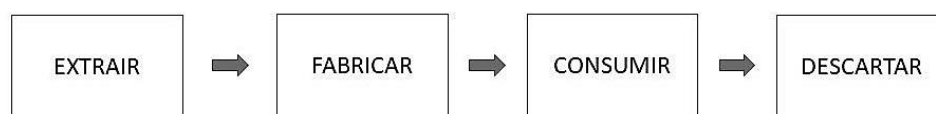


Figura 3. Modelo de economia linear de fim-de-vida. (Fonte: Elaboração própria, 2018)

Atualmente, este conceito começa a ser substituído pela economia circular e possui grande incentivo por parte da União Europeia. Esta temática será abordada no subcapítulo 3.2.1.

A digitalização característica da Indústria 4.0 pode trazer vantagens referentes à sustentabilidade. Visto que a produção digitalizada permitirá promover o uso eficiente de matérias-primas e os chips RFID guardam as informações sobre a montagem do produto em relação a que materiais são usados em quais componentes. Entretanto, nesse mesmo sentido, também podem trazer consequências negativas devido à aceleração dos ciclos de produto e consequente aumento da obsolescência dos mesmos. Resultando numa maior geração de resíduos e procura por novos recursos (IndustriALL Global Union, 2017).

Pearson e Foxon (2012) questionaram se a transição de baixo carbono poderia ser considerada como uma revolução industrial de baixo carbono. Como proposições para fundamentar esta teoria, consideraram que a escala de mudanças tecnológicas, institucionais e práticas, bem como os ganhos de produtividade e os benefícios de bem-estar económico poderiam ser comparados aos das revoluções passadas.

Chris Huhne, Secretário de Estado para Energia e Mudança Climática do Reino Unido no período de 2010 a 2012, num discurso proferido em 2011, reforçou a importância do crescimento verde para a Grã-Bretanha. Pois permite aumentar a produtividade, a inovação e a eficiência. Assim como, criar novos mercados, aumentar a confiança e estabilidade para os investidores. Nesse mesmo ano, os bens e serviços de baixo carbono equivaliam a 3.2 biliões de libras e empregavam 28 milhões de pessoas. Entre os anos de 1999 e 2008, as patentes para a energia renovável aumentaram em 24% a cada ano. Os veículos elétricos e os híbridos

subiram 20% e a eficiência energética acima de 11%. Atualmente o investimento em energias renováveis supera o investimento em combustíveis fósseis (GOV.UK, 2011).

3.2. Desenvolvimento Sustentável

Antes de apresentar o conceito de desenvolvimento sustentável convém explicar o conceito de resíduo ambiental. O resíduo ambiental é definido como o uso desnecessário de recursos e/ou substâncias libertadas no ar, na água ou nos solos que possam prejudicar a saúde humana ou o meio ambiente. Os resíduos ambientais incluem a energia, a água ou matérias-primas consumidas em excesso para atender as necessidades do cliente; poluentes e resíduos de materiais libertados no meio ambiente; substâncias perigosas que afetam adversamente a saúde humana ou o meio ambiente durante o seu uso na produção ou a sua presença em produtos (EPA, 2016).

No Relatório Brundtland, apresentado em 1987, define-se pela primeira vez o conceito de Desenvolvimento Sustentável como um modelo de desenvolvimento que supra às necessidades presentes, mas sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Com o reconhecimento da problemática ambiental, inseriu-se o conceito de desenvolvimento sustentável para o setor industrial. Levando a responsabilidade corporativa a incluir questões ambientais em todos os níveis das operações da empresa (Thant e Charmondusit, 2010).

Muñoz-Villamizar et al. (2018) definem sustentabilidade como a expansão do ponto de vista corporativo para abranger simultaneamente os aspetos ambientais, sociais e económicos. Algo conhecido como *Triple Bottom Line*.

O conceito de *Triple Bottom Line* (TBL) fornece uma relação equilibrada entre os aspectos económicos, sociais e ambientais da gestão empresarial. O TBL baseia-se em três pilares, que juntos levam à sustentabilidade (Elkington, 2011):

- I. Lucro: incide sobre o valor económico gerado pela empresa para atender à expectativa de acionistas;
- II. Pessoas: uso de práticas justas para os funcionários, parceiros e comunidade em que a empresa desenvolve suas atividades;
- III. Planeta: adoção de práticas ambientais sustentáveis e redução do impacte ambiental através da redução de poluentes e resíduos em processos de produção.

Ramos e Gomes (2014), conforme ilustrado na figura 4, afirmam que quando apenas duas dessas três dimensões são atendidas, considera-se que o sistema é:

- Viável (económico com meio ambiente);
- Equitativo (económico com social);
- Suportável (meio ambiente com social).

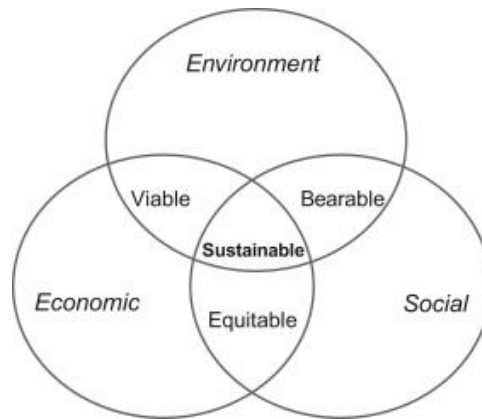


Figura 4. Relação entre os pilares da sustentabilidade. (Fonte: Ramos e Gomes, 2014)

De acordo com Ahmad et al. (2018), a sustentabilidade, de acordo com o conceito do *Triple Bottom Line*, é definida como a capacidade de um produto funcionar continuamente, com os menores impactes ambientais e a proporcionar benefícios económicos e sociais.

De entre os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável, estabelecido pela ONU em 2015, para a nova agenda de ação até 2030, em função do objetivo desta dissertação, destacam-se os seguintes:

- Objetivo 6 - Água potável e saneamento: até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a libertação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo para metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente;
- Objetivo 7 - Energias renováveis e acessíveis: até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global. Duplicar a taxa global de melhoria da eficiência energética;
- Objetivo 9 - Indústria, inovação e infraestruturas: promover a industrialização inclusiva e sustentável e, até 2030, aumentar significativamente a participação da indústria no setor de emprego e no Produto Interno Bruto (PIB) e duplicar a sua participação nos países menos desenvolvidos. Até 2030, modernizar as infraestruturas e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com maior eficiência no uso de

recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos;

- Objetivo 12 - Produção e consumo sustentáveis: até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais. Reduzir para metade o desperdício de alimentos per capita a nível mundial, de retalho e do consumidor, e reduzir os desperdícios de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo os que ocorrem pós-colheita. Até 2020, alcançar a gestão ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida, de acordo com os marcos internacionais acordados e reduzir significativamente a libertação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactes negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente. Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização. Incentivar as empresas a adotar práticas sustentáveis e a integrar informação sobre sustentabilidade nos relatórios de atividade. Garantir que as pessoas tenham informação relevante e consciencialização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.

3.2.1. Economia Circular

O conceito de Economia Circular baseia-se na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia. A economia circular modifica a definição estabelecida pela economia linear de fim-de-vida, substituindo-a por fluxos circulares de reutilização, restauração e renovação (Eco.nomia, 2018). A economia circular mantém os recursos na economia quando os produtos atingem o final da sua vida útil. A sua abordagem elimina os resíduos desde a conceção e implicam em uma inovação ao longo de toda a cadeia de valor, não concentrando a solução para o fim da vida útil do produto (COM, 2014).

A Economia Circular é um modelo económico reorganizado através da coordenação dos sistemas de produção e consumo em circuitos fechados. Possui uma visão mais ampla que a tradicional, para tanto, deve ser concebida desde o redesenho de processos, produtos e novos modelos de negócio. Consiste na minimização da extração de recursos, maximização da reutilização, aumento da eficiência e desenvolvimento de novos modelos de negócios (Eco.nomia, 2018). Este conceito vem de encontro aos objetivos atuais da política ambiental da União Europeia: redução das emissões de carbono, aumento da eficiência energética, reindustrialização sustentável da economia da UE e a garantia do acesso às matérias-primas, reduzindo simultaneamente os impactes ambientais e as emissões de gases com efeito de estufa.

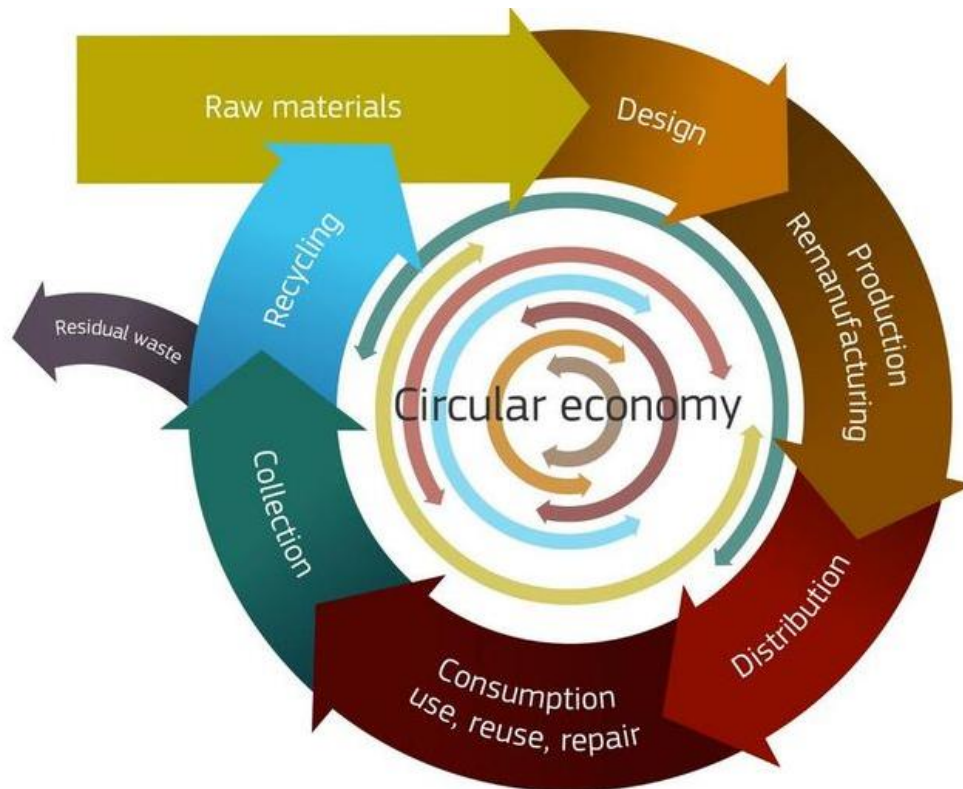


Figura 5. Modelo de produção de acordo com a economia circular (Fonte: Eco.nomia, 2018).

A Comissão Europeia, no seu programa para acabar com os resíduos na Europa (2014), afirma que a economia circular poderá resultar em ganhos, tais como:

- A estimativa é que a melhoria de eficiência na utilização dos recursos em todas as cadeias de valor reduzirá as necessidades de novos materiais em 17% a 24% até 2030;
- A melhor utilização dos recursos representará uma poupança total potencial de 630 mil milhões de euros por ano para a indústria europeia;
- Economias de custos com materiais, com potencial para aumentar o PIB da UE em 3,9% através da criação de novos mercados e novos produtos e para criar valor para as empresas;
- A produtividade dos recursos na UE cresceu 20% entre 2000 e 2011. A manutenção desta taxa conduzirá a um aumento adicional de 30% até 2030 e poderá fazer aumentar o PIB quase 1%, criando ao mesmo tempo mais de 2 milhões de postos de trabalho;
- A prevenção dos resíduos, a conceção ecológica, a reutilização e medidas similares poderão permitir poupanças líquidas para as empresas da UE de 600 mil milhões de euros, ou 8% do total do seu volume de negócios anual, e uma redução de 2% a 4% das emissões totais anuais de gases com efeito de estufa;

- Beneficiação para as empresas europeias através do rápido crescimento dos mercados das ecoindústrias, que está previsto duplicar entre os anos de 2010 e 2020.

O funcionamento da economia circular pode incluir:

- Aligeiramento: redução da quantidade de materiais necessários para a prestação de um determinado serviço;
- Durabilidade: prolongamento da vida útil dos produtos;
- Eficiência: redução da utilização de energia e de materiais nas fases de produção e utilização;
- Substituição: redução do uso de materiais perigosos ou difíceis de reciclar em produtos e processos de produção;
- Criação de mercados para produtos reciclados: considerados como matérias-primas secundárias;
- *Ecodesign*: conceção de produtos que sejam mais fáceis de manter, reparar, modernizar, reutilizar ou reciclar;
- Serviços de manutenção e reparação: desenvolvimento dos serviços necessários para os consumidores;
- Incentivo e o apoio à redução dos resíduos e à triagem de alta qualidade por parte dos consumidores;
- Incentivo à triagem: sistemas de recolha que minimizem os custos de reciclagem e reutilização;
- Simbiose industrial: facilitação do agrupamento de atividades, a fim de evitar que os subprodutos se transformem em resíduos;
- Encorajamento a uma maior possibilidade de escolhas por parte dos consumidores através de modalidades de aluguel, empréstimo ou partilha de serviços como alternativa à aquisição de produtos.

Através do 7.º PAA - o Programa Geral de Ação da União para 2020 em matéria de Ambiente, a União Europeia definiu o seu objetivo político em reduzir a geração de resíduos, reciclar para transformar em fonte importante e fiável de matérias-primas para a União, recuperar energia apenas de materiais não recicláveis e eliminar praticamente a deposição em aterro.

O Relatório das águas 2017 (UNWATER) discorre sobre a problemática e soluções para as águas residuais. O seu uso pode acrescentar novos fluxos de receitas ao seu tratamento, recuperação de nutrientes, como fósforo e nitrogénio, e de energia. No entanto, infelizmente, a maioria das águas residuais é lançada de volta no meio ambiente *in natura* ou sem o tratamento adequado completo.

Para o controlo, a primeira etapa consiste em manter os volumes e a toxicidade da poluição num nível mínimo no local de origem. Isto inclui a substituição por matérias-primas ecologicamente compatíveis, elementos químicos biodegradáveis e o treino das equipas profissionais. A segunda etapa consiste em reciclar água sempre que possível dentro do próprio estabelecimento industrial, minimizando o descarte. Nisto, a simbiose industrial é uma excelente possibilidade para o uso e a reciclagem dos efluentes industriais. E pode ser implementada em parques ecoindustriais para que várias indústrias beneficiem dos fluxos de águas residuais, assim como da reciclagem da água e dos seus subprodutos, levando à economia de custos de tratamento.

O *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) é uma associação mundial dedicada ao desenvolvimento sustentável, com cerca de 200 empresas líderes e com uma receita combinada de mais de 8,5 biliões de dólares e um total de 19 milhões de funcionários. De acordo com o WBCSD, a economia circular pode significar uma oportunidade no valor de 4,5 biliões de dólares. Assim, foi desenvolvido o *Factor 10* como iniciativa de economia circular. Trata-se de uma plataforma para ajudar na identificação e remoção das barreiras existentes e criar soluções escalonáveis que sejam replicáveis para qualquer tipo de empresa (WBCSD, 2018).

O WBCSD publicou em 2017 um estudo denominado “8 casos de negócios para a economia circular”, proveniente do resultado de mais de 100 entrevistas a gestores, que podem ser usadas para justificar as práticas de economia circular em toda a linha:

- Gerar (*Gener8*): criar receita adicional de produtos e processos existentes;
- Inovar (*Innov8*): estimular a inovação de novos produtos e serviços;
- Moderar (*Moder8*): reduzir custos operacionais;
- Cativar (*Captiv8*): envolver clientes e funcionários;
- Diferenciar (*Differenti8*): distinguir da concorrência;
- Integrar (*Integr8*): alinhar com a estratégia ou missão corporativa;
- Aclimar (*Acclim8*): adaptar modelos de negócios e relacionamentos de cadeia de valor;

- Isolar (*Insul8*): mitigar a exposição ao risco linear.

3.3. Green Production

As indústrias geram impactos ambientais desde a extração da matéria-prima, uso de água e energia, emissões atmosféricas, o uso dos produtos até à deposição final do produto. Atualmente, o resultado destes impactos ambientais tem forçado as organizações a procurarem uma gestão ambiental proativa e mais estratégica (Jabbour et al., 2014).

Como bem explicam Muñoz-Villamizar et al. (2018) o impacto negativo sobre o meio ambiente causado pelas emissões de CO₂ torna imprescindível que as indústrias reduzam as suas emissões. Pois, na ausência de iniciativas ambientais positivas, as atividades de fabricação irão levar à criação de grandes quantidades de resíduos, exploração desordenada dos recursos naturais e consumo excessivo de energia. Acarretando no aquecimento global, mudanças nos padrões climáticos, formação de chuva ácida e poluição do ar.

O Programa de Produção *Green Cleaner* foi lançado em 1989 pelo PNUMA/ONUDI (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente/Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial), tendo como objetivo a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aplicada a processos, produtos e serviços para reduzir riscos para os seres humanos e o meio ambiente (Abreu, 2017).

Ganghi et al. (2017) afirmam que o *Green Manufacturing* é um conjunto de atividades que ajuda na minimização de resíduos e proporciona um ambiente saudável para a sociedade. A *United States Environmental Protection Agency* (EPA) (EPA, 2016) evidencia que as práticas ambientais se aplicam nos objetivos das práticas de fabricação, mas, no entanto, são normalmente citadas apenas como iniciativas de proteção ambiental.

Para Seth et al. (2018) o *Green* não tem o mesmo significado que sustentabilidade, embora estejam relacionados. O *Green* geralmente é associado a produtos e/ou práticas, incluindo processos que não prejudicam o meio ambiente. Já a sustentabilidade tenta abranger a totalidade de uma empresa, considerando todos os processos, incluindo a produção e a gestão da cadeia de fornecimentos.

Alayón et al. (2017) entendem o *Green Manufacturing* como práticas de produção sustentável que afetam positivamente o desempenho ambiental, social ou económico de uma empresa, ajudando a controlar ou mitigar os impactos das operações no *Triple Bottom Line*.

Segundo Pampanelli et al. (2014), uma empresa que utilize o *Green Production* deve agir de forma a minimizar os danos causados ao meio ambiente. Para tanto, pode beneficiar de diferentes práticas ambientais, que têm como objetivo geral:

- ✓ Melhorar a produtividade no uso de recursos naturais, como a energia e os materiais;
- ✓ Reduzir o impacto ambiental.

O *Green Manufacturing* pode ser operacionalizado através das iniciativas ou práticas *Green*, onde pode-se citar (Muñoz-Villamizar et al., 2018):

- Colaboração ambiental com fornecedores;
- Fiscalização do mercado para as questões ambientais;
- *Design* ambiental;
- Redução de resíduos;
- Busca por material de fontes amigáveis,
- Certificação ISO 14001;
- Logística;
- Clientes com concepção ecológica;
- Utilização de embalagem ambientalmente amigável;
- Reciclagem;
- Remanufatura.

Segundo Pampanelli et al. (2014), entre as práticas ambientais ou práticas *Green* conhecidas, pode-se citar também a produção mais limpa, a ecoeficiência e a análise do ciclo de vida.

Garza-Reyes (2015) cita como iniciativas *Green*: gestão de operações ambientais (*green operations*), *green manufacturing*, *green supply chains* (GSC), logística reversa (*reverse logistics*), *ecodesign*, projeto para ambiente (*design for environment*) ou construção verde (*green building*), mapeamento de fluxo de valor sustentável (*sustainable value stream mapping*) e avaliação do ciclo de vida (*life cycle assessment*).

Durante a década de 90 foi difundida a ideia dos 3Rs: Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Atualmente, esse conceito foi ampliado para: Reduzir, Reutilizar, Reciclar, Recuperar, Redesenhar e Remanufaturar. A abordagem dos 6Rs merece ser destacada, já que acarreta uma maior recuperação de valor dos produtos em fim de vida e ciclos de vida subsequentes que levam a um fluxo de material quase ininterrupto (Faulkner e Badurdeen, 2014).

Dhingra et al. (2014) apontam a remanufatura como uma forma para economizar significativamente a energia e redução das emissões de CO₂. No entanto, Parlíkad e Mcfarlene (2007) ressaltam que durante a remanufatura e desmontagem são encontradas uma grande variedade de tipos, qualidade e condição das matérias-primas. O que muitas vezes resulta em incertezas quanto ao destino de um produto no final de sua vida útil. Assim, faz-se necessário que haja informações abrangentes sobre a identidade do produto que foi comercializado e as suas possíveis condições no momento de retorno. Tal detalhamento é importante visto que após a venda muita dessa informação é perdida, acarretando em dificuldades para a recuperação eficiente do valor dos produtos devolvidos.

De acordo com pesquisa realizada por Muñoz-Villamizar et al. (2018) e Galeazzo e Furlan (2014), as práticas ambientais podem ser classificadas em dois grupos:

- Ativas (proativas ou de prevenção): são aquelas que incluem mudanças na estrutura do processo. São as tecnologias de prevenção da poluição;
- Passivas (reativas ou de controle): não há qualquer intervenção estrutural. São as tecnologias de controle da poluição.

Conforme Thoumy e Vachon (2012), a prevenção da poluição pode criar valor, pois permite reduzir a poluição na fonte. Já as tecnologias de controle de poluição não podem fazer o mesmo.

Jabbour et al. (2014) resalta que as empresas podem estar divididas em diferentes níveis de maturidade ambiental, que pode ser classificada em três níveis:

- Reativo: a gestão ambiental tem a função de reagir aos problemas ambientais, como, multas e outras penalidades oriundas das autoridades públicas. Nesse contexto, a gestão ambiental é considerada um custo extra e um problema legal;
- Preventivo: considera-se que os custos de gestão ambiental sejam menores ao evitar a geração de poluição e problemas ambientais. As questões ambientais são vistas como responsabilidade de poucos funcionários, ou subordinados, sendo uma área com pouca influência estratégica;
- Proativo: neste nível a gestão ambiental é considerado um dos pilares para o diferencial competitivo, exercendo uma função organizacional. Por isso, incorpora questões ambientais no planejamento estratégico, no desenvolvimento de produtos, nos processos de produção e na comunicação com seu o público alvo.

Na figura 6 são enumeradas as características das práticas ambientais que podem ser implementadas pelas empresas.

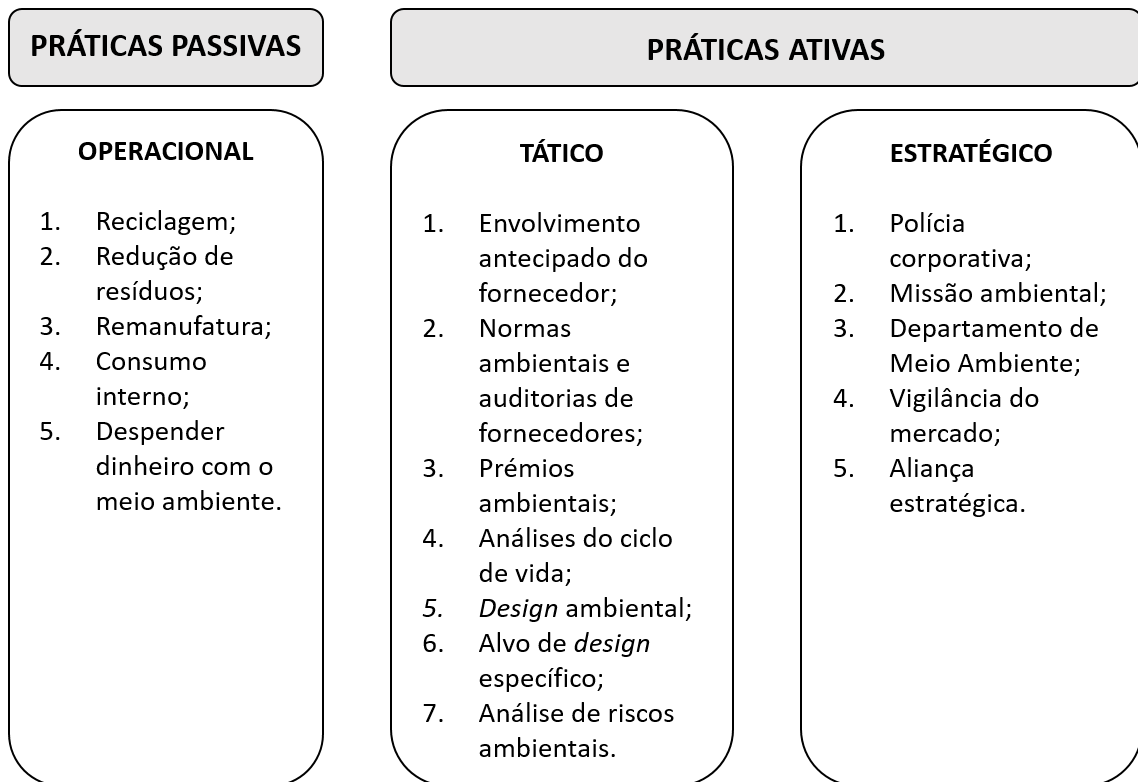


Figura 6. Classificação dos tipos de práticas ambientais (Fonte: Adaptado de Muñoz-Villamizar et al., 2018)

Na investigação de Thoumy e Vachon (2012), foram analisados relatórios de 79 projetos ambientais de organizações de manufatura na Província de Quebec. Os autores verificaram que os projetos que envolviam mudanças processuais, melhoria nos métodos de trabalho e formação/treino de funcionários mostraram-se mais benéficos que apenas a utilização de equipamentos. O projeto ambiental baseado em infraestrutura tem a grande vantagem de conseguir envolver os funcionários e assim chegar a um melhor desempenho organizacional.

Segundo Carvalho et al. (2017), as empresas que estabelecerem inovações ecológicas irão obter diversas vantagens, como o preço mais alto nos produtos ambientalmente sensíveis, a melhoria na imagem corporativa, o desenvolvimento de novos mercados e maior vantagem competitiva.

3.3.1. Ecoeficiência

O conceito de ecoeficiência foi criado pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) num documento elaborado para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que decorreu no Rio de Janeiro em 1992.

Segundo Cagno et al. (2005), a ecoeficiência industrial teve a sua origem na prevenção da poluição. Inicialmente, as técnicas de controlo de poluição limitavam-se a acumular e a

modificar os resíduos gerados, de acordo com as exigências legais vigentes, transformando-as em formas com menor impacte.

A ecoeficiência é um instrumento para a análise da sustentabilidade e gera melhorias além das previstas pelo uso de programas de conformidade regulatória. Tem como função indicar uma relação empírica nas atividades económicas entre o custo ambiental ou valor e o impacte ambiental. A sua importância reside no facto de que as relações entre a economia e o meio ambiente não são auto-evidentes (Thant e Charmondusit, 2010; Cagno et al., 2011). Trata-se de uma ferramenta importante para avaliar simultaneamente os desafios ambientais e económicos de uma empresa, tais como a degradação dos ecossistemas, provisão de meios essenciais como água, solo fértil e clima adequado (Abreu, 2017; Carvalho et al., 2017).

A ecoeficiência, ao juntar a excelência económica à ambiental, passou a conciliar ideias até então consideradas opostas. As empresas atuais perceberam que aumentando a capacidade de explorar a questão ambiental transformando-a em vantagem competitiva, tornava a ecoeficiência numa oportunidade para melhorar o desempenho do processo de produção e aumentar receitas, diminuir *non-product output*. Tudo com o uso da produção eficiente, melhorias no uso de matérias-primas e novos processos de produção. Incluindo a diminuição da quantidade de recursos naturais necessários (Cagno et al. 2005; 2011).

Duas agências governamentais federais, a *Industry Canada* e a *Atlantic Canada Opportunities Agency* (ACOA), no Canadá, adotaram ferramentas de ecoeficiência para Pequenas e Médias Empresas (PMEs) como estratégia de melhoria dos negócios e para alcançar um desenvolvimento sustentável. Muitas empresas já desenvolveram os seus próprios indicadores-chave de ecoeficiência para acompanhar consumo de energia, material, água, produção de resíduos e emissão de gases de efeito estufa (Thant e Charmondusit, 2010).

Pampanelli et al. (2014) citam como fatores críticos da ecoeficiência:

- A redução da intensidade dos materiais;
- A redução da intensidade energética;
- A redução da quantidade e nível de toxicidade das substâncias;
- A promoção de ciclos fechados e uso de estratégias significativas de fim de vida;
- A promoção de recursos renováveis, abundantes e locais;
- A melhoria da durabilidade dos produtos;
- A intensificação do uso de serviços.

E o WBCSD propõe como metas para a ecoeficiência:

- A minimização do uso de energia, água e solo;
- Suporte à *reciclabilidade* e à durabilidade do produto, com enfoque na embalagem;
- Minimização das emissões, das descargas e da dispersão de substâncias tóxicas;
- Foco nos conceitos de funcionalidade, flexibilidade e estrutura modular do produto;
- Presença do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) integrado com o sistema de gestão económica existente, para planear uma abordagem ecoeficiente.

Ao realizar a correta implementação das estratégias de ecoeficiência faz-se com que uma empresa alcance o desenvolvimento sustentável e assim atinja uma posição competitiva no mercado internacional (Carvalho et al., 2017).

Portanto, considera-se que a ecoeficiência foi alcançada quando se consegue realizar a entrega de produtos e/ou serviços com preços competitivos, que consigam satisfazer as necessidades do cliente, trazer qualidade de vida, reduzir os impactes ambientais e a intensidade do uso de recursos ao longo do ciclo de vida, a um nível compatível com a capacidade da Terra (Cagno et al. 2011).

Thant e Charmondusit (2010) defendem que uma padronização das definições e regras de decisão para calcular e relatar os indicadores de ecoeficiência ajudaria as empresas a estabelecerem metas mensuráveis e facilitaria as comparações entre empresas. Essa padronização também resultaria em indicadores que poderiam ser aceites, quantificáveis, verificáveis e transparentes.

3.3.2. Ecodesign

Karlsson e Luttrupp (2006) definem o *ecodesign* como o *design* num contexto de desenvolvimento sustentável. Estando, portanto, de acordo com o Relatório de Brundtland. E o qual tem como principal objetivo a redução das cargas ambientais.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente brasileiro (MMA, 2018), *ecodesign* pode ser definido como: a inserção de aspectos ambientais para determinar o desenvolvimento de produtos e executar serviços de forma a que se reduza o gasto dos recursos não-renováveis e/ou minimize o seu impacte ambiental no seu ciclo de vida. Através das substituições por produtos e processos menos nocivos ao meio ambiente, para que estes sejam social e culturalmente aceitáveis. O *ecodesign* segue alguns princípios, tais como:

- Escolha de materiais de baixo impacte ambiental: menos poluentes, não tóxicos, de produção sustentável ou reciclados, e que necessitem de menos energia para o processo de fabricação;
- Eficiência energética: minimização do consumo de energia para os processos de fabricação;
- Qualidade e durabilidade: produtos mais duráveis e com melhor funcionamento;
- Modularidade: objetos com peças intercambiáveis para que, em caso de defeitos ou avarias, possam ser trocadas;
- Reutilização/Reaproveitamento: projetar produtos para sobreviver após o seu ciclo de vida, podendo ser reutilizados ou reaproveitados para outras funções.

Cabe aos *designers* de produtos ecológicos suprir a necessidade de fornecer um benefício ao cliente com o menor custo ambiental e económico (Lutropp e Lagerstedt, 2006). Assim, o *Triple Bottom Line* deve ser considerado como parte do processo para que o desenvolvimento do *design* de um produto se dê em equilíbrio com os atributos funcionais e o desenvolvimento sustentável (Ahmad et al., 2017).

No estudo desenvolvido por Zhu e Sarkis (2004) com 186 empresas produtivas chinesas, o *ecodesign* mostrava-se positivamente relacionado ao desempenho económico.

Relativamente ao *ecodesign*, a ISO 14006: 2011 aplica-se aos aspectos ambientais relacionados como o produto, que uma organização possa controlar ou que ela possa influenciar, fornecendo diretrizes para auxiliar qualquer tipo de organização a estabelecer, documentar, implementar, manter e melhorar continuamente a gestão do *ecodesign* no sistema de gestão ambiental.

3.3.3. Produção mais limpa

Para Cagno et al. (2005), a produção mais limpa significa ações de proteção ambiental que são específicas para a empresa. Visa minimizar o desperdício e as emissões e ao mesmo tempo, maximizar o rendimento produtivo da empresa. Uma forma de minimizar o desperdício e as emissões nos processos industriais está em estratégias como a redução na fonte, caracterizada como a redução dos *inputs* utilizados na própria indústria, eliminando a maior quantidade possível de resíduos ainda na fonte de geração. Para tanto, pode-se adotar medidas como modificações no processo, substituição de matérias-primas e equipamentos mais eficientes, o investimento em tecnologia pode reduzir o uso dos recursos ou indicar melhores materiais e fontes de energia.

Com a produção limpa busca-se o uso cíclico de recursos. E os produtos residuais podem ser utilizados como matéria-prima para outro processo (Tucker, 2017).

Observa-se que cada vez mais as empresas de manufatura estão atentas à pegada de carbono de seus processos industriais e preocupadas em reduzi-las para uma produção mais limpa (Leme Júnior et al., 2018).

3.3.4. Análise do Ciclo de Vida (ACV)

A análise do ciclo de vida (*Life Cycle Assessment*) é um método para a avaliação de todos os impactos ambientais decorrentes de todas as etapas da vida de um produto ou processo, incluindo extração de recursos, processamento de materiais, fabricação, transporte, utilização e deposição no fim da vida (Hou et al., 2018; Muralikrishna e Manickam, 2017).

A análise do ciclo de vida modela a interação entre um produto e o ambiente, fornecendo dados detalhados sobre os impactos ambientais. Esta pode ser uma ferramenta útil para a indústria, pois pode evidenciar processos e materiais com potencial para criar impacto ambiental (Pampanelli et al., 2014).

Porém, mesmo com as metodologias de análise de ciclo de vida sendo amplamente utilizadas, há um problema comum a esta análise: uma avaliação completa é demorada e necessita de dados muito específicos. O que normalmente não está disponível nos estágios iniciais do desenvolvimento do produto (Kaebernick et al., 2003).

3.3.5. Certificação ISO 14001

A certificação de sistemas de gestão ambiental, ISO 14001, é uma excelente ferramenta para uma organização comprovar seu compromisso voluntário com a melhoria contínua do desempenho ambiental e assim obter a confiança dos clientes, dos seus colaboradores e da sociedade.

A norma ISO 14001 é uma norma que fornece a estrutura básica internacional para o estabelecimento de um sistema de gestão ambiental (SGA). Estabelece que as empresas devem avaliar os seus fornecedores e influenciá-los a implementar práticas ecologicamente corretas. Apoiar a redução de resíduos e poluição ao longo da cadeia de fornecimentos e também fornece os recursos necessários para o desenvolvimento, implementação, alcance, revisão e manutenção de uma política ambiental a ser adotada por uma empresa (Carvalho et al., 2017; Murmura et al., 2018).

A norma ISO 14001 foi publicada em 1996 e contava no ano de 2016 com 346.189 organizações certificadas no mundo, 8% a mais que o ano de 2015 (ISO, 2017).

Num estudo de caso, Castka e Balzarova (2018) observaram que as empresas podem pesquisar por intervenções incrementais, voltadas para a otimização dos arranjos de certificação existentes, ou por intervenções inovadoras, que visam reestruturar e redesenhar a sua abordagem para a certificação.

Murmura et al. (2018) referem como benefícios da implementação da norma ISO 14001: a possibilidade de gerir os custos e passivos ambientais, melhoria da consciencialização dos funcionários, redução de barreiras comerciais e aumento da vantagem competitiva, prevenção de riscos, atendimento às exigências legais, melhoria contínua do desempenho ambiental da empresa. Por outro lado, apontam como pontos negativos a dificuldade de medir a eficiência padrão e o aumento da burocratização.

3.3.6. *Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)*

O *Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)* ou Sistema de Ecogestão e Auditoria é o sistema da União Europeia de participação voluntária para as empresas e outras organizações empenhadas em avaliar, gerir e melhorar o desempenho ambiental. O EMAS complementa com diversos elementos os requisitos da norma ISO 14001. A implantação da referida norma permite às organizações migrarem desta para o EMAS sem duplicações de esforços. Uma das características do EMAS é a conformidade com a legislação ambiental, assegurada pela supervisão dos governos. E traz benefícios extras como: os incentivos financeiros por parte de vários Estados-Membros às organizações EMAS; poderem beneficiar-se de inspeções menos frequentes, redução das taxas das licenças e maior rapidez na concessão dessas licenças e melhor acesso a financiamento (EMAS, 2011).

De acordo com Murmura et al. (2018), o EMAS foi adotado em 1993 e entrou em vigor em abril de 1995, sendo emitido por um organismo público. Inicialmente estava aberto apenas a organizações e locais europeus que operam no setor industrial. Em 11 de janeiro de 2001, a adoção do EMAS II incluiu a sua extensão a todos os tipos de organizações, públicas ou privadas. Em janeiro de 2010 foi iniciado o EMAS III, expandindo sua atuação para organizações fora da União Europeia.

3.3.7. Green Supply Chain

As questões ambientais têm potencial para definir várias questões logísticas em toda a cadeia de fornecimento, como localização, fornecimento de matéria-prima, seleção modal e planejamento de transportes, entre outros (Ubeda et al., 2011).

A cadeia de fornecimentos ou *Supply Chain* estrutura-se como uma rede que deve garantir o fornecimento aos clientes, de produtos e serviços certos, no prazo, com as especificações exigidas e no lugar certo. Devido à sua importância e com a crescente pressão pela preocupação com os aspectos ambientais, surgiu o *Green Supply Chain Management (GSCM)* ou *Environmentally Sustainable Supply Chain Management* para ajudar as organizações e parceiros envolvidos a conseguirem obter lucro e quota de mercado juntamente com a redução de riscos e impactos ambientais; alcançar a eficiência ambiental e a competitividade de uma empresa. O seu uso em toda a cadeia de fornecimento resultará sobre o impacto ambiental da empresa. Sendo que nos casos de *Supply Chains* globais, a empresa pode ser responsabilizada pelos seus fornecedores (Carvalho et al., 2017; Fahimnia e Sarkis, 2015 Azevedo et al., 2011;).

A possibilidade de implementação do GSCM em uma empresa pode ocorrer com a adoção da compra ecológica, cadeias de fornecimento de gestão de ciclo de vida integrado e logística reversa (Zhu et al., 2008).

A Compra Ambientalmente Preferível (*Environmentally Preferable Purchasing*) ou Compra Ecológica (*Green Purchasing*) trata da aquisição de produtos e serviços com um efeito menor na saúde humana e no meio ambiente quando comparados com os produtos ou serviços similares. Permite evitar que uma empresa herde de seus fornecedores riscos financeiros e ambientais. Podendo ainda permitir melhorar o relacionamento com os fornecedores e trazer melhorias ao desempenho ambiental (University of Louisville, 2018).

A procura e preferência por materiais de fontes ambientalmente “amigáveis” traduz-se no desenvolvimento e uso de materiais de embalagens reutilizáveis, retornáveis, degradáveis ou fáceis de reciclar. Isto significa que, simultaneamente, os custos ambientais e o desperdício de negócios são reduzidos para melhorar a satisfação do cliente (Carvalho et al., 2017).

A definição de *Green supply chain management* pode ser agrupada em cinco categorias principais (Zhu et al., 2008):

1. Gestão ambiental interna;
2. Compra verde;
3. Colaboração com clientes;

4. *Ecodesign*;

5. Recuperação de investimentos.

O *Green supply chain management* deve considerar o *design* de produto, seleção e fornecimento de materiais, processos de fabricação, entrega do produto final aos consumidores, bem como a gestão do ciclo de vida do produto, até o encerramento do ciclo com a logística reversa. Estando presente no nível estratégico, tático ou operacional (Azevedo et al., 2011).

A figura 7 demonstra os quatro aspectos abordados pelo *Green* no contexto da *suplly chain*.

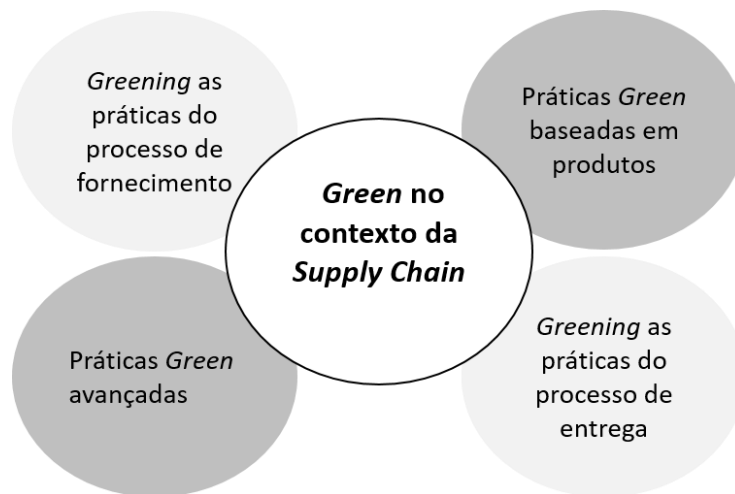


Figura 7. Práticas *Green* no contexto *Supply Chain*. (Fonte: Adaptado de Azevedo et al., 2011)

Fahimnia e Sarkis (2015) observaram que a gestão das emissões de gases com efeito estufa tem sido o objetivo ambiental mais utilizado pelas empresas e consideram que isso se deve ao facto do posicionamento global quanto às emissões de carbono como o principal contribuinte para as alterações climáticas.

De acordo com Jabbour et al. (2014), as práticas adotadas pelo GSCM podem ser internas, quando não há o envolvimento direto com o cliente e os fornecedores, ou externas, quando há transações entre os clientes e os fornecedores. E podem ser divididas nas seguintes categorias:

I. Práticas internas de gestão ambiental:

- ✓ Comprometimento da gestão de topo da empresa com a gestão ambiental na cadeia de fornecimentos;
- ✓ Cooperação interfuncional para a melhoria ambiental;
- ✓ Cumprimento de requisitos legais, ambientais e programas de auditoria;
- ✓ Certificação ISO 14001.

II. Compra verde, inserção de critérios ambientais no processo de compra:

- ✓ Seleção de fornecedores através de critérios ambientais;
- ✓ Cooperação com os fornecedores para alcançar objetivos ambientais;
- ✓ Auditoria ambiental em fornecedores;
- ✓ Avaliação de práticas de gestão ambiental para fornecedores básicos de matérias-primas.

III. Colaboração com os clientes:

- ✓ Cooperação com os clientes para o *design* ecológico;
- ✓ Cooperação com os clientes para produção mais limpa e uso de embalagens ambientais;

IV. Ecodesign:

- ✓ Tecnologias limpas de compra de empresas;
- ✓ Projeto de produtos com redução, reutilização, reciclagem ou recuperação de materiais, componentes ou energia;
- ✓ Projeto de produtos para evitar ou reduzir o uso de produtos perigosos e tóxicos.

V. Recuperação de investimentos:

- ✓ Venda de excesso de *stocks* e materiais;
- ✓ Venda de sucata e materiais usados;
- ✓ Venda de equipamentos usados, após a compra de novos.

A tabela 3, de acordo com Zhu et al. (2008), enumera os itens que devem ser tidos em consideração na análise de resultados de desempenho de GSCM.

Tabela 3. Itens para análise de resultados de desempenho GSCM. (Fonte: Adaptado de Zhu et al., 2008)

FATORES	ITENS DE MEDIÇÃO
Desempenho Ambiental	1. Redução de emissões para a atmosfera; 2. Redução de águas residuais; 3. Redução de resíduos sólidos; 4. Diminuição do consumo de materiais perigosos/nocivos/tóxicos; 5. Diminuição da frequência de acidentes ambientais; 6. Melhoria da situação ambiental de uma empresa.
Desempenho Económico	1. Diminuição do custo de aquisição de materiais; 2. Diminuição do custo para consumo de energia; 3. Diminuição da taxa de tratamento de resíduos; 4. Diminuição da taxa de descarga de resíduos; 5. Diminuição da multa por acidentes ambientais.

FATORES	ITENS DE MEDIÇÃO
Desempenho Operacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar a quantidade de mercadorias entregues no prazo; 2. Diminuir os níveis de <i>stock</i>; 3. Diminuir a taxa de deposição; 4. Promover a qualidade dos produtos; 5. Aumentar a linha de produtos; 6. Melhorar a utilização da capacidade.

Segundo Testa e Iraldo (2010), as organizações que desenvolvem a sua gestão ambiental voltada para a cadeia de fornecimentos têm nela o elemento-chave da visão estratégica de negócios para obter melhores resultados, tanto ambientais como comerciais. Referem também que na procura pelo melhor desempenho competitivo, normalmente, as empresas adotam uma das seguintes abordagens dentro do GSCM:

- Reputação: o desempenho ambiental de todo o ciclo de vida do produto pode ser melhorado;
- Eficiência: a estratégia de negócios voltada para a cadeia de fornecimentos pode reduzir o uso de matérias-primas por unidade de produto ou reduzir o peso e a espessura da embalagem através de soluções inovadoras;
- Inovação: o GSCM também pode ser visto como o resultado da estratégia de um líder de inovação.

3.3.8. Reciclagem

A reciclagem é um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo. Gerando diversos benefícios, tais como (MMA, 2018):

- Redução do consumo de recursos naturais, energia e água;
- Diminuição do volume de resíduos;
- Geração de empregos.

Luttropp e Johansson (2010) referem que a reciclagem na generalidade tem um baixo grau de industrialização em comparação com a produção de novos produtos.

Para esse fim, cita-se dois instrumentos legais importantes para processo:

A Diretiva 2000/53/CE sobre veículos em fim de vida (*Directive of End of Life Vehicles (ELV)*), que tem por objetivo minimizar o impacto ambiental decorrente dos milhões de toneladas de resíduos resultantes dos veículos a motor que tenham chegado ao fim da sua vida útil, e assegurar a melhor reutilização dos materiais e melhorar a poupança de energia, e para isso, estipula de que forma os novos veículos devem ser projetados e o modo como os resíduos devem ser recolhidos e tratados (EUR-Lex, 2015).

E o Decreto-Lei n.º 152-D/2017, de 11 de dezembro, que transpõe para o direito nacional português a Diretiva n.º 2012/19/UE, do Parlamento Europeu. Este Decreto unifica o regime da gestão de resíduos sujeitos ao princípio da responsabilidade alargada do produtor, aprova o regime jurídico da gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (REEE), estabelece medidas de proteção do ambiente e da saúde humana. Considera-se como REEE os equipamentos eléctricos e electrónicos (EEE) dos quais o detentor se desfaz ou tenha a intenção ou a obrigação de se desfazer. Sendo atribuída ao produtor do EEE a responsabilidade pela gestão do resíduo quando este atinge o final de vida, podendo esta ser assumida a título individual ou transferida para um sistema integrado (APA, 2018).

3.4. Lean

O *Lean* surgiu após a Segunda Guerra Mundial, num período em que as empresas automobilísticas japonesas não conseguiam competir com o sistema de produção em massa das empresas americanas (Garza-Reyes, 2015).

Este padrão de produção começou a ser questionado por Kiichiro Toyoda, fundador da *Toyota Motor Company*, o qual contou com o apoio de Eiji Toyoda, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo na criação e desenvolvimento do *Toyota Production System (TPS)* (Pampanelli et al., 2014). O TPS surgiu como uma opção à produção em massa, a Toyota criou um novo sistema de gestão focado na redução do desperdício em todos os aspectos de suas operações (Garza-Reyes, 2015). O TPS permitiu uma maior flexibilidade de produção, juntamente com a garantia da qualidade e entregas oportunas (Abreu et al., 2017). Tendo sido esta a base para a estruturação do *Lean Manufacturing* (Rodrigues, 2014).

O *Lean Manufacturing* é uma metodologia de gestão do chão de fábrica que continua a espalhar-se a nível global em vários setores da atividade económica desde seu surgimento (Pampanelli et al., 2017), é tido como uma referência para a melhoria contínua (Womack e Jones, 2003). Soliman et al. (2018) esclarecem que a gestão *Lean* é uma das abordagens mais usadas para a melhoria nas empresas de fabricação em relação à qualidade, custo e tempo.

O *Lean Manufacturing* apresenta como propósito o aumento da produtividade, fazer mais com menos recursos e suprimir fontes de desperdícios ao longo da cadeia de valor (Jabbour et al. 2013a).

Cada vez mais as expectativas dos clientes elevam-se quanto à qualidade e custo dos produtos. A fim de atender a essas expectativas, as empresas têm trabalhado com o uso de ferramentas *Lean*. Ele concentra-se em aumentar a eficiência operacional, reduzir custos e reconfigurar processos, oferece menor tempo de ciclo, tempo de espera e custos, maior qualidade, aumento da produção e lucro e melhores serviços ao cliente.

Os princípios *Lean*, segundo Kumar et al. (2018), são a eliminação de resíduos, produção puxada, zero defeitos, racionalização de processos, qualidade na fonte e melhoria contínua. Bauer et al. (2018) identificam a satisfação do cliente como uma das prioridades no pensamento *Lean*. E Jabbour et al. (2013a) indica como sendo os seus principais objetivos a redução de custo, fabricação de produtos sem defeitos conforme a necessidade dos clientes e o foco no cliente.

Womack e Jones (2003) definem como os cinco princípios do *Lean Manufacturing*:

- I. Reduzir drasticamente o desperdício na cadeia de fornecimentos (*supply chain*);
- II. Reduzir o estoque e espaço ocupado no chão de fábrica;
- III. Criar sistemas de produção mais fortes;
- IV. Criar sistemas adequados para a entrega de materiais;
- V. Melhorar as áreas de produção da organização, a fim de aumentar a flexibilidade.

Caiado et al. (2018) cita como princípios *Lean*:

- Valor: identificar o que é valor para o cliente, assim todo o resto pode ser considerado como desperdício;
- Cadeia: mapear a cadeia de valor para que seja possível eliminar desperdícios;
- Fluxo: o processo em fluxo contínuo faz com que as operações aconteçam quando o cliente precisa, reduzindo *stocks* e custos;
- Procura: o cliente pode “puxar” a produção conforme as suas necessidades;
- Perfeição: busca da perfeição através do contínuo aperfeiçoamento e revisão de todas as etapas de produção.

Womack e Jones (2003) citam os sete resíduos identificados pela filosofia *Lean* como: superprodução, *stock* excessivo, transporte, movimentos desnecessários, defeitos, espera e atraso e superprocessamento. Além destes, é compreendido pelos autores, como o oitavo resíduo o talento humano subutilizado e desperdiçado. Com a eliminação destes resíduos (muda) alcança-se o objetivo do *Lean* de aumentar a eficiência, reduzir custos, melhorar o tempo de resposta do cliente e contribuir para melhorar a qualidade, aumentar o lucro e melhorar a imagem pública (Verrier et al., 2014).

A filosofia *Lean* tem um conjunto vasto de ferramentas que permitem intervir em várias fases do processo produtivo e da gestão do chão de fábrica. De seguida, enumeram-se algumas dessas ferramentas (Galeazzo et al., 2014; Vilas Boas, 2014):

- *Just-In-Time* (JIT): a matéria-prima ou o produto chegam ao local que serão utilizados no momento exato de necessidade;
- 5S: técnica que promove a melhoria do ambiente de trabalho, tornando os processos mais eficientes e eficazes;
- *Kanban*: prática do *Just-In-Time* para coordenar o fluxo de *inputs* ou produtos no processo produtivo;
- *Kaizen*: incentivo ao foco na melhoria gradual e constante;
- Sistema de qualidade: reduzir erros e desperdícios;
- Equipas de trabalho: aumento da partilha de experiências e habilidades;
- Produção celular: agrupar máquinas que possuem afinidade no processo de produção;
- Gestão de fornecedores: relacionar-se harmoniosamente com os fornecedores;
- *Total Quality Management* (TQM): gestão da qualidade total;
- *Total Productive Maintenance* (TPM): manutenção preventiva total.

E posteriormente agregou-se outros conceitos originados no ocidente, como estudo para o *layout* das linhas de produção, gráficos de controlo, técnicas de medição, gestão dos processos e técnicas para o planeamento estratégico (Pampanelli et al., 2014).

Parte dos conceitos da filosofia *Lean* têm origem na cultura milenar japonesa, como o respeito e a disciplina. *Kaizen* é a palavra japonesa para designar melhoria contínua (Kumar et al., 2018). Pampanelli et al. (2014) enfatizam que a filosofia *Kaizen* tem dois objetivos principais: desenvolver uma cultura de solução de problemas e envolvimento de pessoa, desde os trabalhadores de chão de fábrica aos executivos seniores. Já Iwao (2017) cita que

Kaizen é, às vezes, reconhecido como incluindo pequenas, porém numerosas, mudanças de rotinas escritas em procedimento operacional padrão e pequenas melhorias no *design* de artefatos para a produção, como equipamentos de produção, ferramentas e *software*, por estudos de tempo/movimento.

Soliman et al. (2018) relatam que as práticas *Lean* podem levar ao aumento das interações da empresa com o ambiente externo. Levando-os a desenvolver capacidades de fornecedores e clientes como parte do seu fluxo de valor estendido. A filosofia *Lean* também pode ser aplicada à cadeia de fornecimentos através da cooperação entre as partes envolvidas, de forma a melhorar a eficiência e simplificar todo o processo de produção (Sagnak e Kazancoglu, 2016; Galeazzo et al., 2014).

Para Pampanelli et al. (2014), uma empresa é seguidora do *Lean Manufacturing* quando considera como perda de recursos qualquer objetivo que não resulte na criação de valor para o cliente final. Para o cliente, o termo valor pode ser entendido como a ação ou processo pelo qual ele está disposto a pagar (Gupta et al., 2018).

4. *Lean-Green*

Tendo em consideração os conceitos do *Lean Manufacturing* e do *Green*, este capítulo visa elucidar como se desenvolveu a sinergia entre ambos, os conceitos e filosofias, vantagens e limitações encontradas.

4.1. Caracterização

A sociedade moderna assumiu a preocupação ambiental como sendo uma mais-valia para um produto e a empresa. Assim, incorporar medidas ecoeficientes ao processo produtivo de forma a proporcionar mais valor com menores impactos ambientais passou a fazer todo o sentido.

O *Lean Manufacturing* tem excelentes resultados na obtenção de lucro, eficiência e para alcançar a satisfação, a qualidade e a capacidade de resposta ao cliente. No entanto, as empresas precisaram reavaliar a gestão das operações e dos processos para serem capazes de responder a uma procura por produtos ambientalmente sustentáveis e a necessidade de estarem em conformidade com as regulamentações ambientais governamentais (Garza-Reyes, 2015). O desempenho industrial e as pressões pela sustentabilidade levaram a indústria a procurar estratégias de ecoeficiência. E a associação do *Lean Manufacturing* a preocupações ambientais parece ser uma resposta às restrições regulatórias (Verrier et al, 2016).

É neste ponto que os princípios *Lean* podem unir-se aos objetivos do *Green Production*, pois ambos os conceitos se focam na minimização de resíduos. Esta associação de valor agregado entre a eficiência em termos operacionais (*Lean*) e ambientais (*Green*), ficou conhecida como a hipótese “*Lean and Green*”. Assim, busca-se a eliminação de resíduos, para que não haja um aumento dos custos de produção e de forma a não prejudicar a implementação das medidas ambientais necessárias, evitando-se a geração de consequências ambientais negativas a curto e longo prazo. Em geral, a redução do desperdício na produção contribui para a gestão ambiental através da maior eficiência no uso de recursos de produção, a adoção de práticas de limpeza e melhor organização do ambiente produtivo, que podem gerar vantagens competitivas (Abreu et al., 2017; Jabbour et al., 2013b).

Ganghi et al. (2017) referem que a junção do *Lean Manufacturing* com o *Green* vem sendo explorada pelos investigadores como uma forma de tornar as empresas sustentáveis através da melhoria do desempenho económico, ambiental e social. E, também, cita como as diferenças culturais e económicas entre as nações podem ser significativas na implementação de estratégias *Lean* e *Green*. Em países em desenvolvimento a aplicação de tais abordagens

integradas ainda está numa fase inicial, sendo, em boa parte, constrangidas por baixos recursos financeiros por parte das empresas.

É importante observar o desempenho das pequenas e médias empresas na perspetiva ambiental. Em Portugal, por exemplo, até ao ano de 2016, do total de 1,2 milhões de empresas existentes, as PME's representavam 99,9% (PORDATA, 2018) e no Brasil, dos 6,4 milhões de estabelecimentos, 99% são micro e pequenas empresas (MPE) (SEBRAE, 2018). Num estudo sobre a avaliação do desempenho ambiental em incubadoras de empresas, Fonseca e Jabbour (2012), referem que as empresas mais pequenas são responsáveis por aproximadamente 60% das emissões de CO₂ e por 70% da poluição gerada pelo setor industrial. No entanto, são as que recebem menos incentivos para desenvolverem práticas de gestão ambiental. As pequenas empresas sofrem uma série de fraquezas estruturais de cunho técnico, administrativo e financeiro que restringem sua capacidade de incorporar uma abordagem de gestão ambiental.

Segundo Alves e Alves (2015), o *Lean Manufacturing* vem sendo amplamente adotado por vários segmentos da indústria, pois permite obter ganhos de produtividade ao reduzir o desperdício gerado no ambiente de produção. Além disso, há uma correlação positiva entre *Lean Manufacturing* e as práticas de gestão ambiental, que podem levar à redução de resíduos através de uma abordagem conjunta de ambas as filosofias.

A mesma linha de pensamento é referida por Sagnak e Kazancoglu (2016), os quais alegam que o *Lean* pode complementar o *Green*, visto que a aplicação das suas práticas podem resultar na redução da poluição, remoção dos obstáculos na aplicação da medição da redução da poluição e conseqüente redução no custo marginal do controlo da poluição. Assim, percebe-se que os sistemas de gestão ambiental têm características semelhantes à filosofia *Lean*. No entanto, apesar de muito ter sido analisado sobre as vantagens de uma abordagem ambientalmente correta, grande parte dos gestores mantém, ainda, a visão simplista de que essa abordagem serve apenas para evitar sanções legais. Assim, na maioria das vezes, as práticas ambientais são vistas apenas como um custo, e não como uma oportunidade de progresso (Muñoz-Villamizar et al., 2018; Verrier et al., 2016).

De acordo com Dües et al. (2013), as práticas *Lean* e *Green* são como uma junção sinérgica da gestão ambiental e operacional. Onde todos os parceiros devem influenciar uns aos outros de uma forma positiva. Numa sinergia, as práticas combinadas têm resultados maiores do que a soma dos desempenhos separados. Assim, neste caso, o *Lean* tem que avançar e aprimorar as práticas *Green* e vice-versa.

Inicialmente o *Lean* não foi desenvolvido para viabilizar as questões de sustentabilidade, mas conforme esclarece a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA, 2016): “embora o foco da *Lean Manufacturing* seja a melhoria rápida e contínua do custo, da qualidade, do serviço e da entrega, os benefícios ambientais significativos geralmente “andam

juntos”.As técnicas de *Lean Manufacturing* geralmente criam uma cultura de melhoria contínua, capacitação dos funcionários e minimização de resíduos.” Sendo que os resíduos ambientais podem afetar diretamente o fluxo de produção, o tempo, a qualidade e o custo.

Assim como o *Lean*, o *Green* possui oito resíduos ambientais (muda verde), designados por: gases de efeito de estufa, eutrofização, uso excessivo de recursos, uso excessivo de energia, poluição, lixo, uso excessivo de água e saúde e segurança deficientes, sendo essa última o oitavo desperdício de cada filosofia. (Verrier et al., 2014).

Na tabela 4 é apresentada a correlação entre os desperdícios *Lean* e os respectivos impactes ambientais decorrentes.

Tabela 4. Quadro comparativo entre os impactes ambientais e os desperdícios *Lean*. (Fonte: Adaptado de EPA, 2016 e Verrier et al., 2016)

IMPACTES AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS DESPERDÍCIOS FINAIS	
TIPO DE DESPERDÍCIO	IMPACTE AMBIENTAL
Superprodução	<ul style="list-style-type: none"> • Mais matérias-primas e energia consumidas na fabricação de produtos desnecessários; • Produtos extras podem estragar ou tornar-se obsoletos, exigindo o seu descarte; • Maior utilização de materiais perigosos resulta em emissões extras, na necessidade de eliminação de resíduos, e a maior exposição dos trabalhadores, etc.
Inventário	<ul style="list-style-type: none"> • Mais embalagens para armazenar o WIP (work-in-progress - é uma forma de <i>stock</i>, geralmente produtos inacabados que ainda exigem trabalho, processamento, montagem e/ou inspeção adicionais); • Resíduos resultantes da deterioração ou danos do material armazenado; Mais materiais necessários para substituir o dano WIP; • Mais energia usada para aquecer, arrefecer e iluminar o espaço de armazenamento de <i>stocks</i>.
Transporte e movimentação	<ul style="list-style-type: none"> • Maior consumo de energia no transporte; • Emissões resultantes do transporte; • Necessidade de mais espaço para o movimento WIP, aumentando o consumo de energia para iluminação, aquecimento

IMPACTES AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS DESPERDÍCIOS FINAIS	
TIPO DE DESPERDÍCIO	IMPACTE AMBIENTAL
Transporte e movimentação	<ul style="list-style-type: none"> • e arrefecimento; • Necessidade de mais embalagens para proteger os componentes durante o movimento; • Danos e derrames durante o transporte; • O transporte de materiais perigosos requer transporte e embalagem especiais para evitar riscos acrescidos quando ocorrem acidentes.
Defeitos	<ul style="list-style-type: none"> • Matérias-primas e energia consumidas na fabricação de produtos defeituosos; • Componentes defeituosos requerem reciclagem ou eliminação; • Mais espaço necessário para retrabalho e reparações, aumentando o consumo de energia para o aquecimento, arrefecimento e a iluminação.
Sobre processamento	<ul style="list-style-type: none"> • Mais peças e matérias-primas consumidas por unidade de produção; • Processamento desnecessário aumenta o desperdício, o uso de energia e as emissões.
Espera	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial deterioração do material ou dano dos componentes originando desperdícios; • Energia desperdiçada pelo aquecimento, arrefecimento e iluminação durante o tempo de inatividade da produção.
Potencial de pessoas perdidas	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de potencial para melhoria.

Algumas atividades não agregam valor para o cliente e podem criar riscos desnecessários à saúde e segurança do trabalhador. As atividades que resultam em custos de descarte, atividades de gestão da conformidade e equipamentos de controlo de poluição, processos que necessitam de gestão da conformidade regulatória e atividades de relatório, uso de equipamento de proteção individual. Podem ser analisadas e melhoradas ou substituídas por outras que resultem na redução de desperdício e menor risco para a saúde do trabalhador

(EPA, 2016). Por isso, para Verrier et al. (2016), as preocupações *Lean*, ambientais e sociais podem estar diretamente ligadas a preocupações de segurança no trabalho.

Dües et al. (2013) conduziram uma revisão bibliográfica para identificar e comparar os atributos *Lean* e *Green*, assim como identificar as suas semelhanças e diferenças. Com base neste trabalho, apresenta-se na Tabela 5 uma comparação entre os paradigmas *Lean* e *Green* tendo em mente os seguintes atributos: geral, cadeia de fornecimentos, resultados de negócios e ferramentas.

Tabela 5. Comparação dos paradigmas *Lean* e *Green*. (Fonte: Adaptado de Dües et al., 2013)

Atributo	Paradigma <i>Lean</i>	Paradigma <i>Green</i>
GERAL		
Propósito	Maximização do lucro através da redução de custos.	Reduzir os riscos e impactos ambientais através da melhoria da eficiência ecológica.
Foco	Redução de custos e maior flexibilidade, através da eliminação contínua de resíduos em toda a cadeia de fornecimento.	Desenvolvimento sustentável e redução do impacto ambiental através da eliminação do desperdício de recursos e poluição.
Clientes	Cliente impulsionado pelos custos.	<i>Triple Bottom Line</i> .
Satisfação do cliente	Satisfação pela redução dos custos, prazos de entrega, atender as necessidades dos clientes.	Satisfação do cliente através da garantia de produtos com menor impacto ambiental.
Estrutura organizacional	Estática com poucos níveis na hierarquia permitindo o empoderamento dos empregados.	Sistema interno de gestão ambiental que motiva o envolvimento dos funcionários.
CADEIA DE FORNECIMENTOS		
Tempo de espera	Redução do <i>lead time</i> , desde que não aumente os custos.	Redução do tempo de <i>lead</i> de transporte, desde que não aumente as emissões de CO ₂ .
Relacionamento com fornecedores e clientes	Relacionamentos de longo prazo próximos, colaborativos, recíprocos, de confiança com poucos fornecedores selecionados; a informação de procura é distribuída ao longo da cadeia de fornecimento; criar uma rede de fornecedores para construir um entendimento comum e aprender sobre redução de desperdício e eficiência operacional na entrega de produtos e serviços existentes.	Colaboração interorganizacional envolvendo transferência e/ou disseminação de conhecimento sustentável para parceiros e cooperação com os clientes e partilha de riscos ambientais; integração de material reverso e informação.
<i>Design</i> de produto	Maximizar o desempenho e minimizar o custo.	<i>Ecodesign</i> e avaliação do ciclo de vida.
Fornecimento de matéria-prima	Baixo custo e alta qualidade.	<i>Green purchasing</i> , aquisição de produtos e serviços que tenham um efeito reduzido na saúde humana e no meio ambiente.
Fabricação	Manter alta a taxa média de utilização; práticas JIT, ' <i>pulling</i> ' as mercadorias através do sistema com base na procura.	Eficiência de recursos e redução de resíduos para beneficiar o meio ambiente e desenvolvimento de capacidades de remanufatura para

Atributo	Paradigma <i>Lean</i>	Paradigma <i>Green</i>
		integrar componentes reutilizáveis e/ou remanufaturados.
Inventário	Gera alta rotatividade e minimiza <i>stocks</i> em toda a cadeia para reduzir custos e libertar ativos.	Minimizar o <i>stock</i> , reduzindo os materiais redundantes para libertar espaço; introdução de peças reutilizáveis /remanufaturadas no inventário de materiais.
Transporte	Minimizar o manuseamento de materiais durante a fabricação, incentivar as pequenas entregas frequentes de fornecimentos e produtos acabados.	Reduzir a frequência de reabastecimento, a fim de reduzir o consumo de combustível e de emissões de CO ₂ .
Fim da vida	A consideração acaba com a venda de produto; não há preocupação quanto ao impacto do uso do produto ou a recuperação do fim da vida útil.	Considerar o impacto do uso do produto, e a recuperação do fim de vida útil na forma de reutilização ou reciclagem.
RESULTADOS DE NEGÓCIOS		
Resultados de Negócios	<i>Quality, Cost, Delivery</i> (QCD), satisfação do cliente, lucro.	<i>Quality, Cost, Delivery</i> (QCD), satisfação do cliente, posicionamento no mercado, reputação, <i>design</i> do produto, resíduos de processo.
KPI	Custo, nível de serviço.	CO ₂ , nível de serviço.
Custos dominantes	Custos Físicos.	Custos para as gerações futuras.
FERRAMENTAS		
Ferramenta principal	Mapeamento do Fluxo de Valor: profundo entendimento de todos os processos necessários para colocar um produto no mercado.	Avaliação do Ciclo de Vida: profundo entendimento de todos os processos necessários para levar um produto ao mercado, considerando o <i>design</i> do produto, o uso do produto e a gestão do do fim da vida útil.
Técnicas de Redução de Resíduos	Visão e estratégia, inovação, parcerias, operações, funções de suporte; 7 Resíduos: eliminação de resíduos em todos os processos operacionais, interna e externamente, que surgem de superprodução, espera, transporte, processamento inadequado, defeitos e <i>stock</i> e movimentos desnecessários.	Redesenho de produtos, redesenho de processos, substituição, uso prolongado, desmontagem, remanufatura, reduzir, consumir subprodutos internamente, embalagem retornável, segregação de resíduos, reciclagem, propagação de riscos, criação de mercados, alianças.
Ferramentas/ Práticas	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM); minimização do <i>stock</i> , maior taxa de utilização de recursos, difusão de informações através da rede, JIT, prazos de entrega mais curtos.	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM) sustentável; eficiência de consumo de recursos, redução de materiais redundantes e desnecessários, redução de tempo de transporte, redução da frequência de reabastecimento, integração do material reverso e fluxo de informações na cadeia de fornecimentos, partilha de riscos ambientais.

A partir do entendimento dos paradigmas *Lean* e *Green* explanados por Dües et al. (2013), constata-se que há uma sobreposição entre as suas práticas no que diz respeito a:

Foco	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Redução de resíduos; ➤ Técnicas de redução de resíduos; ➤ Redução de <i>lead time</i> de pessoas e organização; ➤ Relacionamento da cadeia de fornecimentos (<i>Supply chain</i>).
KPI	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ferramentas / prática de nível de serviço.

Figura 8. Sobreposições dos paradigmas *Lean* e *Green*. (Fonte: elaboração própria, 2018)

E as diferenças entre essas filosofias estão em:

Foco	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Definição do que é desperdício; ➤ Cliente; ➤ <i>Design</i> de produto e estratégia de produção; ➤ Fim de vida útil do produto.
KPI	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Custo dominante; ➤ Principal ferramenta usada e certas práticas.

Figura 9. Principais diferenças entre os paradigmas *Lean* e *Green*. (Fonte: elaboração própria, 2018)

Segundo Verrier et al. (2016), o *Genba Walk* vinculado ao *Value Stream Mapping* é a melhor ferramenta para a associação dos paradigmas *Lean* e *Green* no processo de produção via eliminação de resíduos. Pois permite visualizar os fluxos de produção, destacar as oportunidades de melhoria e expor os resíduos. O 5S também é eficiente tanto nos principais resíduos *Lean* quanto *Green*, pois auxilia na redução de erros durante o processo de classificação dos resíduos ao fornecer orientações para a organização e limpeza e evitar o descarte incorreto de resíduos e o uso incorreto de *inputs*, o que torna o processo de reciclagem mais eficiente. Mesmo com limitações como a dificuldade de implementação em PMEs e a necessidade de existir uma metodologia *Lean* e *Green* configurada, o TPM ao visar a revisão periódica dos equipamentos, contribui positivamente para a melhoria ambiental (Verrier et al., 2016; Jabbour et al., 2013b).

Quanto à ecoeficiência, para Cagno et al. (2011), esta pode ser considerada como parte da abordagem *Lean*, pois os objetivos da ecoeficiência são similares aos do *Lean*, ou seja, a eliminação de qualquer desperdício e ineficiência do sistema de produção. Carvalho et al.

(2017), referem que, de acordo com a ecoeficiência, no que diz respeito à cadeia de fornecimentos (*supply chain*), apenas a redução das externalidades ambientais não é o suficiente, deve ocorrer a eliminação de desperdícios, redução de custos e melhoria da eficiência através de estratégias *Lean Supply Chain*, pois incorporam práticas *Green* por meio da redução de resíduos.

Oliveira et al. (2018) indicam que no desenvolvimento de novos produtos o *Lean* e o *Green* visam reduzir o desperdício, porém o *Lean* foca-se no desperdício em operações que não agregam valor aos produtos e o *Green* enfatiza as perdas físicas, quanto aos materiais e à maximização de seu uso, reutilização e reciclagem. Então, para alcançar o objetivo comum de redução de desperdícios, devem ser utilizadas ferramentas de *ecodesign* e capacidades dinâmicas verdes (*green dynamic capabilities*).

Os resultados da investigação realizada por Hajmohammad et al. (2013), indicam que o que realmente permite o bom desempenho ambiental numa empresa são as práticas ambientais, não tendo sido a utilização da gestão *Lean* considerada significativa para esse fim. No entanto, o conhecimento da gestão *Lean* favorece a implementação de práticas ambientais e torna-as mais eficazes.

Conforme referido por Verrier et al. (2016), as mudas verdes comuns devem ser corrigidas através de ferramentas *Lean* adequadas, além da implementação de uma metodologia *Lean* e *Green* apropriada.

Oliveira et al. (2018) referem a existência de uma relação sinérgica entre o *Lean* e o *Green*, relativamente à alta competitividade, busca pela redução de custos e minimização do uso de recursos. Dhingra et al. (2014) salientam que as sinergias e as interdependências entre o *Lean* e o *Green* devem ser agrupadas em três níveis: desenvolvimento, implementação e educacional. Nessa óptica, tem-se que:

- Os benefícios ambientais não devem ser encarados como um bônus, mas como um benefício desejado e procurado, que pode ser obtido juntamente com as melhorias de produtividade. Assim como, as ferramentas ecológicas devem conter considerações económicas e de produtividade;
- Existe a necessidade dos responsáveis pelos processos *Lean* e *Green* compreenderem os objetivos económicos, ambientais e sociais da empresa. Ao comunicar questões, soluções ambientais e de negócios às partes interessadas dentro e fora da empresa, pode-se expandir as melhorias ao longo da cadeia de fornecimentos;
- O conhecimento da integração *Lean* e *Green* deve ser explorado e difundido ao nível universitário, de forma a que não sejam considerados campos de estudo diferentes.

A matriz *Lean* e *Green* elaborada por Verrier et al. (2014) revela a sinergia existente entre a maturidade *Lean* e *Green*, onde quanto melhor a empresa domina o *Lean*, melhores serão os resultados em termos da iniciativa *Green*.

4.2. Vantagens da abordagem *Lean-Green*

De acordo com o exposto no tópico anterior, percebe-se que o *Lean* e o *Green* podem sim caminhar em conjunto. Esta sinergia poderá ser benéfica para a empresa em vários pontos, conforme já foi referido em vários estudos que de seguida se enumeram:

- No estudo realizado por Bergmiller e McCright (2009), intitulado *Are Lean and Green Programs Synergistic?*, os autores identificaram a correlação entre as operações *Green* e os resultados *Lean* e verificaram que as empresas adeptas do *Lean* e que incluem também as práticas *Green*, conseguem alcançar melhores resultados do *Lean* do que aquelas que não fazem essa associação. Assim, quando o *Lean* e *Green* são implementados simultaneamente, podem aumentar o seu potencial e consequentemente resultar em maiores benefícios do que se fossem implementados separadamente;
- Fercoq et al. (2016) identificaram que as contribuições individuais das metodologias *Lean* e *Green* sobre o desempenho na gestão de resíduos sólidos na produção dentro de uma abordagem *Lean-Green* integrada e demonstraram que a combinação da hierarquia 3R e as mudas do *Lean* melhoram o desempenho de minimização de resíduos na fabricação;
- O uso do *Lean-Green* pode ser estendido para diversos setores. Reis et al. (2018) estudaram esta temática aplicada ao setor agrícola, onde aplicaram um modelo de integração e monitorização *Lean* e *Green* para o setor cafeeiro. Os autores concluem que o setor agrícola carece de mais investigação a respeito desta integração e apontam como a introdução de sistemas *Lean* e *Green* permitem melhorar a produtividade da propriedade, reduzir os custos e minimizar os danos causados pela produção de café;
- Pampanelli et al. (2014) referem que tem sido identificada uma preocupação entre os investigadores do *Lean* sobre a possibilidade de muitas empresas não poderem sustentar os gastos necessários para cumprir as responsabilidades ambientais. No entanto, encontram-se muitos relatos sobre como a melhoria do desempenho ambiental resultou em lucro para a empresa;

- Hajmohammad et al. (2013) concluíram que o *Lean* pode reduzir os gastos embutidos nas práticas ambientais;
- A EPA enumera algumas vantagens para a aplicação do *Lean* voltado para o meio ambiente:
 - A maioria dos clientes não quer comprar os resíduos, impactes ou riscos ambientais decorrentes dos processos de fabricação. Assim, quanto menos impactes ambientais, maior pode ser a vantagem competitiva da empresa;
 - As iniciativas *Lean* juntamente com o *Green* podem melhorar o ambiente de trabalho dos funcionários através da redução da exposição potencial dos trabalhadores a substâncias tóxicas e criação de um ambiente de trabalho limpo e seguro;
 - A coordenação do gerenciamento *Lean* e *Green* pode proporcionar melhorias nos processos e facilitar a aplicação do *Lean* a processos com restrições regulatórias ambientais, antecipando e abordando restrições ambientais como licenças e identificando alternativas para processos ambientalmente amigáveis.
- Ng e Song. (2015), no seu estudo de caso da produção de peças estampadas de metal obtiveram resultados que evidenciavam que a eficiência do valor do carbono pode ser melhorada em 36,3%, através de uma melhoria no *lead time* de produção de 64,7% e uma redução na pegada de carbono de 29,9%. O que demonstra que a implementação de práticas *Lean* e *Green* podem alcançar resultados benéficos para a empresa e para o meio ambiente;
- Leme Júnior et al. (2018) propuseram um modelo *Lean-Green* baseado na aplicação de uma ferramenta *Lean* - o *Single Minute Exchange of Die* (SMED) que tem como objetivo principal a redução do tempo de *setup* de máquinas ou de linhas de produção - combinado com a pegada de carbono para analisar a ecoeficiência de um centro de produção no Brasil. Os autores concluíram que o uso do SMED, integrado com o cálculo da pegada de carbono resultou numa redução significativa nos tempos de *setup*, na pegada de carbono e em melhorias na ecoeficiência. Obtendo uma redução de mais de 70% no tempo de preparação durante a aplicação SMED para todos os tipos de máquinas, peças de trabalho e operadores, e redução de 81% da pegada de carbono após a aplicação do SMED. No entanto, houve um *trade-off* entre pegada de carbono e a aplicação SMED relacionado com o aumento do tempo produtivo quando o tempo de *setup* é convertido em tempo produtivo, mesmo assim a ecoeficiência foi maior;

- Dües et al. (2013) referem que os objetivos dos clientes *Lean* e dos clientes *Green* são diferentes. No entanto, ambas as teorias podem trazer vantagens associadas para esses dois públicos. Portanto, esta sinergia é benéfica para os interesses da empresa.

4.3. Limitações da abordagem *Lean-Green*

A junção dos dois conceitos tem pontos divergentes. Logo, a abordagem *Lean-Green* pode estar sujeita a possíveis limitações. No entanto, isso não impede o seu funcionamento sinérgico. Reis et al. (2018) explicam que a integração dos sistemas *Lean* e *Green* ainda necessita de mais investigação, especialmente no que diz respeito aos estudos sobre a sua sinergia e as formas de mensurar o *Lean* e o nível de maturidade *Green* de uma organização. Dado que a investigação desenvolvida tem-se concentrado muito num campo concetual.

Concordantemente Dhingra et al. (2014) confirmam que a noção de que o *Lean* leva ao *Green*, mas não necessariamente vice-versa.

Garza-Reyes (2015) destaca que há incerteza sobre se somente a integração do *Lean* e o *Green* é suficiente para atingir a competitividade operacional simultânea e os resultados ambientalmente sustentáveis.

De acordo com Sagnack e Kazancoglu (2018) no *Green* a implementação de ferramentas e sistema de apoio à decisão tem a eficácia limitada na resolução de problemas. Por essa razão, a abordagem *Lean-Green* estará sujeita tanto às limitações do *Lean*, como também do *Green*. Para superar essas limitações, os autores sugerem integrar ferramentas adicionais, como *Six Sigma* para superá-las ou minimizá-las.

Ng e Song (2015) afirmam que mesmo com a existência de uma forte correlação entre o pensamento *Lean* e o *Green*, para as empresas ainda é um desafio a integração e implementação dessas práticas em conjunto, especialmente quando os recursos são limitados.

Gremyr et al. (2014) estudaram como a aplicação da *Robust Design Methodology* pode melhorar a sustentabilidade e contribuir para o desenvolvimento sustentável de produtos. Verificou-se que as investigações se concentram em aplicações para apenas duas fases do ciclo de vida do produto, nas fases de fabricação e na utilização. Dessa forma, torna-se necessário o uso de adaptações da metodologia, como ferramentas mais conceituais e qualitativas e inclusão explícita de indicadores de *ecodesign* como uma variável de resposta.

Dües et al. (2013), identificaram diversas situações onde a implementação do *Lean* com o *Green* é prejudicada, ou seguem conceitos divergentes que impedem a sua aplicabilidade. Também evidenciam a diferença entre o *Lean* e o *Green* em relação à visão sobre a natureza

do ambiente, referindo que as empresas, para atingirem os objetivos ambientais, terão que comprometer algumas práticas *Lean*, nomeadamente aquelas que são aplicadas na redução de *stocks* e pequena produção de lotes, porque estas podem gerar a uma maior produção de resíduos.

Num estudo de caso sobre a cadeia de fornecimentos no setor automóvel, Carvalho et al. (2017) concluíram que nem todas as empresas pertencentes à mesma cadeia de fornecimentos podem ser absolutamente *Lean* ou *Green*, porque quando as práticas *Lean* e *Green* são implementadas simultaneamente podem ocorrer alguns *trade-offs*.

Conclusão semelhante é mencionada por Fercoq et al. (2016) sobre a *Green Supply Chain* prescrever uma redução na frequência de entrega para reduzir emissões de dióxido de carbono, o que leva a um impacto potencialmente negativo no desempenho da cadeia operacional de fornecimentos.

Num estudo realizado por Fahimnia et al. (2015) verificou-se que a cadeia de fornecimentos flexível é mais ecológica e eficiente do que quando estruturada de uma forma estritamente *Lean* e centralizada. Evidenciando que nem todas as intervenções *Lean* resultaram em benefícios ecológicos.

Segundo Caiado et al. (2018), um dos maiores desafios que podem ser encontrados para a implementação conjunta do *Lean* e do *Green*, são as pessoas. Por isso, pode ser necessário um período de adaptação para o uso de ferramentas ambientais específicas.

Igualmente Sarkis et al. (2010) reforçaram a necessidade dos funcionários receberem formação e treino sobre a adoção de práticas ambientais, como forma de melhorar e garantir a resposta aos objetivos ambientais que a empresa deseja alcançar.

Galeazzo et al. (2014) realizaram um estudo a respeito das três etapas da implementação de práticas *Lean* e *Green* em fábricas da indústria de refrigeração e de bombas de arrefecimento. E concluíram que a implementação simultânea das duas práticas permite a combinação de recursos tanto *Lean* como *Green*. No entanto, tem-se que quando essas práticas são implementadas sequencialmente, as práticas *Green* restringem as possibilidades de escolhas dentro do *Lean* e vice-versa, impossibilitando, assim, a criação de novas capacidades. Os resultados obtidos também indicaram que o envolvimento dos fornecedores é mais necessário quando há a interdependência recíproca de práticas *Lean* e *Green*. E ressalta que a falta de interação entre as práticas *Green* com as práticas operacionais e organizacionais dificulta a combinação de recursos e capacidades por parte das empresas.

5. Conclusão

O cumprimento de requisitos legais e normativos não é algo que uma empresa possa procrastinar, pois o seu incumprimento poderá causar desde multas ao embargo do funcionamento da sua atividade. Com isso, as empresas foram obrigadas a implementar processos produtivos mais respeitadores do ambiente. O uso de tais medidas foi reforçado também pelas atuais exigências do mercado, com consumidores muito mais alerta e sensibilizados para as questões ambientais.

No entanto, a generalidade da legislação ambiental concentra-se unicamente em estipular parâmetros base, como por exemplo para a disposição de efluentes, e por isso deixa de estimular as empresas a inovarem e a procurarem melhores soluções para os seus processos produtivos. Assim, para mudar este paradigma, é importante desenvolver programas governamentais de estímulo e benefícios para as empresas desenvolverem os próprios projetos ambientais (Vieira e Amaral, 2016).

No caso de Portugal, observou-se a grande influência por parte da União Europeia. Conforme consta no próprio *site* da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), com o ingresso de Portugal na Comunidade Económica Europeia, a sua atividade internacional foi intensificada. Observou-se que grande parte da legislação existente em Portugal é oriunda de diretivas pertencentes à UE. Facto pertinente, visto que consta nos objetivos da União Europeia “favorecer o desenvolvimento sustentável, assente num crescimento económico equilibrado e na estabilidade dos preços, uma economia de mercado altamente competitiva, com pleno emprego e progresso social, e a proteção do ambiente.” (UE, 2018)

Já o Brasil, país conhecido pela sua biodiversidade, teve a preocupação em estabelecer medidas de proteção ambiental motivadas pelos acordos internacionais, em especial a Conferência de Estocolmo e o Relatório Brundtland que influenciaram a Constituição Federal, inclusive. A sua legislação ambiental é considerada como uma das mais completas e avançadas do mundo (Governo do Brasil, 2017). Porém, um grave problema foi detetado, é que embora o país possua um excelente conjunto de leis ambientais, nem sempre elas são adequadamente aplicadas devido a inexistência de recursos e capacidade técnica para executar a lei plenamente em todas as unidades federativas.

Monteiro e Silva (2018) explicam que o licenciamento ambiental, que é a forma jurídica de intervenção do Estado, tem o mesmo objetivo em todo o mundo. Porém, existem diferenças na sua forma de aplicação quanto aos órgãos responsáveis, tempo de execução, entre outros. Além de comuns relatos de limitações decorrentes de sobrecarga de trabalho, restrições orçamentais e a regras burocráticas desnecessárias.

Observou-se que o licenciamento ambiental em Portugal e no Brasil buscam o mesmo objetivo. Porém, contam com estruturas institucionais diferentes para alcançá-los. Em Portugal, o processo para o licenciamento ambiental ocorre de uma forma centralizada e tem procedimentos e diretrizes semelhantes para todo o país. Enquanto que no Brasil, a competência para a emissão do licenciamento ambiental pode ser do órgão federal ou dos órgãos estaduais e municipais, assim, podem ocorrer divergências nas exigências e procedimentos adotados pelas diferentes instituições, o que leva a dúvidas e insegurança por parte dos utilizadores.

Observou-se que muito já mudou em relação aos paradigmas da proteção ambiental, nomeadamente que era algo dispendioso, desnecessário e voltado apenas para o cumprimento da legislação e regulamentos. Atualmente muitas empresas identificaram as práticas ambientalmente responsáveis como um nicho de mercado que deve ser explorado através de produtos e serviços destinados a um público esclarecido e sensível ao desenvolvimento sustentável. Como explicam Azevedo et al. (2011), embora inicialmente as organizações possam ter adotado práticas ambientalmente responsáveis para atender aos requisitos legais, hoje percebem que essas práticas podem produzir uma vantagem competitiva sustentável, e até permitir aumentar o seu lucro a longo prazo. Afinal, a sociedade necessita dos bens de consumo e para tê-los necessita da matéria-prima limitada do planeta.

Durante a realização da pesquisa bibliográfica que serviu de base a esta dissertação, verificou-se a escassez de estudos académicos sobre a atuação do licenciamento ambiental em relação às ferramentas existentes dentro do *Green*. Assim, questiona-se se os procedimentos de licenciamento ambiental (estudos, parâmetros, entre outros) estão a acompanhar a evolução das técnicas desenvolvidas dentro das indústrias para a produção voltada para o *Green* e vice-versa. E também como se desenvolve a monitorização para o cumprimento das metas assinadas pelos países, por exemplo, para a redução da emissão de carbono e a inserção numa economia circular. Principalmente quando se tratam de PMEs.

Nesta busca para alcançar a sustentabilidade, o *Lean-Green* tem-se mostrado eficiente. A relação entre as práticas *Green* e o *Lean* ajuda a implementar a gestão ambiental de acordo com os recursos e as capacidades existentes na produção *Lean* e a entender como isso afeta o desempenho da empresa (Galeazzo et al., 2014).

Um facto interessante que evidencia a influência do poder político nas decisões ambientais e na produção de uma empresa, é o envolvimento da agência de proteção ambiental dos Estados Unidos da América (EPA) em promover a adoção do *Lean* voltado para as questões ambientais. Esta Agência promove as vantagens desta aplicação para as empresas, salientando que podem melhorar o seu desempenho *Lean* ao identificar os resíduos ambientais gerados durante as suas atividades, assim como na identificação de emissões e resíduos e de outras saídas não relacionadas com o produto. Tendo sido, inclusive, desenvolvido um conjunto

de ferramentas composto por: Kit de Ferramentas *Lean* e Meio Ambiente; Kit de Ferramentas *Lean* e Energia; Kit de Ferramentas *Lean* e Químicos; Kit de Ferramentas *Lean* e Água e Guia do profissional ambiental para o *Lean* e *Six Sigma*.

Conforme foi exposto pelos subcapítulos 4.2 e 4.3, para os investigadores existem vantagens e limitações no uso do *Lean-Green*. Parte das limitações encontradas estão concentradas em *trade-offs* para a implementação das filosofias em conjunto, normalmente em decorrência de conceitos diferentes, como evidenciado pela figura 9. No entanto, mesmo com *trade-offs* demonstrou-se que os benefícios ambientais foram considerados superiores, conforme relatado por Leme Junior et al. (2018) e Dües et al. (2013).

Embora alguns estudos refiram que o *Green* não tem grandes implicações no *Lean* e que as práticas *Lean* não são suficientes para garantir a sustentabilidade, a adoção destas filosofias em conjunto pode levar não somente à melhoria da condição ambiental, mas também a um retorno financeiro. Portanto, quando são implementadas em conjunto, podem resultar em maiores benefícios do que quando implementadas separadamente.

Também é referida a dificuldade na implementação imediata por parte dos funcionários, sendo que a formação e treino são considerados fundamentais para o sucesso do projeto. Ressalta-se que o oitavo resíduo, tanto do *Lean* quanto do *Green*, está relacionado com a parte social, o talento humano subutilizado e desperdiçado, e a saúde e a segurança deficientes. Assim, investir em formação para os funcionários é uma forma de consciencializar sobre os riscos ambientais e de acidentes, motivar e despertar novas capacidades e otimizar a produção da empresa através de funcionários instruídos.

Pressupõe-se, também, que quanto mais uma empresa se envolva nessas duas práticas, mais preparada se encontrará para as imposições legais. Pois já contará com um alto nível de exigência para as suas metodologias de produção e um objetivo permanente focado na inexistência de não-conformidades.

Com base no que foi exposto nesta dissertação, pode-se concluir que há uma sinergia entre as filosofias *Green* e *Lean* e o quanto isso é benéfico para a empresa e o meio ambiente. E, como se tratam de práticas com algumas divergências, será óbvio que em alguns momentos os dirigentes terão que optar em qual delas se devem focar. Mas mesmo assim, os benefícios encontrados superam as dificuldades.

Entende-se, no entanto, que ainda há necessidade de mais estudos relativamente à aplicação de *Lean-Green* nas PMEs, considerando a sua grande representatividade tanto no mercado português como no brasileiro. A fim de se descobrir as principais barreiras e como ultrapassá-las, principalmente no que diz respeito ao investimento financeiro, fator este que pode limitar os empresários.

Conforme já referido anteriormente, a informação proveniente da integração das filosofias *Lean* e *Green* deve ser disseminada ao nível universitário, de forma que não sejam considerados campos de estudo diferentes (Dhingra et al., 2014). Também é necessário que esses conhecimentos sejam expandidos para toda a cadeia produtiva, não somente no meio académico, mas também envolvendo as empresas, o governo e a sociedade. A disseminação desta informação junto ao meio empresarial é relevante para internalizar a questão ambiental como pertencente ao todo, ou seja, a sua importância de ser considerada em todas as etapas e processos de conceção de um produto ou serviço.

6. Sugestões de trabalhos futuros

No desenvolvimento deste trabalho, foram identificadas algumas lacunas em termos de investigação científica sobre a temática em estudo. Desta forma, de acordo com as pesquisas realizadas, foi elaborada a seguinte proposta de investigação futura:

Aplicação prática num ambiente industrial para permitir a análise das teorias expostas anteriormente, através do desenvolvimento de um modelo teórico *Lean-Green* de forma a abranger os aspectos contidos no *Triple Bottom Line* e também no licenciamento ambiental.

Podendo ser em três possibilidades:

- I. Implementação de medidas *Green* num ambiente industrial onde as práticas *Lean* já estejam implementadas;
- II. Implementação de ferramentas *Lean* num contexto onde já se faz o uso de práticas *Green*;
- III. Implementação em conjunto das práticas *Lean* e *Green*.

Para isso, seria interessante aplicar uma metodologia para quantificar a maturidade da empresa quanto ao *Lean* e ao *Green*, como por exemplo, o *Capability Maturity Model Integration (CMMI)* - modelo amplamente difundido que fornece sequências para a melhoria e uma base para avaliar a maturidade de implementação de projetos ou organizações específicas, tem como característica ser ajustável a diversas necessidades e abordagens. E o uso de um questionário sobre a utilização de práticas *Lean* e *Green* em conjunto, o impacto nos processos e as impressões dos funcionários (Reis et al., 2018; Verrier et al., 2016), inclusive relativamente ao conhecimento e preocupação com meio ambiente e como percebem essa necessidade no seu ambiente de trabalho. O que favorecerá a elaboração de um plano de formação para a organização e alterações voltadas para as necessidades evidenciadas.

De acordo com o setor industrial escolhido, deverão ser definidas as métricas para o desempenho económico, ambiental e social. Tendo em vista que o uso de métricas ambientais e sociais comum a todos os setores da indústria, além de difícil, poderia resultar em equívocos e consequentemente em prejuízos.

Tal projeto deveria ser realizado através de uma abordagem comparativa entre as exigências contidas no licenciamento ambiental, emitido para a atividade em questão. As métricas sociais deverão ter como objetivo a análise da segurança dos funcionários, as condições e o ambiente de trabalho. Tendo em conta os riscos ocupacionais e as medidas de controlo, como a utilização de equipamento de proteção individual (EPI) (Faulkner e Badurdeen, 2014).

A partir destes dados poder-se-á averiguar a atualização dos métodos de análise para o licenciamento ambiental em questão e perceber a sua pertinência para a sustentabilidade. Confrontar pressupostos teóricos com a prática desenvolvida quanto à correlação da aplicação do *link Lean-Green*, as suas vantagens e desvantagens, as dificuldades na implementação, a definição das ferramentas mais apropriadas para cada caso e os possíveis *trade-offs* existentes. Bem como, observar o investimento financeiro necessário e seu respectivo retorno.

Sugere-se também a realização de uma investigação tendo como foco o público-alvo da empresa, de modo a conhecer a sua opinião sobre a implementação do *Lean-Green* e a percepção relatada por estes sobre essa abordagem, relativamente ao custo, ao valor acrescentado, ao atendimento das exigências quanto ao produto e/ou serviço prestado, a importância da sustentabilidade e a sua satisfação com a empresa.

Outro ponto interessante que mereceria ser alvo de estudo é a aplicabilidade e as dificuldades de implementação de técnicas *Lean-Green* em PME's, as diferenças existentes entre as PME's e as grandes empresas, como possíveis limitações de acesso ao crédito e dificuldades para entrar no mercado internacional. Quais seriam as vantagens alcançadas por essas empresas com a utilização dessas práticas e como isso poderia ajudá-las a conquistar vantagens competitivas e maior facilidade de crédito.

7. Referências Bibliográficas

ABREU, M. F.; ALVES, A. C.; MOREIRA, F.. *Lean-Green models for eco-efficient and sustainable production*. Energy. Volume 137, páginas 846-853. 15 de outubro de 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.04.016>>. Acesso em: 11 de agosto de 2018.

AHMAD, S. et al.. *Sustainable product design and development: A review of tools, applications and research prospects*. Resources, Conservation and Recycling. Volume 132, páginas 49-61. Maio de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.020>> Acesso em: 09 de agosto de 2018.

ALAYÓN, C.; SÄFSTEN, K.; JOHANSSON, G.. *Conceptual sustainable production principles in practice: Do they reflect what companies do?* Journal of Cleaner Production. Volume 141, páginas 693-701. 10 de janeiro de 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.079>>. Acesso em: 16 de setembro de 2018.

ALVES, J. R. X.; ALVES, J. M. *Production management model integrating the principles of lean manufacturing and sustainability supported by the cultural transformation of a company*. Journal International Journal of Production Research. Volume 53, edição 17. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1033032>>. Acesso em: 11 de Agosto de 2018.

APA. *Roteiro Nacional de Baixo Carbono análise técnica das opções de transição para uma economia de baixo carbono competitiva em 2050*. Agência Portuguesa do Ambiente, I.P, 2012. República Portuguesa. Disponível em: <https://www.apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2012/RNBC_RESUMO_2050_V03.indd.pdf>. Acesso em: 09 de março de 2018.

APA. *Resíduos de Equipamento Elétrico e Eletrónico*. República Portuguesa. 2018. Disponível em: <<https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=197&sub3ref=290>>. Acesso em: 25 de setembro de 2018.

AZEVEDO, S. G.; CARVALHO, H.; MACHADO, V. C.. *The influence of green practices on supply chain performance: A case study approach*. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. Volume 47, edição 6, páginas 850-871. Novembro de 2011. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.tre.2011.05.017>>. Acesso em: 03 de agosto de 2018.

BAUER, H. et al. *Integration of the industrie 4.0 in Lean Manufacturing learning factories*. Procedia Manufacturing. Volume 23, 2018, páginas 147-152. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tre.2011.05.017>>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

BERGMILLER, G. G.; MCCRIGHT, P. R.. *Are Lean and Green Programs Synergistic?* Industrial Engineering Research Conference, 2009. Disponível em: <http://zworc.com/site/publications_assets/AreLeanAndGreenProgramsSynergistic.pdf>.

Acesso em: 29 de julho de 2018.

CAGNO, E.; MICHELI, G. J. L.; TRUCCO, P.. *Eco-efficiency for sustainable manufacturing: an extended environmental costing method*. Journal Production Planning & Control, The Management of Operations. Volume 23, edições 2-3. Publicado on line em 08 de julho de 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/09537287.2011.591628>>. Acesso em: 12 de agosto de 2018.

CAGNO, E.; TRUCCO, P.; TARDINI, L.. *Cleaner production and profitability: analysis of 134 industrial pollution prevention (P2) project reports*. Journal of Cleaner Production. Volume 13, Edição 6, páginas 593-605. Maio de 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2003.12.025>>. Acesso em: 04 de maio de 2018.

CAIADO, R. G. G. et al. *Synergic framework between Lean philosophy and Triple Bottom Line in the entrepreneurial environment*. Journal of lean systems. Volume 3, Nº 2, páginas 76-89, 2018. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/323525779_Synergic_framework_between_Lean_philosophy_and_Triple_Bottom_Line_in_the_entrepreneurial_environment>. Acesso em: 07 de agosto de 2018.

CARVALHO, H. et al. *Modelling green and lean supply chains: An eco-efficiency perspective*. Resources, Conservation and Recycling. Volume 120, páginas 75-87. Maio de 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.09.025>>. Acesso em: 30 de julho de 2018.

CASTKA, P.; BALZAROVA, M. A.. *An exploration of interventions in ISO 9001 and ISO 14001 certification context - A multiple case study approach*. Journal of Cleaner Production. Volume 174, páginas 1642-1652. 10 de fevereiro de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.096>>. Acesso em: 11 de agosto de 2018.

COMISSÃO EUROPEIA. *Ajudar as autoridades públicas a garantirem a conformidade com a legislação ambiental*. 2018. Disponível em:

<https://ec.europa.eu/environment/efe/themes/economics-strategy-and-information/helping-public-authorities-ensure-compliance-environmental_pt>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2018.

COMISSÃO EUROPEIA. *Viver bem, dentro dos limites do nosso planeta 7ª PAA - o Programa Geral de Ação da União para 2020 em matéria de Ambiente*. Comissão Europeia. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/7eap/pt.pdf>>. Acesso em: 16 de junho de 2018.

COMISSÃO EUROPEIA. COM (2014). *Para uma economia circular: Programa para acabar com os resíduos na europa*. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2014/PT/1-2014-398-PT-F1-1.Pdf>>. Acesso em: 12 de junho de 2018.

DHINGRA, R.; KRESS, R.; UPRETI, G.. *Does lean mean green?* Journal of Cleaner Production. Volume 85, páginas 1-7. 15 de dezembro de 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.032>>. Acesso em: 23 de agosto de 2018.

DÜES, C. M.; TAN, K. H.; LIM, M.. *Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain*. Journal of Cleaner Production. Volume 40, páginas 93-100. Fevereiro de 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.023>>. Acesso em: 29 de julho de 2018.

ELKINGTON, J.. *Sustentabilidade: Canibais com garfo e faca - Edição histórica de 12 anos*. M.Books, novembro de 2011.

EMAS. *O Sistema Europeu de Ecogestão e Auditoria*. Comunidades Europeias, 2011. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/leaflets/emasleaflet_pt.pdf>. Acesso em: 11 de agosto de 2018.

EPA. United States Environmental Protection Agency. *Lean Manufacturing and the Environment*. USA. 2016. Disponível em: <<https://www.epa.gov/lean/lean-manufacturing-and-environment>>. Acesso em: 12 de junho de 2018.

FAHIMNIA, B.; SARKIS, J.; ESHRAGH, A.. *A tradeoff model for green supply chain planning: A leanness-versus-greenness analysis*. Omega. Volume 54, páginas 173-190. Julho de 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.01.014>>. Acesso em: 05 de agosto de 2018.

FAULKNER, W.; BADURDEEN, F.. *Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance*. Journal of Cleaner Production. Volume 85, páginas 8-18. 15 de dezembro de 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.042>>. Acesso em: 13 de setembro de 2018.

FERCOQ, A.; LAMOURI, S.; CARBONE, V.. *Lean/Green integration focused on waste reduction techniques*. Journal of Cleaner Production. Volume 137, páginas 567-578. 20 de novembro de 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.107>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018.

FONSECA, S. A.; JABBOUR, C. J. C.. *Assessment of business incubators' green performance: A framework and its application to Brazilian cases*. Technovation. Volume 32, Edição 2, páginas

122-132. Fevereiro de 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.10.006>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018.

GALEAZZO, A.; FURLAN, A.; VINELLI, A.. *Lean and green in action: interdependencies and performance of pollution prevention projects*. Journal of Cleaner Production. Volume 85, páginas 191-200. 15 de dezembro de 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.015>>. Acesso em: 06 de agosto de 2018.

GANGHI, N.; THANKI S.; TAKAR, J.. *Ranking of drivers for integrated lean-green manufacturing for Indian manufacturing SMEs*. Journal of Cleaner Production. Volume 171, páginas 675-689. 10 janeiro de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.041>>. Acesso em: 09 de Agosto de 2018.

GARZA-REYES, J. A.. *Lean and green - a systematic review of the state of the art literature*. Journal of Cleaner Production. Volume 102, páginas 18-29. 1 de setembro de 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.064>>. Acesso em: 07 de agosto de 2018.

GOVERNO DO BRASIL. *Lei n.º 6.803, de 2 de julho de 1980*. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 3 jul 1980. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6803.htm>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2018.

GOVERNO DO BRASIL. *Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981*. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF. Publicação DOU em 02/09/1981. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2018.

GOVERNO DO BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2018.

GOVERNO DO BRASIL. *Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997*. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília-DF. Publicação DOU em 22/12/1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2018.

GOVERNO DO BRASIL. *Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília-DF. Publicado DOU em 09 jan 1997.

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2018.

GOVERNO DO BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Publicação no DOU em 03/08/2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

GOVERNO DO BRASIL. *Lei Complementar n.º 140, de 08 de dezembro de 2011*. Fixa normas relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora. Diário Oficial da União, Brasília-DF. Publicado DOU em 9 dez 2011 e retificado em 12 dez 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LCP/Lcp140.htm>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2018.

GOVERNO DO BRASIL. *Acordos Globais*. Publicado em 23 jan 2012, modificado em 29 jul 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2012/01/acordos-globais>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

GOVERNO DO BRASIL. *Legislação ambiental no Brasil é uma das mais completas do mundo*. 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2010/10/legislacao>>. Acesso em: 26 de setembro de 2018.

GREMYR, I.. et al. *Adapting the Robust Design Methodology to support sustainable product development*. Journal of Cleaner Production. Volume 79, páginas 231-238. 15 de setembro de 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.018>>. Acesso em: 27 de julho de 2018.

GUPTA, V.; NARAYANAMURTHY, G.; ACHARYA, P.. *Can lean lead to green? Assessment of radial tyre manufacturing processes using system dynamics modelling*. Computers & Operations Research. Volume 89, páginas 284-306. Janeiro de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cor.2017.03.015>>. Acesso em: 13 de agosto de 2018.

HAJMOHAMMAD, S. et al.. *Reprint of Lean management and supply management: their role in green practices and performance*. Journal of Cleaner Production. Volume 56, páginas 86-93. 1 de outubro de 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.038>>. Acesso em: 13 de agosto de 2018.

HOELLTHALER, G.; BRAUNREUTHER, S.; REINHART, G.. *Digital Lean Production An Approach to Identify Potentials for the Migration to a Digitalized Production System in SMEs from a Lean Perspective*. Procedia CIRP. Volume 67, páginas 522-527. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.255>>. Acesso em: 04 de maio de 2018.

HOU, P. et al.. *Life Cycle Assessment of End-of-Life Treatments for Plastic Film Waste*. Journal of Cleaner Production. Disponível on line em 3 de agosto de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.278>>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

INDUSTRIALL GLOBAL UNION. *The challenge of Industry 4.0 and the demand for new answers*. Second draft of internal working paper as september 2017.

ISO. *ISO 14006: 2011 Sistemas de Gestão Ambiental - Diretrizes para incorporar o ecodesign*. Julho de 2011. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/43241.html>>. Acesso em: 21 de setembro de 2018.

ISO. *The ISO Survey of Management System Standard Certifications 2016*. Setembro de 2017. Disponível em: <https://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/-8853493/8853511/8853520/18808772/00_Executive_summary_2016_Survey.pdf?nodeid=19208898&vernum=-2>. Acesso em: 11 de agosto de 2018.

IWAO, S.. *Revisiting the existing notion of continuous improvement (Kaizen): literature review and field research of Toyota from a perspective of innovation*. Evolutionary and Institutional Economics Review. 10.1007/s40844-017-0067-4. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/313178757_Revisiting_the_existing_notion_of_continuous_improvement_Kaizen_literature_review_and_field_research_of_Toyota_from_a_perspective_of_innovation?enrichId=rgreq-d61e5cd4ff698af42ed3d874de3be43d-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMzMzE3ODc1NztBUzo1NDE2MzQ4MTcwMDc2MTZAMTUwNjE0NzlxMTI2Mg%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf>. Acesso em: 09 de Agosto de 2018.

JABBOUR, A. B. L. S. et al. *Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil*. Revista de Administração. Volume 48, Edição 4, páginas 843-856. Outubro-Dezembro de 2013a. Disponível em: <<https://doi.org/10.5700/rausp1125>>. Acesso em: 13 de junho de 2018.

JABBOUR, C. J. C. et al.. *Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing*. Journal of Cleaner Production. Volume 47, páginas 129-140. Maio de 2013b. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.010>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018.

JABBOUR, A. B. et al. *Mixed methodology to analyze the relationship between maturity of environmental management and the adoption of green supply chain management in Brazil*. Resources, Conservation and Recycling. Volume 92, páginas 255-267. Novembro de 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.02.004>>. Acesso em: 30 de julho de 2018.

KAEBERNICK, H.; KARA, S.; SUN, M. *Sustainable product development and manufacturing by considering environmental requirements*. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. Volume 19, edição 6, páginas 461-468. Dezembro de 2003. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0736-5845\(03\)00056-5](https://doi.org/10.1016/S0736-5845(03)00056-5)>. Acesso em: 07 de agosto de 2018.

KARLSSON, R.; LUTTROPP, C.. *EcoDesign: what's happening? An overview of the subject area of EcoDesign and of the papers in this special issue*. Journal of Cleaner Production. Volume 14, Edição 15-16, páginas 1291-1298. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.010>>. Acesso em: 07 de agosto de 2018.

KUMAR, S; DHINGRA, A. K.; SINGH, B.. *Process improvement through Lean-Kaizen using value stream map: a case study in India*. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Fevereiro de 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Bhim_Singh8/publication/323384006_Process_improvement_through_Lean-Kaizen_using_value_stream_map_a_case_study_in_India/links/5a92fa60a6fdcccecff0599dc/Process-improvement-through-Lean-Kaizen-using-value-stream-map-a-case-study-in-India.pdf>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

LEME JÚNIOR, R. D. et al.. *Creating value with less impact: Lean, green and eco-efficiency in a metalworking industry towards a cleaner production*. Journal of Cleaner Production. Volume 196, páginas 517-534. 20 de setembro de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.064>> . Acesso em: 16 de setembro de 2018.

LUTTROPP, C.; LAGERSTEDT, J.. *EcoDesign and The Ten Golden Rules: generic advice for merging environmental aspects into product development*. Journal of Cleaner Production. Volume 14, edições 15-16, páginas 1396-1408. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.022>>. Acesso em: 07 de agosto de 2018.

LUTTROPP, C.; JOHANSSON, J.. *Improved recycling with life cycle information tagged to the product*. Journal of Cleaner Production. Volume 18, edição 4, páginas 346-354. Março de 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.10.023>>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Ecodesign*. Brasil. 2018. Disponível em: <<http://mma.gov.br/component/k2/item/7654-ecodesign>>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Reciclagem*. Brasil. 2018. Disponível em: <<http://mma.gov.br/component/k2/item/7656>>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

MONTEIRO, N. B. R.; SILVA, E. A.. *Environmental licensing in Brazilian's crushed stone industries*. Environmental Impact Assessment Review. Volume 71, páginas 49-59. Julho de

2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.04.003>>. Acesso em: 14 de agosto de 2018.

MUÑOZ-VILLAMIZAR, A. et al.. *Manufacturing and environmental practices in the Spanish context*. Journal of Cleaner Production. Volume 178, páginas 268-275. 20 de março de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.026>>. Acesso em: 23 de agosto de 2018.

MURALIKRISHNA, I. V.; MANICKAM, V.. *Environmental Management Science and Engineering for Industry*. In: *Chapter Five - Life Cycle Assessment*. Páginas 57-75. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811989-1.00005-1>>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

MURMURA, F. et al.. *Evaluation of Italian Companies' Perception About ISO 14001 and Eco Management and Audit Scheme III: Motivations, Benefits and Barriers*. Journal of Cleaner Production. Volume 174, páginas 691-700. 10 de fevereiro de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.337>>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.

NG, R.; LOW, J. S. C.; SONG, B.. *Integrating and implementing Lean and Green practices based on proposition of Carbon-Value Efficiency metric*. Journal of Cleaner Production. Volume 95, páginas 242-255. 15 de maio de 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.043>>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.

OLIVEIRA, G. A.; TAN, K. H.; GUEDES, B. T.. *Lean and green approach: An evaluation tool for new product development focused on small and medium enterprises*. International Journal of Production Economics. Volume 205, páginas 62-73. Novembro de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.026>>. Acesso em: 16 de setembro de 2018.

ONU. *Água*. Disponível em: <<http://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2018.

ONU. *Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas Paris 2015*. Disponível em: <<http://www.un.org/sustainabledevelopment/cop21/#About>>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2018.

ONU. *Objetivos dos desenvolvimento sustentável*. Disponível em: <<https://www.unric.org/pt/17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em: 17 de junho de 2018.

ONU. *World Population Prospects, The 2017 Revision*. Nova York, 2017. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2018.

ONU BR - Nações Unidas no Brasil. *FAO: Se o atual ritmo de consumo continuar, em 2050 mundo precisará de 60% mais alimentos e 40% mais água*. Publicado em 21 jan 2015 e atualizado em 09 abr 2016. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/fao-se-o-atual-ritmo-de-consumo-continuar-em-2050-mundo-precisara-de-60-mais-alimentos-e-40-mais-agua/>>.

Acesso em: 14 de fevereiro de 2018.

ONU BR - Nações Unidas no Brasil. *A ONU e o meio ambiente*. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

PAMPANELLI, A. B.; FOUND, P.; BERNARDES; A. M.. *A Lean & Green Model for a production cell*. Journal of Cleaner Production. Volume 85, páginas 19-30. 15 de dezembro de 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.014>>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

PARLAMENTO EUROPEU. *Política ambiental: princípios gerais e quadro de base*. 2018. Disponível em: <<http://www.europarl.europa.eu/factsheets/pt/sheet/71/politica-ambiental-principios-gerais-e-quadro-de-base>>. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

PARLIKAD, A. K.; MCFARLANE, D.. *RFID-based product information in end-of-life decision making*. Control Engineering Practice. Volume 15, edição 11, páginas 1348-1363. Novembro de 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2006.08.008>>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

PEARSON, P. J. G.; FOXON, T. J.. *A low carbon industrial revolution? Insights and challenges from past technological and economic transformations*. Energy Policy. Volume 50, páginas 117-127. Novembro de 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.07.061>>. Acesso em: 31 de agosto de 2018.

PORDATA. *Pequenas e médias empresas em % do total de empresas: total e por dimensão*. República Portuguesa, 2018. Disponível em: <<https://www.pordata.pt/Portugal/Pequenas+e+m%C3%A9dias+empresas+em+percentagem+do+total+de+empresas+total+e+por+dimens%C3%A3o-2859>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018.

RAMOS, T. R. P.; GOMES, M. I.; PÓVOA, A. P. B.. *Planning a sustainable reverse logistics system: Balancing costs with environmental and social concerns*. Omega. Volume 48, páginas 60-74. Outubro de 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.omega.2013.11.006>>. Acesso em: 05 de agosto de 2018.

REPÚBLICA PORTUGUESA. *Código Penal, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 400/82, de 23 de Setembro, revisto*. DRE. Disponível em: <https://dre.pt/web/guest/legislacao-consolidada/-/lc/105737277/201701182138/exportPdf/normal/1/cacheLevelPage?_LegislacaoConsolidada_WAR_drefrontofficeportlet_rp=indice>. Acesso em: 26 de setembro de 2018.

REPÚBLICA PORTUGUESA. *Decreto-Lei n.º 56/2012, de 12 de março*. Lei Orgânica da Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. Aprova a orgânica da Agência Portuguesa do Ambiente, I. P. Referendado em 05 de março de 2012. PGDL. Disponível em: <http://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=1742&tabela=leis>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2018.

REPÚBLICA PORTUGUESA. *Decreto-Lei n.º 75/2015, de 11 de maio*. Aprova o Regime de Licenciamento Único de Ambiente, que visa a simplificação dos procedimentos dos regimes de licenciamento ambientais, regulando o procedimento de emissão do título único ambiental. DRE. Disponível em: <<https://dre.pt/application/file/a/67188490>>. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

REPÚBLICA PORTUGUESA. *O que é a economia circular?* Disponível em: <<http://eco.nomia.pt/pt/economia-circular/estrategias>>. Acesso em: 12 de junho de 2018.

REGO, A. P. K.. *Lei Complementar n.º 140/11: Inovações em relação ao processo administrativo ambiental brasileiro*. Trabalho de conclusão de curso (Direito). Faculdade de Direito de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto. USP, 2013. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/89/890010/tce-27112013-143011/?&lang=br>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

REIS, L. V. et al.. *A model for Lean and Green integration and monitoring for the coffee sector*. Computers and Electronics in Agriculture. Volume 150, páginas 62-73. Julho de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.03.034>>. Acesso em: 11 de setembro de 2018.

RIBEIRO, F. M.; KRUGLIANSKAS, I.. *Principles of environmental regulatory quality: a synthesis from literature review*. Journal of Cleaner Production. Volume 96, páginas 58-76. 1 de junho de 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.047>>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

RODRIGUES, M. V. Introdução: do sistema de produção artesanal ao Lean Manufacturing. In: *Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção lean manufacturing*. Páginas 1-7. 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9788535261172000107>>. Acesso em: 03 de maio de 2018.

SAGNAK, M.; KAZANCOGLU, Y.. *Integration of green lean approach with six sigma: an application for flue gas emissions*. Journal of Cleaner Production. Volume 127, páginas 112-118. 20 de julho de 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.016>>. Acesso em: 10 de julho de 2018.

SARKIS, J.; GONZALEZ-TORRE, P.; ADENSO-DIAZ, B.. *Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: The mediating effect of training*. Journal of Operations Management. Volume 28, edição 2, páginas 163-176. Março de 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.10.001>>. Acesso em: 07 de agosto de 2018.

SEBRAE. *Estudo de mercado - Pequenos negócios em números*. São Paulo, 07 de junho de 2018. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/sp/sebraeaz/pequenos-negocios-em-numeros,12e8794363447510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 16 de setembro de 2018.

SETH, D.; REHMAN, M. A. A.; SHRIVASTAVA, R. L.. *Green manufacturing drivers and their relationships for small and medium(SME) and large industries*. Journal of Cleaner Production. Volume 198, páginas 1381-1405. 10 de outubro de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.106>>. Acesso em: 16 de setembro de 2018.

SOLIMAN, M.; SAURIN, T. A.; ANZANELLO, M. J.. *The impacts of lean production on the complexity of socio-technical systems*. International Journal of Production Economics. Volume 197, páginas 342-357. Março de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.01.024>>. Acesso em: 11 de agosto de 2018.

TESTA, F.; IRALDO, F.. *Shadows and lights of GSCM (Green Supply Chain Management): determinants and effects of these practices based on a multi-national study*. Journal of Cleaner Production. Volume 18, edições 10-11, páginas 953-962. Julho de 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.03.005>>. Acesso em: 05 de agosto de 2018.

THANT, M. M.; CHARMONDUSIT, K.. *Eco-efficiency assessment of pulp and paper industry in Myanmar*. Clean Technologies and Environmental Policy. Volume 12, edição 4, páginas 427-439. Agosto de 2010. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10098-009-0232-5>>. Acesso em: 03 de agosto de 2018.

THOUMY, M.; VACHON, S.. *Environmental projects and financial performance: Exploring the impact of project characteristics*. International Journal of Production Economics. Volume 140, edição 1, páginas 28-34. Novembro de 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.014>>. Acesso em: 07 de agosto de 2018.

TUCKER, N. 6 - *Clean production*. Green Composites (Second Edition), Natural and waste based composites for a sustainable future. Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering. Páginas 95-121. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081007839000058>>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.

UBEDA, S.; ARCELUS, F.J.; FAULIN, J.. *Green logistics at Eroski: A case study*. International Journal of Production Economics. Volume 131, edição 1, páginas 44-51. Maio de 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.041>>. Acesso em: 07 de agosto de 2018.

UNIÃO EUROPEIA. *Veículos em fim de vida*. 2015. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=LEGISSUM%3A121225>>. Acesso em: 14 de setembro de 2018.

UNIÃO EUROPEIA. *Objetivos e valores da UE*. 2018. Disponível em: <https://europa.eu/european-union/about-eu/eu-in-brief_pt>. Acesso em: 26 de setembro de 2018.

UNIÃO EUROPEIA. *Ambiente*. 2018. Disponível em: <https://europa.eu/european-union/topics/environment_pt>. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

UK GOVERNEMENT. *The Rt Hon Chris Huhne MP speech: The economics of climate change*. UK. 2011. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/speeches/the-rt-hon-chris-huhne-mp-speech-the-economics-of-climate-change>>. Acesso em: 31 de agosto de 2018.

UNIVERSITY OF LOUISVILLE. *Green Purchasing and the Supply Chain*. EUA, 2018. Disponível em: <<http://louisville.edu/purchasing/sustainability/greenpurchasingsupplychain>>. Acesso em: 05 de agosto de 2018.

UNWATER. *Relatório Mundial das Nações Unidas para o Desenvolvimento de Recursos Hídricos 2016: Água e emprego Fatos e números*. Itália, 2016. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244041por.pdf>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

UNWATER. *Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2017: Água residual: O recurso inexplorado*. Itália, 2017. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/natural-sciences/environment/wwdr/>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

UNWATER. *Water Scarcity*. Disponível em: <<http://www.unwater.org/water-facts/scarcity/>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2018.

VENKAT, K.; WAKELAND, W.. *Is Lean Necessarily Green?* 50th Annual Meeting of the ISSS, ISSS, 2006. Disponível em: <<http://www.cleanmetrics.com/pages/ISSS06-IsLeanNecessarilyGreen.pdf>>. Acesso em: 01 de agosto de 2018.

VERRIER, B. et al.. *Combining organizational performance with sustainable development issues: the Lean and Green project benchmarking repository*. Journal of Cleaner Production.

Volume 85, páginas 83-93. 15 de dezembro de 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.023>>. Acesso em: 16 de setembro de 2018.

VERRIER, B.; ROSE, B.; CAILLAUD, E.. *Lean and Green strategy: the Lean and Green House and maturity deployment model*. Journal of Cleaner Production. Volume 116, páginas 150-156. 10 de março de 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.022>>. Acesso em: 14 de setembro de 2018.

VIEIRA, L. C.; AMARAL, F. G.. *Barriers and strategies applying Cleaner Production: a systematic review*. Journal of Cleaner Production. Volume 113, páginas 5-16. 1 de fevereiro de 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.034>>. Acesso em: 14 de agosto de 2018.

VILAS BOAS, B. C. *Sinergias e entropias existentes entre os sistemas lean e green*. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina. 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5104/1/LD_COEAM_2014_2_04.pdf>. Acesso em: 05 de agosto de 2018.

WBCSD. *Factor10: o futuro dos negócios de sucesso é circular*. 2018. Disponível em: <<https://www.wbcsd.org/Programs/Energy-Circular-Economy/Factor-10/Factor10>>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

WBCSD. *8 Business cases for the circular economy*. 2017. Disponível em: <<https://www.wbcsd.org/Programs/Energy-Circular-Economy/Factor-10/Resources/8-Business-Cases-to-the-Circular-Economy>>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.. *Lean Thinking Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, NY: Free Press, Simon & Schuster, Inc., 1996, Second Edition, 2003.

WONG, C. et al.. *Green operations and the moderating role of environmental management capability of suppliers on manufacturing firm performance*. International Journal of Production Economics. Volume 140, edição 1, páginas 283-294. Novembro de 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.08.031>>. Acesso em: 07 de agosto de 2018.

ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K.. *Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation*. International Journal of Production Economics. Volume 111, edição 2, páginas 261-273. Fevereiro de 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.11.029>>. Acesso em: 05 de agosto de 2018.

ZHU, Q.; SARKIS, J.. *Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises*. Journal of Operations Management. Volume 22, edição 3, páginas 265-289. Junho

de 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jom.2004.01.005>>. Acesso em: 07 de agosto de 2018.