

**MESTRADO EM
GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL**

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

ECO-DESIGN: QUAIS AS INFLUÊNCIAS NO CICLO DE VIDA DO
PRODUTO? UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA BIBLIOGRAFIA

LINDA SOUSA SERRANHEIRA

OUTUBRO - 2018

MESTRADO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

TRABALHO FINAL DE MESTRADO DISSERTAÇÃO

ECO-DESIGN: QUAIS AS INFLUÊNCIAS NO CICLO DE VIDA DO
PRODUTO? UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA BIBLIOGRAFIA

LINDA SOUSA SERRANHEIRA

ORIENTAÇÃO:

PROF^a. ASSOCIADA COM AGREGAÇÃO RITA ASSOREIRA
ALMENDRA

PROF. ASSOCIADO COM AGREGAÇÃO MANUEL DUARTE
MENDES MONTEIRO LARANJA

OUTUBRO - 2018

RESUMO

O modelo económico atual, suportado pela Economia Linear, está a comprometer a sustentabilidade ambiental do planeta. Torna-se urgente alterar o paradigma produtivo e dar realce à reciclagem, de forma a apostar no “verde”, entre outros através da diminuição de utilização de matérias-primas. O modelo de Economia Circular é uma opção para substituir o modelo vigente e deve ser aplicado em todas as áreas da produção, nomeadamente na indústria. Julga-se que um dos aspetos fulcrais da Economia Circular passa pela extensão do ciclo de vida útil dos produtos e um dos passos a seguir nesse contexto é a introdução do Eco-design. No presente estudo avaliaram-se as influências observadas da introdução do Eco-design no ciclo de vida de um produto, comparando a sua durabilidade e o impacte na (re)utilização de matérias-primas em produtos (idênticos ou não e com e sem utilização do Eco-design), através de uma revisão sistemática da bibliografia. Foram identificados 207 artigos científicos e analisados 17 que se enquadravam no tema e nos critérios de seleção. Utilizou-se a metodologia *Prisma Statement*, de forma a identificar as vantagens e desvantagens económicas e sociais, com ênfase nas possíveis alterações do ciclo de vida útil e total de um produto após a introdução do Eco-design. Da análise dos artigos é possível concluir que (i) a introdução do Eco-design, o mais precoce possível, aumenta o ciclo de vida útil do produto e diminui o seu ciclo de vida total; (ii) existem vantagens económicas e sociais com a utilização de uma gestão mais eficiente a nível de recursos virgens e de matérias-primas. Sugere-se a realização de estudos e casos práticos focados na aplicação dos conceitos de Eco-design, integrados desde a conceção até ao fim de vida de um produto, que permitam reforçar as conclusões desta revisão sistemática da bibliografia.

Palavras-chave:

- Economia Circular; Eco-design; Ciclo de vida; Produto.

ABSTRACT

The actual economic model sustained by the Linear Economy, is compromising the earth sustainability. It became urgent to change the productivity paradigm, in a way to become more “green”, by reducing the usage of raw material and focus on recycling. The Circular Economy model it’s an option to replace the actual model and it should be applied in all production areas, in particular in the industry. One of the main aspects about Circular Economy it’s the introduction of Eco-design in the products life cycle. In this study, the influence observed by the introduction of Eco-design in a product life cycle was evaluated, comparing the durability and the impact in the (re)utilization of raw materials in other products (similar or not and with or without the introduction of Eco-design), through a systematic review of the literature. 207 scientific articles were selected and 17 that were related to the theme and fit the selection criteria were analysed. Prisma Statement was the methodology used to be able to identify the economic and social advantages and disadvantages, with focus on the possible changes of the useful and total product life cycle after the introduction of Eco-design. From the articles analysis it’s possible to conclude that (i) the earliest introduction of Eco-design in a product, increase its useful and total product life cycle; (ii) an efficient and effective management from the correct usage of raw material and virgin resources imply economic and social advantages. It is suggested that the theme require further clarification and the need to develop complementary studies focused on Eco-design, integrating the entire product life cycle from the begging until its useful or total end, that are able to reforce the conclusions of this systematic review.

Key-words:

- Circular Economy; Eco-design; Life Cycle; Product.

ÍNDICE

Resumo.....	i
Abstract	ii
Índice.....	iii
Índice de Figuras	iv
Índice de Tabelas.....	v
Glossário de Termos e Abreviaturas	vi
Agradecimentos.....	vii
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	3
Economia Circular	3
Fases do ciclo de vida de um produto.....	4
Eco-design	5
METODOLOGIA	9
Questões de investigação	9
Objetivos.....	9
Delineamento do estudo	9
Pergunta de revisão.....	10
Operacionalização do estudo	11
APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	14
Discussão	24
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1– Princípios Economia Circular	31
Figura 2– Produto Sustentável: Modelo de Análise.....	31
Figura 3 – Círculo da Economia Circular	32
Figura 4A – Fases do ciclo de vida	32
Figura 4B – Fases do ciclo de vida	33
Figura 5 – Ciclos de recursos	33
Figura 6 – Modelo de processos do Eco-design.....	34
Figura 7 – Lógica de pesquisa para as bases de dados.....	34
Figura 8 – Critérios de exclusão de artigos	13

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I – Base de Dados.....	12
Tabela II – Tipo de estudo e Outcomes dos artigos	14
Tabela III – Totais e média dos resultados da avaliação dos artigos	23
Tabela IV - Identificação, Título, Autores e palavras-chave dos artigos seleccionados.....	35
Tabela V – Tabela com os critérios de avaliação dos artigos	37
Tabela VI – Tabela usada para a avaliação dos artigos.....	39
Tabela VII - Avaliação dos artigos pela Designer Doutora Ana Cristina Dias.....	40
Tabela VIII - Avaliação dos artigos por Linda Serranheira	41

GLOSSÁRIO DE TERMOS E ABREVIATURAS

AMFE - Análise Modal de Falhas e Efeitos;

BECE - Backcasting and Eco-design for the circular economy – Previsão do estudo e Eco-design para a economia circular;

Capital natural - O capital natural pode ser considerado como “stock” de recursos naturais existentes que geram um fluxo de serviços tangíveis e intangíveis direta e indiretamente úteis aos seres humanos (Andrade and Romeiro, 2009);

CBR - Case based Reasoning – Raciocínio baseado em casos;

CLSM - Close Loop Supply Chain Management – Gestão do ciclo fechado de uma cadeia de abastecimento;

DfX - Design for X – Design para X;

EC - Economia Circular;

EL - Economia Linear;

EoL - End-of-life – Fim de vida;

ERP - Processo de Pedido ;

ES - EoL Strategy – Estratégia do fim de vida;

FBS - Function-Behavior-Structure – Função Comportamento e Estrutura;

IEDM - Integrated Eco-design Decision-making – Decisor integrado para o Eco-design;

LCA - Life Cycle Assessment – Análise do ciclo de vida;

MP - Manufacturing Process – Processo de fabricação;

PICOS – Population, Intervention, Control, Outcomes, Study design – População, Intervenção, Controle, Resultados, Design do estudo;

PLM - Processo do Produto;

PU - Product Usage - Uso do produto;

QFD - Quality Function Deployment – Implantação da função qualidade;

Ref. – Referência;

Rv1 – Revisor 1;

Rv2 – Revisor 2;

SPIN - Sustainable Production through Innovation – Produção sustentável através da inovação.

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação de mestrado contou com diversos apoios e incentivos. Gostaria de agradecer a todos os que direta ou indiretamente trouxeram contributos, no entanto pela impossibilidade de aqui o fazer, destaco os que trabalharam mais diretamente comigo e sem os quais teria sido muito difícil concretizar este trabalho. Estarei eternamente grata pelos apoios.

Um agradecimento particular à Professora Doutora Rita Assoreira Almendra, docente do Departamento de Arte e Design, Faculdade da Arquitectura de Lisboa, que me orientou. Pela clareza, pela disponibilidade, pela dedicação, pelas palavras de incentivo e pelo esforço que fez no final, apesar das partidas que por vezes a vida nos apresenta.

À Doutora Ana Cristina Dias, designer e Professora Auxiliar convidada no Departamento de Design da Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa, um agradecimento pelo rigor e total disponibilidade na colaboração da avaliação dos artigos científicos.

Ao Professor Doutor Florentino Serranheira um agradecimento especial, pois desde o início sempre se disponibilizou para estar por perto. Pelo saber que me transmitiu, pelas opiniões e críticas, pela sua total colaboração na resolução dos problemas que foram surgindo e, claro, por todas as palavras de incentivo.

Ao Engenheiro Gonçalo Carvalho agradeço pelo apoio em todas as fases deste período, tendo tornado possível que este trabalho se concretizasse. Agradeço também a paciência, a força e o afeto.

Ao Professor Doutor Manuel Laranja, docente no Instituto Superior de Economia e Gestão agradeço o apoio em particular nos momentos finais deste percurso académico.

À minha família, mãe, irmãs, avós e sogros agradeço a disponibilidade permanente para ajudar no que foi sendo necessário. A paciência e os incentivos que me foram transmitindo durante este processo foram fundamentais para a sua conclusão.

Por último, umas palavras especiais para a minha querida filha, a quem um dia terei o prazer de mostrar o que fiz enquanto ela andava a gatinhar e a brincar pela casa.

Obrigada.

1. INTRODUÇÃO

A curva do ciclo de vida de um produto apresenta várias fases que, numa perspectiva económica e temporal, podem ser modificadas. Essa curva tem início com a introdução do produto, segue pelo seu crescimento e maturidade e tende para o declínio e a retirada do mercado, momento considerado o fim de vida. Está, deste modo, claramente associada ao atual paradigma socioeconómico que é baseado na Economia Linear (EL) (Sariatli, 2017).

O conceito de EL (Sariatli, 2017) baseia-se em: (i) retirar; (ii) fazer; (iii) deitar fora. No essencial, representa o extrair dos recursos necessários, o fazer os bens para serem vendidos, o retirar do lucro e dispensar tudo o que já não é necessário. Este tipo de economia implementa um conceito de consumismo na sociedade, que se fundamenta numa diminuição do ciclo de vida útil dos produtos (Paulo et al., 2002), de acordo com a evolução da tecnologia e a rápida criação de novos produtos.

Nesse contexto, é possível constatar que, existe uma fase de planeamento inicial, decisiva para o tempo de vida e o ciclo de vida do produto, isto é, que determina o que acontece aos produtos quando se aproximam do fim de vida útil. Efetivamente na perspectiva da EL os produtos são concebidos para desaparecer rapidamente do mercado e antes de tal acontecer, já foram substituídos por outros com tecnologia mais avançada.

É importante distinguir o ciclo de vida útil do ciclo de vida total do produto, visto que no modelo EL o ciclo de vida total do produto termina num aterro, o que significa que podem passar milhares de anos até à sua degradação. Por outro lado, o ciclo de vida útil de um produto é o tempo enquanto está apto a ser utilizado, ou seja, a duração de utilização até ao momento antes de ir “para o lixo”.

Está patente um desequilíbrio para a sustentabilidade do planeta no modelo linear. Trata-se de uma perspectiva inviável do futuro, face aos recursos finitos da Terra. Assim, provavelmente a EL terá de ser substituída, em tempo, por um paradigma de base ecológica, como a Economia Circular (EC). Um paradigma que minimize a utilização de recursos, o impacto no meio ambiente e maximize a eficiência da produção (Zeng et al., 2017). De acordo com estes autores, um dos principais elementos de mudança assenta na cadeia de aprovisionamento que deve ser sustentável, concebida de forma a (i) diminuir a necessidade de recursos, (ii) a maximizar o tempo de utilização do produto, e a (iii) aumentar a vantagem económica, quer das empresas, quer da sociedade através de alteração do atual paradigma consumista, introduzindo novas formas sociais de reflexão sobre o futuro (Zeng et al., 2017).

A perspectiva da EC tem suporte no Eco-design que passa pela reutilização de matéria-

prima e a extensão do tempo de utilização e de vida do produto (Bocken et al., 2016) (Figura 1).

De acordo com Mathews e Tan (Mathews & Tan, 2011) a adoção do modelo de EC requer que as empresas adaptem o seu modelo de negócio ou criem um novo. Ou seja, estrategicamente a adoção de novas práticas implica novos conhecimentos e novas tecnologias e é proposto por Urbinati e colaboradores (Urbinati, Chiaroni & Chiesa, 2017) que as empresas identifiquem o valor do principal elemento da cadeia de aprovisionamento, bem como da rede de fornecedores, da produção, dos retalhistas e dos clientes. Tal permitirá perceber o que é necessário para alterar a estratégia e implementar ideais ecológicos, circulares, onde se espera, no geral, um benefício ambiental e social.

Relativamente ao desempenho da implementação deste tipo de economia na sociedade e nomeadamente nas organizações, podem ser referidas várias oportunidades e vantagens (Sariatli, 2017):

- Através da redução do nível de recursos necessários na produção os custos em materiais e matérias-primas têm tendência a diminuir;
- Com a introdução de processos circulares (*closed-loop*) as flutuações de preços dos materiais diminuem e a curva de custos apresenta uma utilização mais eficiente em termos de valor e volume dos recursos;
- A introdução da perspetiva circular permite o desenvolvimento de novas tecnologias;
- A incorporação dos atributos da EC na fase de operações de I&D estimula o progresso na área de desenvolvimento de materiais de elevada qualidade e está na base do progresso, suportando a utilização de componentes com uma maior durabilidade.

Este estudo pretende contribuir para identificar as alterações que a implementação do modelo de Eco-design implica no ciclo de vida do produto, através de uma revisão sistemática da bibliografia. Tem como principal finalidade analisar os estudos onde se aborda o processo de valorização do Eco-design no ciclo de vida de um produto. Para tal foi utilizada uma metodologia apropriada para a pesquisa sobre este tema cuja principal questão de investigação é: “Quais as influências e vantagens ou desvantagens da introdução do Eco-design no ciclo de vida do produto?”

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Economia Circular

A Economia Circular é um conceito relativamente recente que importa esclarecer. A economia tradicional (linear) foi criada com uma tendência de ‘não-reciclar’, o que reflete um comportamento negativo por parte do Homem: tratar o meio ambiente como um reservatório de desperdícios (Mohamed & Rachid, 2015). Todavia, segundo a primeira lei da termodinâmica, a energia e a matéria permanecem constantes num ambiente fechado. Tal determina a necessidade de o converter em circular, através das relações entre recursos usados e desperdícios. Ao encarar os problemas existentes e a presumível futura falta de recursos, é um dever tratar o planeta Terra como um ciclo económico fechado: um Mundo em que a economia e o ambiente estão unidos por uma visão circular.

O objetivo da EC passa, entre outros, por reduzir os recursos que se perdem no ciclo, otimizando o funcionamento do Sistema (Figura 2) (Zengwei, Bi, & Moriguichi, 2006).

Na economia clássica, ou linear, produz-se para consumir e depois eliminar (Zaccai, 2015). Na economia circular as matérias-primas, como o próprio nome refere, circulam. Por outras palavras, não é a economia que circula, são os materiais, as matérias-primas e os produtos. O seu objetivo passa por aumentar a durabilidade e o tempo de vida do produto, através da sua otimização, assim como contribuir para a diminuição da produção de desperdícios, de resíduos, e de tudo o que é rejeitado e é considerado como avariado, estragado, rasgado ou sujo.

O propósito deste processo circular passa por modificar o conceito de “lixo” e alterar o ciclo de logística. Em vez do habitual comprar, usar e deitar fora, quer-se uma ação que permita comprar, usar, guardar, reparar e continuar a usar.

Observa-se atualmente com a EL uma utilização descontrolada de matérias-primas para satisfazer as necessidades do Homem, o que pode levar ao seu esgotamento. Este processo de transformação de matérias, antes da intervenção humana, era apenas regulado pela oferta da natureza. Em contraciclo o Homem criou algo “não natural”, isto é, deixou de tirar o máximo proveito de tudo para passar a usar e deitar fora quando acha mais conveniente.

É no sentido de diminuir esse descontrolo de uso de matérias-primas que a EC se torna uma mais-valia, regulando a transformação da matéria-prima, a conceção do produto e a possibilidade da sua recuperação ou reutilização.

A sustentabilidade ou o desenvolvimento sustentável são conceitos que, relacionando aspetos económicos, sociais, culturais e ambientais, buscam suprir as necessidades do presente sem afetar as gerações futuras (Goodland, 1995), e estão completamente ligados à

perspetiva da EC. A reciclagem efectuada hoje não é eficiente o suficiente para garantir que os recursos básicos e necessários à vida sejam satisfeitos no futuro, pelo que se torna essencial mudar o paradigma para a perspetiva circular (Bergel & Tortato, 2012).

Segundo a *Ellen MacArthur Foundation* (Foundation, 2017) a EC apresenta um conjunto de princípios que orientam a sociedade para o passo seguinte, para a evolução no contexto de um novo paradigma de gestão, que passa por:

- 1- Preservar e aumentar o capital natural. A sociedade depara-se com um dos maiores problemas da história da humanidade, a possibilidade de acabarem os recursos essenciais e diariamente utilizados, nomeadamente a água doce. A necessidade de um novo tipo de sustentabilidade, incentivada pela economia circular, traz esperança às populações no futuro. As normas da economia circular prevêm a necessidade de existência de recursos físicos nas organizações e estes serão, apenas, produzidos de acordo com as necessidades e terão de ter uma duração maximizada, para que se tirem vantagens desse produto durante muito tempo e se utilizem as quantidades mínimas de recursos;
- 2- Otimizar a produção e utilização de recursos. É necessário incentivar as empresas a fazer a reciclagem de produtos. É fundamental que exista informação e formação das pessoas para que os princípios da economia circular tenham resultados positivos na reutilização de recursos. Este processo de análise, que inclui os princípios da EC (Figura 3), é moroso na medida em que tudo o que vier a ser alterado (e de novo) vai ser objeto de profunda observação, de forma a ser possível obter informações sobre a sua utilidade, num mundo sem desperdícios (Foundation, 2017).

A EC “*visa o desenvolvimento de novos produtos e serviços economicamente viáveis e ecologicamente eficientes, radicados em ciclos idealmente perpétuos de reconversão a montante e a jusante. Materializa-se na minimização da extração de recursos, maximização da reutilização, aumento da eficiência e desenvolvimento de novos modelos de negócios.*” (Ministério do Ambiente, 2016, p. 1).

2.2 Fases do ciclo de vida de um produto

As atividades associadas ao percurso de um produto, desde o fabrico até serem tratados como lixo, incluem fases como a aquisição de matéria-prima, utilização, manutenção e reuso ou reciclagem, relacionadas com o termo “ciclo de vida” (Figura 4A e 4B).

A utilização das matérias-primas virgens dá origem a problemas de escassez e possíveis

variações dos preços. Alguns autores, entre os quais Ferreira, analisaram este assunto que está na origem da ISO 14040:2006 (*Environmental management – Life cycle assesment – Principals and Framework*), incluindo o ciclo de vida de um produto, desde as matérias-primas na sua base, à sua utilização e manutenção, e quando estas se tornam um resíduo (Ferreira, 2004).

2.3 Eco-design

Uma definição de Eco-design refere que os produtos são concebidos de forma a poderem ser reutilizados, diminuindo a necessidade de extração de recursos naturais/matérias-primas (Genovese, Acquaye, Figueroa, & Koh, 2017).

O conceito de Eco-design tem associações com a economia industrial, e como objetivo a redução do impacte ambiental dos produtos, ou seja, melhorar o desempenho ambiental dos produtos (Ferrão, 2009).

Assim, o Eco-Design é uma mais-valia no momento da conceção de produtos (sustentáveis), e as suas diretrizes vão influenciar diretamente o ciclo de vida do produto (Ramani, et al., 2010).

De acordo com Ferrão (Ferrão, 2009) o Eco-design é caracterizado por alguns pontos-chave:

- *Desenvolvimento de um novo conceito;*
- *Seleção de materiais com reduzido impacte ambiental;*
- *Redução do uso de materiais;*
- *Otimização do sistema de distribuição;*
- *Redução do impacte durante a utilização;*
- *Otimização do tempo de vida;*
- *Otimização do sistema de processamento em fim de vida.*

Alguns destes temas estão claramente enquadrados com a necessária redução da utilização das matérias-primas, realizada através do desenvolvimento de novos procedimentos que reduzam o impacte negativo sobre o planeta e que os otimizem.

De certa forma pode dizer-se que o objetivo é maximizar a durabilidade dos produtos, aumentando-a tanto quanto possível.

Segundo Bradley e Guerrero (Bradley & Guerrero, 2008) um dos maiores problemas na introdução Eco-design assenta no facto dos produtos serem concebidos com materiais de

diferentes características e, como tal, apresentarem diferentes durabilidades que, por consequência, influenciam o tempo de vida útil do produto.

A Plataforma Europeia para a Eficiência na Utilização dos Recursos (EREP) identificou diversas áreas promissoras para serem exploradas pelo sector empresarial, nomeadamente a melhoria da informação sobre as matérias-primas e como se podem reparar ou reciclar os produtos, bem como os novos modelos de negócio e princípios para normas de fornecimento sustentável (Comissão Europeia, 2016).

A investigação e divulgação de estudos de novos procedimentos e novos co-produtos para aplicação nos processos dos produtos devem ser incentivados. A partilha de conhecimentos nas indústrias deverá ser uma alternativa, com acesso a informações relevantes, casos de sucesso e insucesso, pesquisas a serem realizadas no momento e quais as que vão ser iniciadas posteriormente, ao investimento total em novos processos e I&D.

Segundo Bocken e colaboradores (Bocken et al., 2016) há vários tipos de Eco-design dentro do conceito de extensão do ciclo de vida de um produto, e há três conceitos chave que descrevem o ciclo que cada produto pode ter:

- *Slowing resource loops* – aumento do tempo de vida útil do produto através da reparação, o que aumenta o tempo em que o produto é utilizado, diminuindo a necessidade de novos recursos;
- *Closing resource loops* – resultam de uma circulação de recursos desde a matéria-prima à reciclagem;
- *Resource efficiency or narrowing resource flows* – utiliza menos recursos por produto.

O facto de não haver um tratamento destinado para a maior parte dos produtos em fim de vida, impede o processo de reciclagem ou reutilização, que corresponde a uma visão linear sem extensão da vida do produto e haverá um consequente desperdício. A introdução do Eco-design no produto pode contribuir para alterar este final.

O “fechar” do ciclo está associado a uma estratégia mais ecológica (Figura 5), se se verificar uma diminuição do fluxo de recursos. Numa perspetiva de ciclo de vida útil de um produto, na EC, o ciclo estende-se, ou seja, aumenta a duração do produto e há a possibilidade de os componentes serem aproveitados para produzir novos ou até para substituírem alguns elementos com mais desgaste.

De acordo com alguns autores, como Bocken e colaboradores (Bocken et al., 2016), existem vários tipos de possibilidades na conceção do produto associadas à sustentabilidade:

A) As estratégias de design para *slowing resource loops* são:

1. Design de produtos com maior tempo de vida:
 - 1.1 Design de ligação e confiança - Estratégia em que há preocupação com os recursos, o que resulta da longa utilização dos produtos;
 - 1.2 Design de durabilidade e fiabilidade - Refere-se a produtos que vão ser muito atractivos e os consumidores conseguem confiar neles, logo são mais estimados e duram mais tempo;
2. Design para extensão de vida de um produto:
 - 2.1 Design de fácil manutenção e reparação - O objectivo é fazer produtos que tenham peças que sejam facilmente substituídas de forma a poder ser utilizado mais tempo. Sem demasiada complexidade o produto pode ser reparado, mas as garantias de que a performance do produto serão idênticas, são limitadas;
 - 2.2 Design de possível adaptação e upgrade - O produto pode também estar preparado para receber um upgrade, aumentando a qualidade e valor, sem afetar ou até melhorando a performance;
 - 2.3 Design por normalização e compatibilidade - Criar peças standard que sirvam para vários produtos, diminuindo também o preço de produção;
 - 2.4 Design por montagem e desmontagem - Peças que possam ser montadas e desmontadas facilmente é uma estratégia que assegura que quando os produtos são recolhidos pelas empresas, essas peças sirvam para fazer novos produtos. Estes processos não garantem que não haja um fim de vida do produto, mas aumentam-no significativamente, diminuindo o recurso a novas matérias-primas, ou seja, desacelerando a sua extracção.

B) Estratégias de design de *closing resource loops* (Bocken et al., 2016):

1. Design de ciclo tecnológico - Produtos que oferecem um serviço, e que são produzidos para que possam ser completamente reciclados e transformados em novos materiais ou produtos;
2. Design de ciclo biológico – Produtos naturais, biodegradáveis, ou seja, depois de utilizar o produto inicia-se o seu novo ciclo;
3. Design de montagem e desmontagem - Os produtos são como puzzles, fáceis de desmontar e montar e as suas peças “encaixam” noutros produtos, o que lhes trará uma entrada num novo ciclo.

Segundo Bergel e Tortato (Bergel & Tortato, 2012) os produtos devem ter uma validação

através do *Life Cycle Assessment* (LCA) e do *Design for X* (DfX):

1. LCA: A análise do ciclo de vida é utilizada para avaliar os impactos ambientais de todas as fases de vida do produto (desde extracção de matéria prima à eliminação ou reciclagem);
2. DfX – O design for X é utilizado para estimar e simplificar a montagem, a desmontagem, a reciclagem, o serviço e o custo dos produtos:
 - 2.1 DfA – Design for Assembly;
 - 2.2 DfD – Design for Disassembly;
 - 2.3 DfR – Design for Recycle;
 - 2.4 DfS – Design for Service;
 - 2.5 DfC – Design for Cost.

Segundo Romli e colaboradores (Romli, Prickett, Setchi, & Soe, 2015) a IEDM (*Integrated Eco-design Decision-making*) é uma metodologia aliada ao desenvolvimento de produtos de forma sustentável. Inclui reflexões ambientais nas suas fases:

1ª Fase: Identifica as funcionalidades requeridas do produto; analisa o total de materiais (custo); calcula o impacto ambiental através da LCA e produz informações sobre o seu perfil ambiental;

2ª Fase: Alinha as informações recolhidas na 1ª fase e através dos módulos representados na Figura 6, processa a informação.

O módulo MP (*Manufacturing Process*) está relacionado com a fase inicial, em que a escolha do material é crucial para estar de acordo com os ideais de Eco-design. Tem em conta os impactos ambientais, distribuição e região onde é feito, toxicidade do material, recursos renováveis, durabilidade do material, *End-of-life* (EoL) – fim do ciclo de vida – do material, utilização do material e especificações do produto.

O módulo PU (*Product Usage*) considera a durabilidade e o tempo de vida útil do produto, bem como o impacto ambiental, a distribuição e o uso do produto.

O módulo ES (*EoL Strategy*) considera os factores: reuso, reciclagem, reparação, remanufactura e eliminação.

A fase final serve para avaliar as melhores oportunidades de desenvolvimento de um produto sustentável.

Face à dificuldade em sintetizar as vantagens da introdução do Eco-design no ciclo de vida do produto, considera-se prudente fazer a seguinte pergunta como ponto de partida:

- Quais as influências da introdução do Eco-design no ciclo de vida de um produto, comparando a sua durabilidade e o impacto ambiental?

3. METODOLOGIA

3.1 Questões de investigação

A identificação e análise das influências do Eco-design no ciclo de vida de um produto deram origem às seguintes questões de investigação:

Q1 – Quais são as possíveis alterações do ciclo de vida do produto com a introdução do Eco-design?

Q2 – Quais são as vantagens/desvantagens económicas e sociais com a alteração do tempo de vida do produto?

3.2 Objetivos

Para responder às questões referidas definiu-se como objetivo principal deste trabalho analisar os principais estudos sobre a análise do ciclo de vida dos produtos e do Eco-design dos produtos, de acordo com a metodologia elencada de revisão sistemática da bibliografia, no sentido de identificar as suas influências e vantagens/desvantagens no ciclo de vida. Espera-se poder contribuir para alertar para o impacto a nível social e económico que o Eco-design pode aduzir ao produto e à melhoria do meio ambiente em que o ser humano vive.

Os objetivos secundários são os seguintes:

- Identificar a bibliografia pertinente publicada sobre o tema;
- Selecionar com rigor os documentos para inclusão na revisão sistemática;
- Monitorizar a qualidade de cada documento;
- Interpretar as conclusões de cada documento, de forma equilibrada e imparcial;
- Analisar as conclusões de cada documento, evitando possíveis enviesamentos;
- Elaborar uma síntese dos principais resultados dos documentos analisados.

3.3 Delineamento do estudo

A concretização deste trabalho passou pela realização de uma revisão sistemática da bibliografia, por se tratar de um método preciso e fiável, que permite sintetizar um substantivo conjunto de informação com evidência científica (Borrego, Foster & Froyd, 2014). A revisão sistemática é uma revisão planeada que pretende responder a uma pergunta específica e que utiliza métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente os estudos (Hemingway, 2009).

A replicação das revisões sistemáticas é uma necessidade no contexto da investigação. A utilização do método científico apoiado em protocolos definidos permite a sua replicação no futuro. Nesse sentido, opta-se pela metodologia do *Prisma Statement* (Liberati et al., 2009).

As etapas de uma revisão sistemática devem ser as seguintes (Castro, 2008):

A) Estágio I: Planeamento da revisão sistemática

Fase 0 - Identificação na necessidade da revisão;

Fase 1 - Preparação de uma proposta para a revisão sistemática;

Fase 2 - Desenvolvimento de um projeto da revisão;

B) Estágio II: Condução da revisão sistemática

Fase 3 - Identificação da bibliografia;

Fase 4 - Seleção dos estudos;

Fase 5 - Avaliação da qualidade dos estudos;

Fase 6 - Extração dos dados e monitorização do progresso;

Fase 7 - Síntese dos dados;

C) Estágio III: Apresentação do relatório e divulgação da revisão sistemática

Fase 8 - Relatório e recomendações;

Fase 9 - Transferência das evidências para a prática.

A revisão sistemática é, portanto, o método mais adequado para ir de encontro ao principal objetivo deste trabalho.

3.4 Pergunta de Revisão

A questão de revisão foi elaborada com base na metodologia PICOS – *Population, Intervention, Control, Outcomes, Study design*, recomendada pelo *Prisma Statement* (Borrego, Foster & Froyd, 2014):

Quais as influências observadas em estudos científicos da introdução do Eco-design no ciclo de vida de um produto, comparando a sua durabilidade e o impacte na (re)utilização de matérias-primas (produtos idênticos ou não e com e sem utilização do Eco-design)?

Variáveis PICOS:

- População (produto): Introdução do Eco-design no ciclo de vida do produto (a definir de acordo com o Study design) no seu início de vida ou no final;
- Intervenções (exposição): Diferenças no ciclo de vida de um produto com a introdução do Eco-design através da comparação da durabilidade do mesmo e o impacto na utilização/reutilização de matérias-primas;
- Controlo (grupo de): Produtos idênticos em que são aplicados princípios de Eco-design e produtos em que não são aplicados princípios de Eco-design;

- Outcomes (resultados): Alterações da durabilidade do ciclo de vida dos produtos em que são aplicados os princípios de Eco-design;
- Study design (tipo de estudo): estudos exploratórios, qualitativos ou quantitativos, observacionais, descritivos, ou experimentais, transversais, longitudinais, retrospectivos, estudos de caso-controlo ou de cortes.

Idioma: Português, Inglês.

Limitação temporal: estudos realizados nos últimos 10 anos (período 2008-2018).

Revisores:

- Rv1: Eng^a. Linda Sousa Serranheira;
- Rv2: Doutora Ana Cristina Dias.

Base de dados: protocoladas com o ISEG/UL (descritas de seguida).

3.5 Operacionalização do estudo

A pesquisa inicial da bibliografia centrou-se nas bases de dados protocoladas com o Instituto Superior de Economia e Gestão, nomeadamente: ProQuest, JSTOR, B-On e ScienceDirect. A pesquisa baseou-se nas palavras-chave anteriormente identificadas em português e em inglês (Figura 7). Foram aplicadas na pesquisa em todas as bases de dados referidas.

Foram também acrescentados estudos relevantes com recurso ao Google Académico, de forma a completar a pesquisa feita anteriormente.

Procuraram-se artigos dos últimos 10 anos, nos idiomas Português e Inglês que reunissem o assunto “Eco-design”, “Ciclo de vida”, “Produto” e “Economia Circular”.

Para a possibilidade de apreciação dos artigos retirados da base de dados, foram escolhidos critérios de exclusão antes da avaliação da qualidade dos artigos (só artigos científicos – excepto revisões sistemáticas da literatura e meta análises):

- Documentos sem texto integral;
- Não revistos por especialistas;
- Duplicados;
- Dissertações ou livros;
- Com as palavras-chave unicamente na bibliografia;
- Só com uma das palavra-chaves.

Dos critérios descritos anteriormente foram seleccionados os seguintes artigos nas

respectivas bases de dados:

Tabela I – Base de Dados

Base de Dados	Número de Artigos
B-On	42
JSTOR	23
ProQuest	131
Google Académico	11
Total de artigos	207

Fonte: Elaborado pela autora

O passo seguinte passou por avaliar a qualidade dos artigos. Para a elaboração desta revisão sistemática foi delimitado o conceito de qualidade de um artigo (relacionado com o Eco-design e o ciclo de vida dos produtos), assim como os critérios necessários para a análise dos artigos, de forma a filtrá-los e através da sua classificação identificar os que estão directamente relacionados com o tema.

Assim, a qualidade de um artigo, para este estudo, iniciou-se por avaliar aqueles em que:

- As palavras-chave existem e há uma relação entre elas;
- Surgem definições das palavras-chave ou novas definições relacionadas com o tema;
- Pode extrair-se informação útil para este e para futuros estudos;
- Responda em parte ou totalmente às questões de investigação;
- Exista rigor terminológico e conceitual do artigo;
- Seja acrescentado valor e contribuía positivamente para o estudo;
- Haja recomendações para futuras pesquisas relacionadas com o tema;
- Haja clareza na discussão dos resultados e que estes estejam relacionados com o tema.

Foram analisados todos os artigos identificados (Tabela I) pelos seus títulos, resumos (abstracts), palavras-chave e se necessário, conclusões. Este processo serviu para seleccionar os artigos que foram de seguida apreciados e que se consideraram relevantes para responder à questão de investigação.

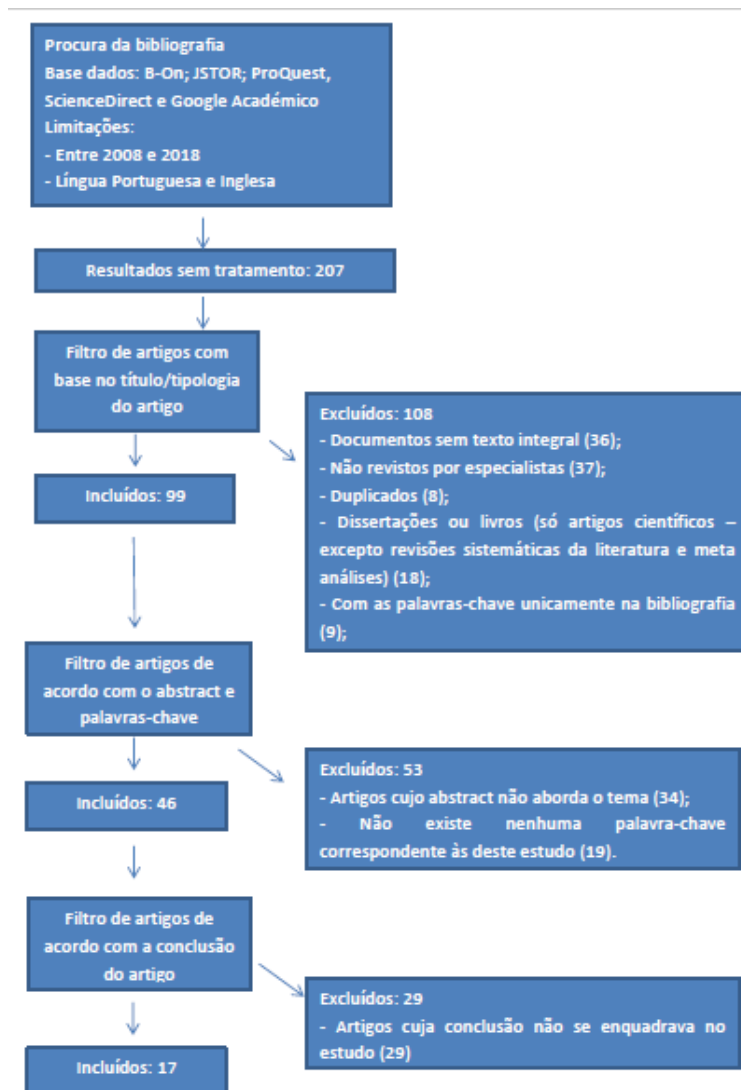


Figura 8 – Critérios de exclusão de artigos

Os artigos seleccionados (Tabela II) encontram-se também em anexo, de acordo com o seu número de identificação, título, autores e palavras-chave (Tabela IV).

Durante a investigação sobre Revisões Sistemáticas na área da gestão houve dificuldade em encontrar procedimentos, designadamente tabelas de avaliação de artigos. Assim, para a realização da avaliação qualitativa foi necessário elaborar e definir critérios, que foram incluídos numa tabela.

Para a avaliação da qualidade dos artigos foi definida uma escala de Likert (de 1 a 5) e, da sua apreciação pelos respetivos revisores, foram pontuados (*score*) de acordo com os critérios definidos (Tabela V e VI).

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foram avaliados qualitativamente 17 artigos (Tabela II), sendo que só os artigos com 75 ou mais pontos foram considerados válidos e úteis para futuros estudos sobre o tema. As tabelas com os resultados da sua análise estão apresentadas em anexo (Tabela VII e VIII).

Tabela II – Tipo de estudo e *Outcomes* dos artigos

Artigo	Tipo de estudo	Métodos	Resultados (Outcomes)	Conclusões
1 –Kulatunga <i>et al.</i> , 2015	Estudo de Caso	Programa informático com diversas etapas de apoio à decisão, criado para análise do processo de Eco-design (análise do produto, estratégias de Eco-design, conceitos de novo produto, lançamento de produto no mercado, avaliação de produto, projecto de <i>follow up</i> das actividades) baseado no processo analítico hierárquico (comparação de pares em matriz decisional), com o objetivo de avaliar a eficiência, capacidade e adaptabilidade do software <i>DSS4Ecod</i> que se baseia na metodologia ISO 14062.	O estudo do impacte da substituição de telhas por um material criado a partir de lixo industrial e materiais reutilizáveis e a substituição do plástico dos vasos por material biodegradável identifica os critérios mais relevantes que devem ser considerados (exemplo: utilização de materiais recicláveis; redução do consumo de água; optimização da forma, peso e tamanho; gestão da manutenção e do fim de vida do produto amigável do ambiente).	O estudo apresenta um sistema “amigo do ambiente” de apoio à decisão ambiental para o desenvolvimento do produto. O software incorpora uma matriz de possibilidades de comparação para selecção da melhor estratégia de Eco-design.
2 – Hupffer, Feevale & Ashton, 2016	Revisão bibliográfica	Através de pesquisa bibliográfica foi realizada uma análise da implementação de eco inovações tendo como base o conceito de Eco-design; qual a influência dos estímulos jurídico-económicos para os empreendedores que apostam na inovação.	Com referências fortes sobre o papel do estado nas decisões sobre implementações de inovações, os instrumentos existentes a nível jurídico-económico possibilitam a introdução e desenvolvimento de inovações ambientais como	O estudo afirma a importância do Eco-design no desenvolvimento de inovação, gerando competitividade sustentável e defende a redução de custos pelos incentivos fiscais.

			complemento às normas de controlo.	
3 - Zuin, 2016	Revisão bibliográfica	Revisão da bibliografia sobre a substituição de componentes químicos (plásticos) por enzimas provenientes de óleos essenciais encontrados em cascas de laranja, limão, etc (biodegradáveis: d-Limonene). São analisados tópicos, métodos e aplicações químicas de estudos prévios para identificação de novos produtos e aplicações no âmbito do Eco-design.	Os resultados apontam para a necessidade de promover a sustentabilidade através da análise que aponta para a falta de utilização de modelos híbridos integrados no contexto da economia circular.	A criação de novos conceitos associados à bioeconomia vão dar origem a novos processos, produtos e serviços: um novo modelo circular. Para a indústria química a continuação da (re)utilização de (co)produtos é considerada como fundamental para a conceção de produtos cuja durabilidade e função afecta o uso de materiais e energia renováveis, reduzindo-os.
4 - Chung, Hsu & Tsai, 2008b	Revisão bibliográfica	Estudo de como e onde o Eco-design é utilizado numa empresa e o respectivo impacte que tem de acordo com o utilizador (hierarquicamente). Através da avaliação das relações entre o grau de envolvimento dos administradores nas decisões sobre a economia circular, os factores de sucesso de implementação dos métodos do Eco-design, o grau de e o efectivo sucesso da empresa no desenvolvimento de novos produtos. Foram estudadas empresas de alta tecnologia em Taiwan e os resultados avaliados com recurso à estatística ANOVA.	Foram colocadas hipóteses cujos resultados mostram: - Q1: Quanto mais os administradores implementam os factores de sucesso do Eco-design, maior é o cumprimento de regras associadas o que implica um grau superior de actividades onde se irá ou é aplicado o Eco-design. - Q2: O grau de envolvimento dos administradores em fases como as etapas de design, manufactura, transporte e gestão do fim de vida revelam uma grande influência na performance de desenvolvimento de novos	A performance de desenvolvimento de novos produtos é mais efetiva quando os administradores implementam os factores de sucesso do Eco-design e se envolvem nas actividades associadas. No entanto, não se observam diferenças da influência dos administradores, considerando a dimensão da empresa.

			<p>produtos.</p> <p>- Q3: A influência das empresas, considerando as diferenças entre escalas (dimensões) e indústrias, nas actividades relacionadas com o Eco-design, não é significativa para atingir resultados.</p>	
5 - Walter, Leyh & Strahringer, 2018	Estudo de Caso	<p>Estudo realizado na indústria automóvel em vários departamentos das empresas com o objetivo da optimização dos custos através de novas práticas ecologistas. Principal objetivo: elaborar um projecto de pesquisa (software) sobre um design com grande durabilidade tendo como suporte a informação de optimização de custo durante o desenvolvimento do produto. Participaram no estudo 19 experts em controlo, engenharia, gestão e tecnologia de empresas com mais de 3000 trabalhadores, no primeiro estudo. O segundo estudo baseou-se na pesquisa sobre as necessidades da indústria: através de entrevista individual a 18 peritos na área dos automóveis, consultadoria e construção de maquinaria.</p>	<p>O desenvolvimento de um produto é um processo que implica uma grande interacção entre diferentes áreas organizacionais nas empresas (desde o cliente ao fornecedor). Não há um software adequado para realizar uma optimização de custo, o que implica uma perda constante de dados, inconsistência entre os sistemas associados aos produtos e consequente falta de funcionalidades nas folhas de cálculo utilizadas.</p>	<p>Apesar da dimensão e importância associada ao tema, são apenas utilizadas folhas de calculo simples (Microsoft Excel). Identificam-se consequências negativas na perspectiva do eco-design, designadamente porque a inflexibilidade entre produtos, a inconsistência e os processos pouco eficientes, implicam enormes custos a nível das empresas.</p>
6 - Z. Zhou, Xiao & Li, 2016	Estudo de caso	<p>Como fazer uma avaliação “antes” e “depois” de um produto passar pelo processo de Eco-design. Criação de um modelo de análise da variação de custos de produção de produtos. Primeiramente foi criado um processo de controlo de</p>	<p>Existe uma relação lógica entre a eficiência de recursos económicos e ambientais. Cria um modelo de análise para avaliar e analisar o estado do material e o valor do processo do</p>	<p>Deve existir um balanço entre o consumo de recursos, a protecção do ambiente e a performance económica para a introdução do Eco-design nos produtos, isto é deve ser</p>

		<p>medição do custo real de poupança seguido de comparação do custo standard com o custo de poupança analisando as diferenças e identificando os factores responsáveis para a diferença entre eles melhorando as medidas de controlo e consequentemente a acção de produção. A criação deste modelo baseia-se no método indicador Factor X, método do valor de recursos e a gestão do ciclo de vida (LCA) de um produto com Eco-design. Juntamente com estas metodologias foram descritas análises e avaliações de modelos de eficiência económica, de recursos. Através de um caso de estudo de um SUV (carro) em que foi aplicado o Eco-design, foram comparados os dados antes e depois para verificar a evolução de acordo com o modelo proposto.</p>	<p>ciclo de vida do produto. Foi necessária uma reavaliação do modelo devido aos resultados obtidos aplicando o método de Função Qualidade (<i>Quality Function Deployment</i>). Este modelo foi criado para avaliar as diferenças entre o mesmo produto antes e depois do Eco-design, tendo como resultados uma diferença significativa em termos de reutilização de recursos e no custo final do mesmo.</p>	<p>efectuada uma análise correcta do ciclo de vida do produto.</p>
7 - Bovea & Pérez-Belis, 2012	Revisão bibliográfica	<p>Estudo das ferramentas existentes para a aplicação das metodologias de Eco-design nas empresas. Foram descritos os métodos existentes até à data para avaliar o envolvimento ambiental, ferramentas de integração de processos de design, métodos para avaliar os requisitos ambientais comparando o tempo necessário/nível de dificuldade para a avaliação com análise de forças e fraquezas ambientais, escolha de potenciais melhorias, design específico e</p>	<p>Há a necessidade de metodologias que integrem requisitos no design inicial do produto e são descritas metodologias baseadas na Função qualidade (<i>Quality Function Deployment</i>), análise de valor (<i>Value Analysis</i>) e em modos de Análise Modal de Falhas e Efeitos (AMFE). A classificação foi desenvolvida analisando cada ferramenta e determinando em</p>	<p>Uma ferramenta associada ao Eco-design deve conter três factores chave: integração de aspectos ambientais na fase de desenvolvimento e design do produto, o mais cedo possível; abordagem do ciclo de vida, tendo em conta como o produto afecta o meio ambiente nas suas diferentes fases de vida; e uma abordagem múltipla em</p>

		alternativo.	que fase do processo de design deve ser integrada, tendo em conta o tempo e a dificuldade que pode envolver.	termos de avaliação.
8 - Bergel & Tortato, 2012	Revisão bibliográfica	Pesquisa relacionada com a conceção de um sistema ecologicamente sustentável através de uma análise documental. Apresenta uma estrutura histórica e sequencial dos procedimentos associados à eficiência do <i>Closed Loop Supply Chain</i> .	Explicação pormenorizada do <i>Close Loop Supply Chain Management</i> , implementação e sensibilização para a sua importância. É abordado o modelo <i>Cradle to Cradle</i> apelando ao “fechar” do ciclo, através dos princípios do modelo; o princípio Zero Waste (Zero Resíduos); Processo do Produto (PLM) e Processo do Pedido (ERP); <i>Life cycle Assesment</i> (LCA) e <i>Design for X</i> (DfX). Evidenciando que os métodos que existem ainda não são os suficientes para garantir um futuro ao planeta e que é urgente uma intervenção, agindo para obter resultados.	A dificuldade de implementação e gestão do <i>Closed Loop Supply Chain</i> é substantiva mas com os valores direccionados para o Eco-design pode mudar-se a forma de pensar e satisfazer o presente sem comprometer o futuro.
9 - Jeong, Morrison & Suh, 2015	Estudo de Caso	Estudo de formas de utilização do <i>Life Cycle Assesment</i> (LCA) em produtos semelhantes aos existentes numa base de dados, desde o design do produto (início do ciclo de vida) através de uma abordagem <i>Case based Reasoning</i> (CBR) – método mais rápido. Objetivos de adicionar o factor componente ecológico ao <i>Funcion-Behavior-Struture</i> (FBS);	Os valores das 11 categorias avaliadas do impacto do eco-valor no cenário 1 foram inferiores aos reais (resultado positivo), enquanto os do cenário 2 foram superiores (em quase todas as categorias – resultado negativo). A estimação do erro no cenário 1 é aceitável, enquanto no	Com a criação deste método o objetivo é simplificar a análise de impacto e registo da etapa de desenvolvimento do processo do produto nas fases do LCA. Este processo acelera-a através de uma estimação precisa e rápida dos processos de desenvolvimento

		desenvolver o primeiro LCA de acordo com o método CBR e conduzir um caso de estudo usando o método proposto. No primeiro caso (cenário 1) têm produtos semelhantes com o mesmo material e manufactura, mas com massa e geometria diferente. Foram consideradas 11 categorias de impacte eco (por exemplo: radiação; combustíveis fósseis). No segundo caso (cenário 2) é usado o mesmo material mas não são utilizados os mesmos processos de manufactura.	cenário 2 já é mais elevado.	do produto.
10 - Ranade, 2012	Revisão bibliográfica	Artigo que aborda o tema do ciclo de vida de um produto em termos de marketing e gestão a partir de uma revisão bibliográfica. São explicadas as várias fases do ciclo de vida do produto desde a criação até ao seu fim de vida, apresentando comparativamente o lucro e vendas de acordo com as várias fases.	O objetivo é responder a questões sobre como ajustar o marketing à fase de vida em que se encontra o produto (a nível de mercado). As técnicas de marketing aplicadas no produto adaptam-se às fases de vida dos mesmos, pois, há vários objectivos e mercados a atingir.	Apresentando uma explicação detalhada do ciclo de vida do produto a nível de gestão e marketing estratégico conclui-se que este ciclo ajuda os marketers a adaptarem-se e a dinamizarem o produto no mercado.
11 - Mendoza <i>et al.</i> , 2017	Estudo de Caso	Artigo que articula o Eco-design com o backcasting (estratégia de gestão), juntando-os e implementando-os. O planeamento estratégico inclui 6 etapas (por exemplo: desenvolvimento e teste de diferentes panoramas) e o processo é repetido até se achar um cenário exequível. Juntando com a ferramenta do Eco-design, que ajuda a incorporar considerações ambientais, de forma a minimizar o impacto ambiental no ciclo	Foi criado um mapa de percurso para 2025 com visões (por exemplo: optimização e trocas de materiais), potenciais soluções (por exemplo: diminuindo os processos de manufactura e utilizar menos tipos de plástico), a viabilidade da visão e a priorização.	Foi proposto um novo modelo BECE que ajuda as empresas a criar modelos sustentáveis, traduzindo os princípios da Economia Circular para a prática industrial e demonstrando as vantagens da sua utilização no ciclo de vida do produto.

		de vida do produto, foi desenvolvida uma abordagem <i>Backcasting and Eco-design for the circular economy</i> (BECE) com 10 fases (por exemplo: criar uma visão abrangente da economia circular e validar cenários e planos de acção ligados à economia circular). O caso de estudo consistiu na criação de um workshop com 8 experts na área da sustentabilidade, considerando uma empresa de grande escala que pretendia criar um modelo circular para um produto existente.		
12 - Bradley & Guerrero, 2008	Modelo matemático	Análise económica e da efectividade na utilização de peças que se tornam obsoletas e qual o seu impacto no ciclo de vida do produto. O objetivo é descrever a metodologia mais apropriada e criar políticas adequadas de re-design de peças de reduzida durabilidade, através da análise de estratégias de aumento do seu valor económico, designadamente com modelos matemáticos deduzidos para o efeito.	A diminuição dos custos de produção de produtos sem durabilidade, aumenta a sua rentabilidade. O limite (matemático) para os produtos com pouco crescimento é semelhante a quando um produto tem um ciclo de vida com duração infinita. A incompatibilidade do ciclo de vida útil de um produto é maior quando uma parte com ciclo de vida curto é usada em produtos com um longo ciclo de vida.	As conclusões mostram que os produtos com grande crescimento têm que ter obrigatoriamente uma durabilidade superior, o que não é necessário verificar-se nos produtos com menos crescimento visto que vão ter um fim de vida muito próximo. É proposto fazer a experiência com produtos reais, avaliando todas as componentes e verificando se os resultados deste artigo se verificam ou não.
13 - Romli <i>et al.</i> , 2015	Estudo de caso	Eco-design, LCA e outras ferramentas foram utilizadas para refazer uma tesoura cirúrgica com a aplicação do Eco-design. Comparação do “antes” e “depois”. São explicadas as metodologias e do <i>Quality</i>	O cenário utilizando o PEEK tem um potencial superior no que toca a impacto ambiental. Pela redução do material utilizado, consumo de energia e menor	A metodologia IEDM é aplicada para desenvolver produtos de forma sustentável. Melhorar do design pode obter-se em

		<p><i>Function Deployment</i> (QFD) que se focam em perceber as necessidades dos clientes, associadas a modelos de custo ecológicos, de forma a considerar a redução dos custos de produção. É abordada a metodologia IEDM que inclui considerações ambientais em todas as fases de processo de produção do produto. No caso deste estudo foi aplicada esta metodologia num produto existente com o objetivo de utilizar outro material na sua produção e identificar quais as consequências.</p>	<p>emissão de gases. Como desvantagem apresenta o custo superior à versão do produto, em metal, existente.</p>	<p>simultâneo com medidas de progresso e evolução na sustentabilidade do produto e do seu ciclo de vida. Esta ferramenta possibilita também o acesso da informação utilizada e acabada sobre o produto, para uso no futuro por múltiplos utilizadores.</p>
14 - Shi <i>et al.</i> , 2017	Estudo de Caso	<p>Aplicação do Eco-design em qualquer fase do ciclo de vida do produto, implicações do tratamento de resíduos sólidos industriais – controlo de toxicidade – e, fim de vida. Análise da aplicabilidade de matérias-primas, análise do processo de controlo de condições de emissões de gases, e tratamento e análise do fim de vida de um produto de acordo com as normas de segurança. No caso de estudo, feito com cinzas volantes do carvão foram aplicados processos de reciclagem e analisados os processos de controlo.</p>	<p>Foi estudada a aplicabilidade do material, as condições do controlo de processo, a análise de segurança do uso do produto e a gestão segura do seu tratamento em final de vida. Estes procedimentos tiveram como objetivo mostrar a possível aplicabilidade deste material em novos produtos de forma a tornar as cinzas num material reutilizável.</p>	<p>Conclui-se que as cinzas podem ser utilizadas em novos materiais de construção. O estudo apresenta limitações relativamente a componentes tóxicos não enquadrados neste estudo, apontando para futuras avaliações sobre este tema.</p>
15 - Ramani <i>et al.</i> , 2010a	Revisão Bibliográfica	<p>Artigo que analisa o impacto na sustentabilidade, como o introduzir do Eco-design o mais cedo possível no produto. São abordadas ferramentas como LCA, QFD, Checklists, entre</p>	<p>A manufactura “verde” e sustentável, as considerações mais importantes para uma cadeia logística, a gestão do fim de vida do produto e as tendências</p>	<p>Quanto mais cedo for aplicada uma estratégia ecológica, como o Eco-design, maior é o impacto na sustentabilidade nesse</p>

		outras, e são apresentados desafios neste contexto.	futuras relativas a este assunto são abordadas. São apresentados, como exemplos, empresas que actuam sozinhos ou com parceiros no re-fabrico dos produtos existentes, mostrando quais as características associadas a essa nova fase (por exemplo: reutilização de partes e componentes, protecção das informações sobre o design do produto por parte do produtor).	produto. A falta de decisões e práticas ecológicas leva a um custo superior na sustentabilidade a longo prazo.
16 - Staniškis, Arbačiauskas & Varžinskas, 2012	Estudo de Caso	Estudo de caso na Lituânia de aplicação de <i>Cleaner Production</i> . Foi criado em 9 universidades um Programa de gestão ambiental (<i>Environmental Management</i>) e <i>Cleaner Production</i> com base numa abordagem de ecologia industrial. Foi criado um projecto de <i>Sustainable Production through Innovation (SPIN)</i> que incentiva as PME's a desenvolver e divulgarem as suas inovações, bem como auxilia no caso de terem mais dificuldade a nível de requisitos legais no uso de recursos naturais. O objetivo é estudar o impacte ambiental de determinados produtos e promover o pensamento ecológico como uma ferramenta essencial para tomarem decisões a nível de estratégias de empresas, tendo em conta a enorme influência na introdução destes processos de acordo com a atitude e	Diversos sectores implementaram inovações sustentáveis na produção, tais como produtores têxteis, químicos entre outros. O valor do investimento, no geral, foi superior aos benefícios económicos. A origem do problema está na falta de ligação entre a estratégia financeira e o sistema de integração dos conceitos. Tal resultou em abandono das inovações em algumas empresas.	O Eco-design e a sustentabilidade ainda não são prioridade para a maioria das empresas. É uma área que carece de atenção a nível do sector governamental, financeiro e industrial. Uma indústria sustentável tem que se desenvolver de acordo com os determinantes dos consumidores. A não continuidade no projecto por parte das PME's é uma consequência direta do consumismo por produtos <i>end-of-pipe</i> .

		políticas das empresas.		
17 - Boonkanit & Kengpol, 2010	Estudo de Caso	Descrição da criação de um novo equipamento (ar condicionado) aplicando todas as melhorias e Eco-design de acordo com as normas existentes. O objetivo do estudo foi estudar o grau de sucesso ou insucesso da diferença entre um produto com Eco-design novo ou velho/existente. O caso de estudo passa por duas etapas, em que na criação de um equipamento de ar condicionado vão aplicar: 1) usando um condensador Cooling Pad e 2) reduzindo a pressão nos compressores.	Os resultados obtidos com o <i>software Super Decision</i> , permitiu calcular as diferenças entre os dois produtos, mostrando que a opção 2 é mais viável do que a opção 1 e do que o produto actualmente existente.	Este tipo de aplicação da metodologia pode ajudar no desenvolvimento de novos produtos ecológicos, reduzindo o tempo e os custos associados no re-design de produtos.

Fonte: Elaborado pela autora

Para integrar os artigos de acordo com os resultados foi efectuado um estudo estatístico com uma média aritmética dos *scores* de cada revisora, cujos artigos incluídos estão a verde (os excluídos estão a vermelho):

Tabela III – Totais e média dos resultados da avaliação dos artigos

	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A 10	A 11	A 12	A 13	A 14	A 15	A 16	A 17
A.C.	85	79	41	92	94	91	89	85	94	86	94	94	94	94	90	94	94
L.S.	87	80	41	88	89	91	83	83	81	55	94	93	94	79	90	81	94
Média	86	79,5	41	90	91,5	91	86	84	87,5	70,5	94	93,5	94	86,5	90	87,5	94

Fonte: Elaborado pela autora

Para verificar a concordância entre a avaliação dos dois revisores foi realizado o teste estatístico Kappa, que se encontra em anexo, bem como os cálculos necessários. Obteve-se um Kappa=0,301, que, de acordo com a tabela de interpretação dos resultados (ver anexos) considera um nível de concordância razoável entre os revisores.

4.1 Discussão

O Eco-design, a sustentabilidade e o ciclo de vida do produto são tópicos abordados em todos os artigos avaliados, revelando a importância do tema e o foco desta revisão sistemática. Evidencia-se da revisão a importância da introdução do Eco-design num produto para o aumento da duração do seu ciclo de vida (Bradley & Guerrero, 2008; Boonkanit & Kengpol, 2010; Ramani *et al.*, 2010; Bergel & Tortato, 2012; Bovea & Pérez-Belis, 2012; Staniškis, Arbačiauskas & Varžinskas, 2012; Jeong, Morrison & Suh, 2015; Kulatunga *et al.*, 2015; Romli *et al.*, 2015; Zhou, Xiao & Li, 2016). Ramani e colaboradores, bem como Bovea e Pérez-Belis (Ramani *et al.*, 2010; Bovea & Pérez-Belis, 2012) concluem que quanto mais cedo for aplicada a estratégia ecológica (Eco-design), maior é o impacto na sustentabilidade, quer do produto, quer em termos ambientais. Apesar disso, no contexto da economia atual (economia linear) é mais provável as empresas iniciarem a introdução do pensamento circular apenas para alterar o fim de vida do produto. Tal, ainda assim, permitirá um reaproveitamento de diversos produtos, mas ficará longe dos objetivos da economia circular.

Com o Eco-design a reutilização de recursos (eficiência dos recursos) é superior, os gastos totais na produção diminuem (Zhou, Xiao & Li, 2016) e os valores estimados do impacto do eco-valor, comparando com o produto sem introdução de Eco-design, representam vantagens económicas (Jeong, Morrison & Suh, 2015; Romli *et al.*, 2015). A incompatibilidade de ciclos de vida entre as partes de um mesmo produto é um assunto com uma grande importância e que deve ser estudado de forma a ser melhorado, no sentido de uma efetiva implementação (Bradley & Guerrero, 2008). Por outro lado, também o aumento da durabilidade do produto (Bradley & Guerrero, 2008; Zuin, 2016), demonstrado através da comparação de produtos idênticos ou através da adaptação do mesmo produto – antes e depois da introdução do Eco-design – vai ser beneficiado, o que aumenta o seu ciclo de vida útil (Boonkanit & Kengpol, 2010; Jeong, Morrison & Suh, 2015; Romli *et al.*, 2015; Zhou, Xiao & Li, 2016).

A partir do momento em que são implementados os princípios do Eco-design num produto tem-se em consideração o seu fim de vida, quer o útil, quer o total, tornando os mecanismos de gestão desse final adequados e em linha com os princípios da EC (por exemplo: os produtos podem ser reutilizados, reciclados ou biodegradáveis) (Boonkanit and Kengpol,

2010; Ramani *et al.*, 2010; Bergel and Tortato, 2012; Kulatunga *et al.*, 2015; Romli *et al.*, 2015; Jawahir and Bradley, 2016; Zuin, 2016; Shi *et al.*, 2017). É importante realçar que a relevância da implementação do Eco-design não “termina” quando o produto é definido/desenhado/concebido. O ideal seria tornar todos os materiais biodegradáveis ou reutilizáveis, todavia a tecnologia atual ainda não está suficientemente desenvolvida. A utilização desta perspectiva contribui para um futuro sustentável, pois pode dar origem a uma “revolução” tecnológica, em que a preocupação ecológica se sobrepõe às necessidades humanas, levando a um grande avanço social e económico, que será, por certo, sustentado em estudos e experiências relacionados com o tema.

A utilização de novos *softwares* no design de um produto (Boonkanit and Kengpol, 2010; Kulatunga *et al.*, 2015; Walter, Leyh and Strahringer, 2018) permite a redução de tempo no processo de conceção, em particular quando se recorre aos mais adequados. Processos que impliquem folhas de cálculo (Microsoft Excel) são complexos e difíceis de adaptar a cada produto (Walter, Leyh and Strahringer, 2018). A alternativa proposta por Kulatunga e colaboradores (Kulatunga *et al.*, 2015) é muito complexa para ser utilizada no “dia-a-dia”. Assim, é fundamental desenvolver *softwares* simples e acessíveis a todos os designers, que contenham as informações necessárias sobre o produto e respetivos materiais utilizados, de forma a tornar o processo de Eco-design mais simples e conseqüentemente ser utilizado com maior assertividade. Por exemplo a utilização do *Product Lifecycle Management* (PLM), que converge para o design digital e conseqüentemente diminui o tempo de projecto, acelera a entrada do produto no mercado e reduz as tarefas sem valor associado. Se conjugado com o processamento do pedido (ERP), que conjuga a manufactura, aquisição, distribuição, venda e manutenção do serviço, obtém-se o *Closed-Loop Supply Chain Management*. Por fim para a validação dos produtos introduzidos no mercado, é possível utilizar duas ferramentas (*Life Cycle Assessment* e *DfX - Design for A/D/RS/C*) que garantem a conformidade com a perspectiva da Economia Circular (Bergel and Tortato, 2012).

A utilização do Eco-design ou os seus princípios têm influência a nível do ciclo de vida do produto e, conseqüentemente, a nível socioeconómico (Staniškis, Arbačiauskas and Varžinskas, 2012; Hupffer, Feevale and Ashton, 2016; Mendoza *et al.*, 2017). No entanto, a implementação dos ideais ecológicos nas empresas revela que os resultados não são imediatos e que a sua prática é influenciada pelos administradores da empresa (Chung, Hsu and Tsai, 2008). Em sentido contrário, a sua concretização em projectos está associada à optimização de custos (Bradley and Guerrero, 2008; Boonkanit and Kengpol, 2010; Romli *et al.*, 2015; Zhou,

Xiao and Li, 2016; Walter, Leyh and Strahringer, 2018).

Ainda não existe um modelo ideal que relacione a sustentabilidade económica associada à EC com a gestão. Apesar de existirem diversas propostas de modelos nesta área (Mendoza *et al.*, 2017), constata-se a ausência de implementação dessas perspetivas. Provavelmente quando (e se) forem aplicadas vão dar origem a diversas “falhas operacionais”, que devem ser estudadas e, sempre que possível, antecipadas no sentido da prevenção para garantir os pressupostos de uma EC.

A inovação suportada em negócios sustentáveis perspectiva-se como um caminho com futuro. Há um mundo novo e um enorme mercado para este tipo de actividade que ainda se encontra em fase de desenvolvimento. Julga-se que trará uma substantiva evolução tecnológica, permitindo ter produtos sustentáveis e, conseqüentemente maior procura e lucro para produtos ecológicos (Staniškis, Arbačiauskas and Varžinskas, 2012).

Em síntese, o Eco-design mostra-nos uma alternativa viável para os produtos, que vai ao encontro dos princípios da Economia Circular e que deveria ser apoiada a nível de investimento através de incentivos à inovação tecnológica por parte do estado (Hupffer, Feevale & Ashton, 2016)

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 *Conclusões*

Com a introdução do Eco-design nos produtos observa-se um aumento do ciclo de vida útil e uma diminuição do impacto ambiental em todas as fases de produção.

A introdução do Eco-design no ciclo de vida do produto, em particular no seu início de vida, é um dos momentos mais relevantes na gestão do ciclo de vida do produto. Tal implica todo um processo de re-design do produto de forma a torná-lo viável para que também possa coexistir com um fim de vida sustentável. Assim, face à primeira questão de estudo colocada (Q1), constata-se da bibliografia que a implementação do Eco-design aumenta o ciclo de vida útil do produto e diminui o seu ciclo de vida total.

Relativamente à alteração do ciclo de vida do produto (Q2) observam-se vantagens com a utilização de uma gestão mais eficiente a nível de recursos virgens e matérias-primas. No entanto, para a implementação de inovações é necessário um substantivo investimento inicial. Por outro lado, a procura de produtos que suportam uma economia mais verde e mais circular acabará por abrir portas a novos ideais no sentido de tornar o envolvimento produtivo mais ecológico. Tal reverte o investimento efetuado, criando nova tecnologia e meios de produção mais ecológicos.

Com este estudo foi possível constatar-se que a introdução do Eco-design no ciclo de vida dos produtos é um influenciador direto para o impacto ambiental.

5.2 *Recomendações*

É fundamental melhorar o estudo e análise do processo produtivo baseado no Eco-design. Para tal, é necessário analisar a forma de tornar todos os bens e produtos recicláveis/reutilizáveis garantindo uma sustentabilidade superior para preservar a Natureza e ajudar a garantir um futuro melhor para as próximas gerações.

Sugere-se a realização de estudos e casos práticos focados na aplicação dos conceitos de Eco-design, integrados desde a conceção até ao fim de vida do produto que permitam dar corpo às conclusões desta revisão sistemática da bibliografia.

De acordo com os resultados obtidos propõe-se:

- Um abandono progressivo da Economia Linear, substituindo-a pela Economia Circular;

- Uma substituição dos modelos de negócio que incentivam os produtos *end-of-pipe* por produtos com Eco-design integrado;
- A realização de estudos práticos sobre implementação do Eco-design nas empresas e conseqüentemente do pensamento circular;
- A monitorização de empresas que apliquem ideais da Economia Circular, e a divulgação dos resultados e das boas práticas.

Surgem, por fim, algumas questões relacionadas com a implementação da EC que importa esclarecer no futuro:

- Quais os novos conceitos que vão surgir associados ao Eco-design?
- A nível de produção/indústria, quais os novos processos/procedimentos que vão ser criados para garantir o Eco-design em todos os produtos?
- Como se pode tornar todo o processo de produção em algo que está em consonância com as linhas ecológicas e o pensamento circular?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS

- Andrade, D. C. and Romeiro, A. R. (2009) ‘Capital natural , serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”’, *Texto para Discussão (IE/UNICAMP)*, (159), p. 24. doi: ISSN 0103-9466.
- Bergel, R. and Tortato, U. (2012) ‘Closed-loop supply chain repensando a maneira como fazemos as coisas’, *ANAIS*, pp. 1–16.
- Bocken, N. M. P. *et al.* (2016) ‘Product design and business model strategies for a circular economy’, *Journal of Industrial and Production Engineering*. Taylor & Francis, 33(5), pp. 308–320. doi: 10.1080/21681015.2016.1172124.
- Boonkanit, P. and Kengpol, A. (2010) ‘The Development and Application of a Decision Support Methodology for Product Eco-Design: A Study of Engineering Firms in Thailand.’, *International Journal of Management*, 27(1), pp. 185–199. Available at: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=50738199&lang=pt-br&site=ehost-live>.
- Bovea, M. D. and Pérez-Belis, V. (2012) ‘A taxonomy of ecodesign tools for integrating environmental requirements into the product design process’, *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 20(1), pp. 61–71. doi: 10.1016/j.jclepro.2011.07.012.
- Bradley, J. R. and Guerrero, H. H. (2008) ‘Product design for life-cycle mismatch’, *Production and Operations Management*, 17(5), pp. 497–512. doi: 10.3401/poms.1080.0056.
- Chung, Y., Hsu, Y. and Tsai, C. (2008) ‘The Effect of Eco-designing on the Development of New Products in High-tech F ...’, *International Journal*.
- Ferreira, J. R. V. (2004) ‘Análise de ciclo de vida dos produtos’, p. 80.
- Goodland, R. (1995) ‘The Concept of Environmental Sustainability’, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26, pp. 1-24.
- Hupffer, H. M., Feevale, U. and Ashton, E. G. (2016) ‘E conomic Analysis of Law Review’, pp. 165–183.
- Jawahir, I. S. and Bradley, R. (2016) ‘Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing’, *Procedia CIRP*. Elsevier B.V., 40, pp. 103–108. doi: 10.1016/j.procir.2016.01.067.
- Jeong, M. G., Morrison, J. R. and Suh, H. W. (2015) ‘Approximate Life Cycle Assessment via Case-Based Reasoning for Eco-Design’, *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 12(2), pp. 716–728. doi:

10.1109/TASE.2014.2334353.

- Kulatunga, A. K. *et al.* (2015) ‘Sustainable manufacturing based decision support model for product design and development process’, *Procedia CIRP*. Elsevier B.V., 26, pp. 87–92. doi: 10.1016/j.procir.2015.03.004.
- Mendoza, J. M. F. *et al.* (2017) ‘Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy: The BECE Framework’, *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), pp. 526–544. doi: 10.1111/jiec.12590.
- Ramani, K. *et al.* (2010) ‘Integrated Sustainable Life Cycle Design: A Review’, *Journal of Mechanical Design*, 132(9), p. 91004. doi: 10.1115/1.4002308.
- Ranade, D. (2012) ‘Life-Span Concept - Modern Marketing Technique’, *Journal of Marketing Development & Competitiveness*, 6(4), pp. 107–115.
- Romli, A. *et al.* (2015) ‘Integrated eco-design decision-making for sustainable product development’, *International Journal of Production Research*, 53(2), pp. 549–571. doi: 10.1080/00207543.2014.958593.
- Shi, J. *et al.* (2017) ‘Eco-design for recycled products: Rejuvenating mullite from coal fly ash’, *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier, 124(December 2016), pp. 67–73. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.04.005.
- Staniškis, J., Arbačiauskas, V. and Varžinskas, V. (2012) ‘Sustainable consumption and production as a system: Experience in Lithuania’, *Clean Technologies and Environmental Policy*, 14(6), pp. 1095–1105. doi: 10.1007/s10098-012-0509-y.
- Walter, M., Leyh, C. and Strahringer, S. (2018) ‘Knocking on Industry ’ s Door : Needs in Product-Cost Optimization in the Early Product Life Cycle Stages’, (13), pp. 43–60.
- Zhou, Z., Xiao, T. and Li, D. (2016) ‘An Integrated Factor Analysis Model for Product Eco-Design Based on Full Life Cycle Assessment’, *Journal of Industrial Engineering and Management-Jiem*, 9(1), pp. 90–109. doi: 10.3926/jiem.1558.
- Zuin, V. G. (2016) ‘Circularity in green chemical products, processes and services: Innovative routes based on integrated eco-design and solution systems’, *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 2, pp. 40–44. doi: 10.1016/j.cogsc.2016.09.008.

ANEXOS

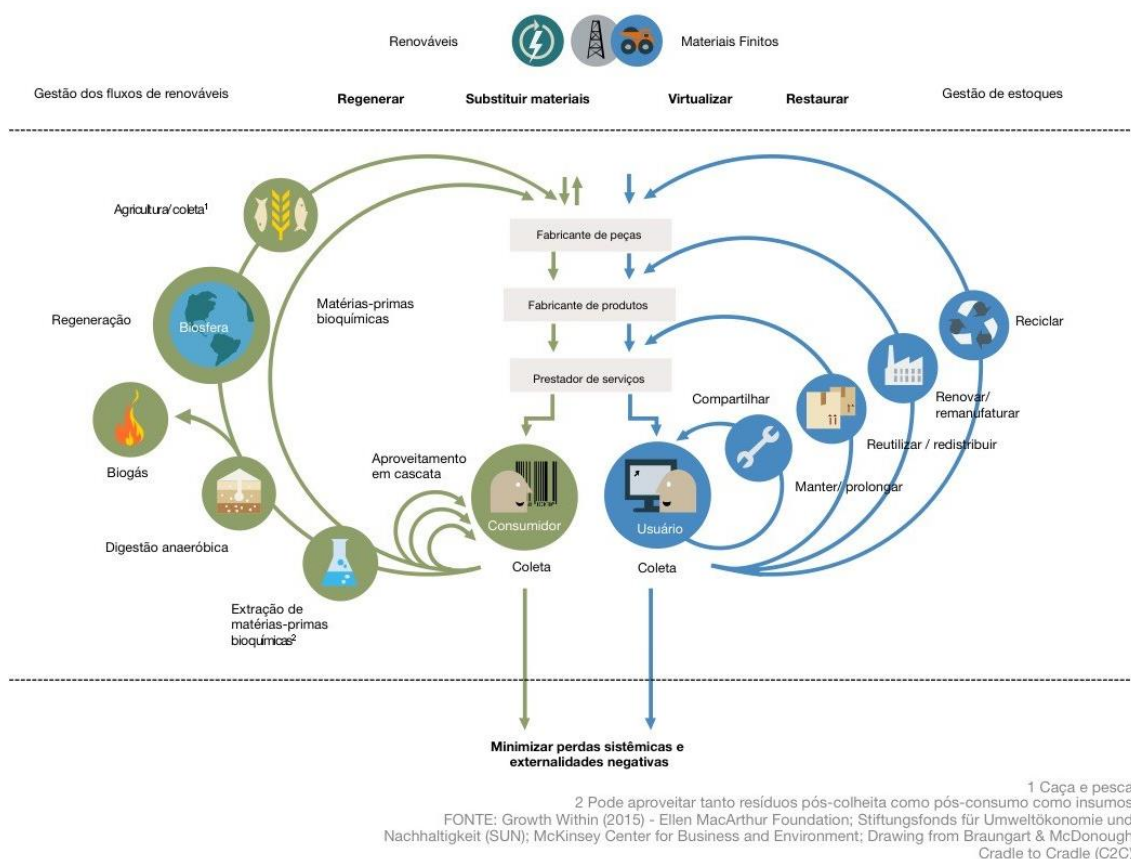


Figura 1-Princípios da Economia Circular

Fonte: Ellen MacArthur Foundation: Stiftungsfonds für Umweltökonomie and Nachhaltigkeit (SUN) [Em linha]. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Circular-economy-and-CE100-USA-overview.pdf> [Acesso em: 26 de Fevereiro de 2018].

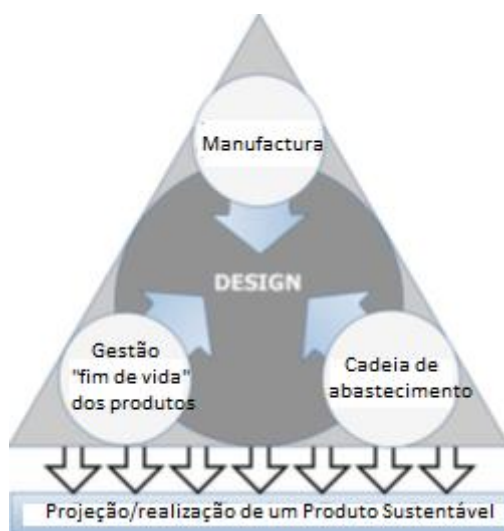


Figura 2 – Produto Sustentável: Modelo de Análise
Fonte: Ramani *et al.*, 2010, p. 091004-2 – Adaptado.

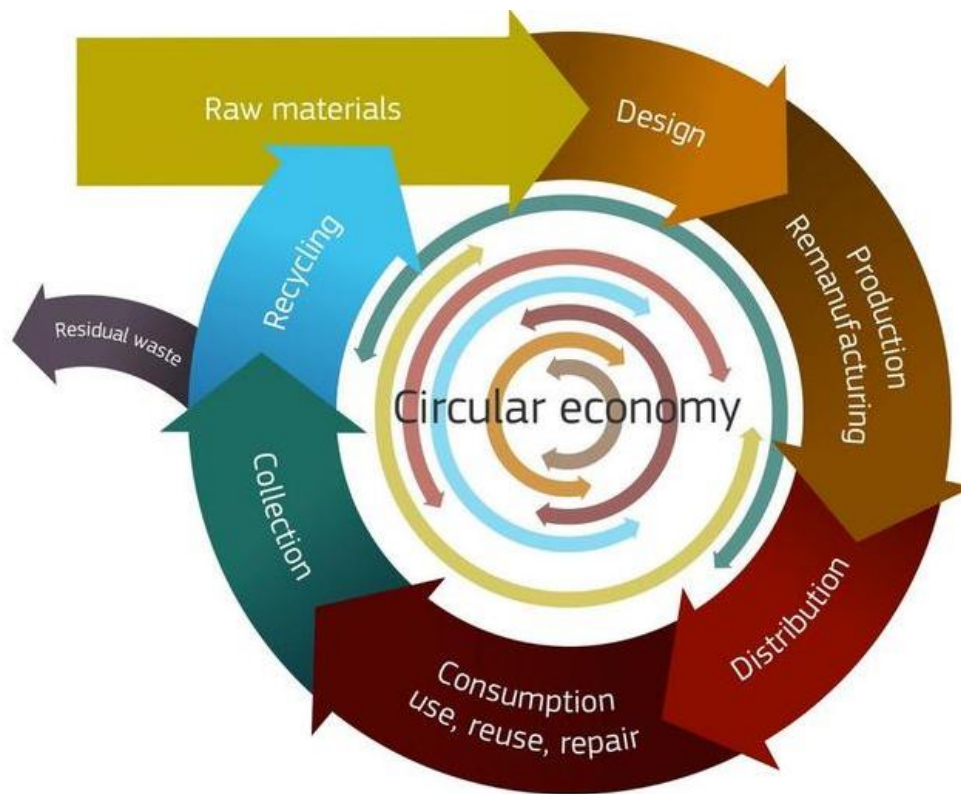


Figura 3 – Círculo da Economia Circular

Fonte: PORTUGAL - Ministério do Ambiente (2016). *Eco.nomia*. [Em linha] Disponível em: de <http://eco.nomia.pt/pt/economia-circular/estrategias> [Acesso em: 30 de Setembro de 2017].

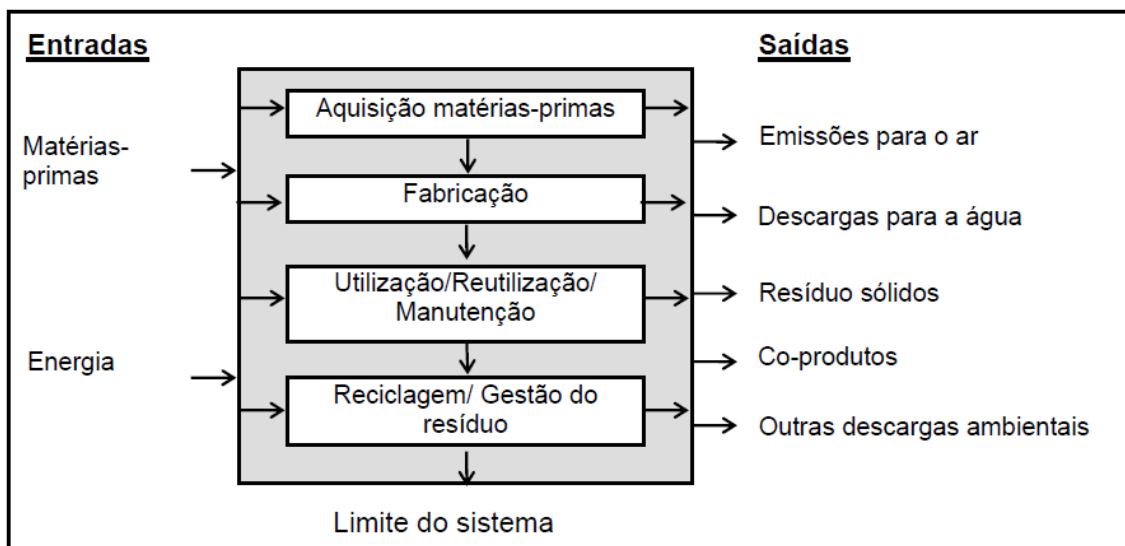


Figura 4A – Fases do ciclo de vida

Fonte: Ferreira, 2004, p. 9.

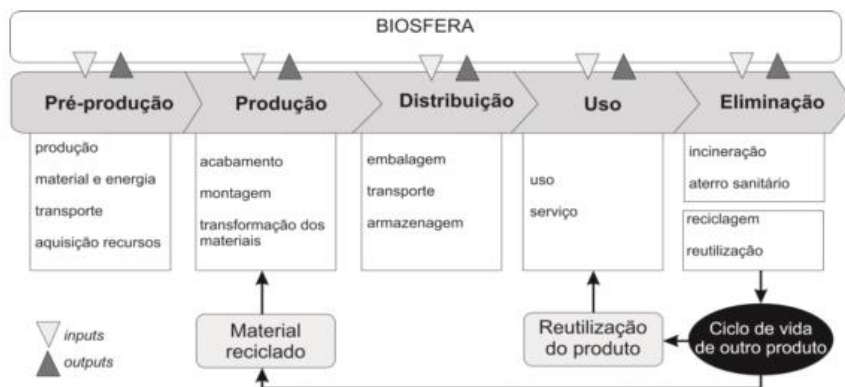


Figura 4B – Fases do ciclo de vida

Fonte: Hupffer, Feevale and Ashton, 2016, p. 171.

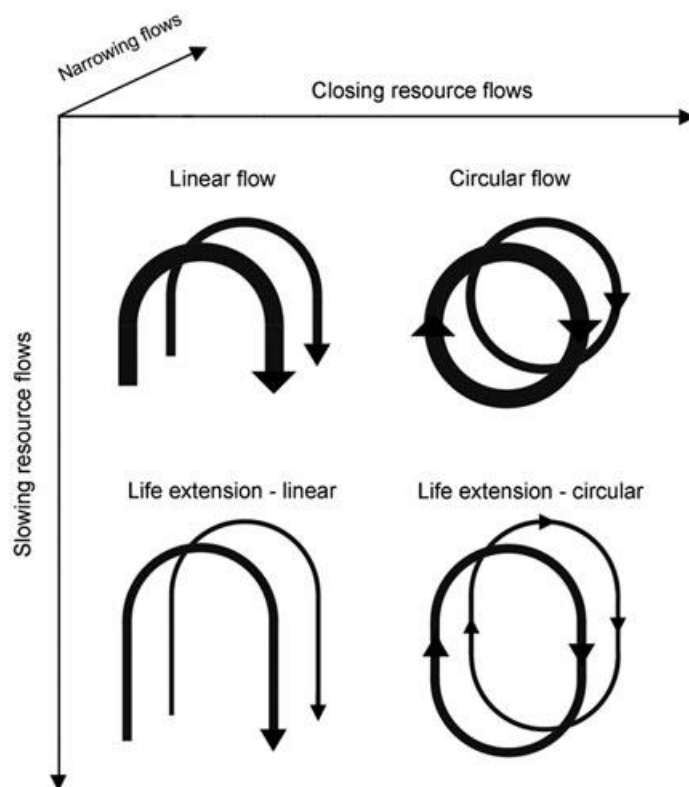


Figura 5 – Ciclos de recursos

Fonte: Bocken *et al.*, 2016, p. 309.

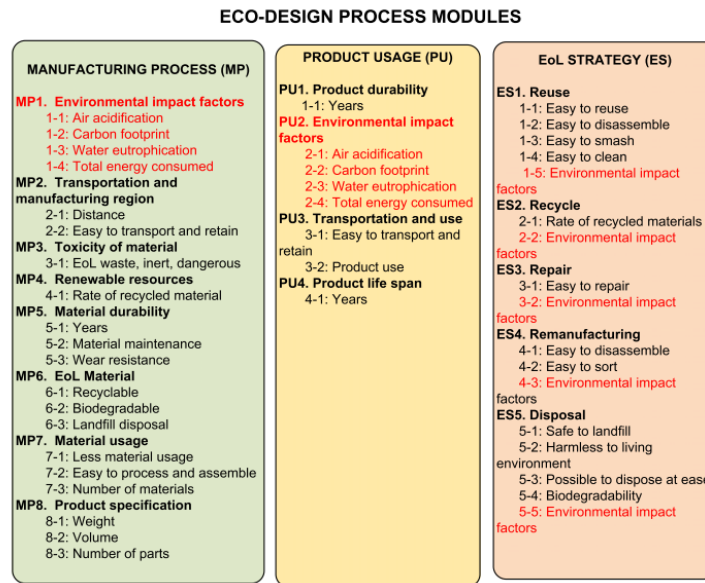


Figura 6 – Modelo de processos do Eco-design

Fonte: Romli *et al.*, 2015, p. 556.

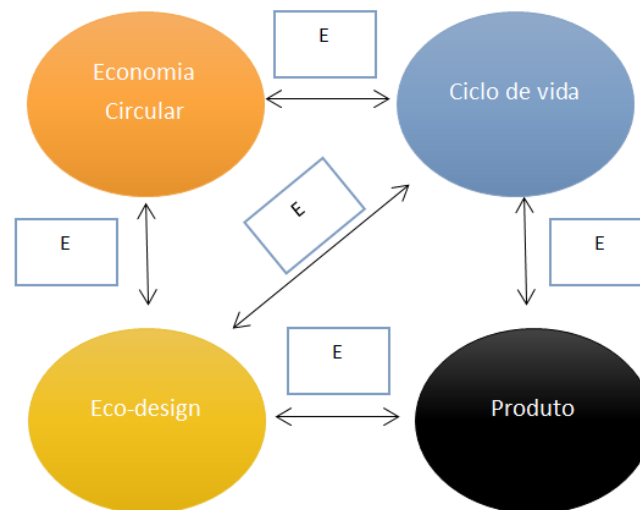


Figura 7 – Lógica de pesquisa para as bases de dados

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela IV - Identificação, Título, Autores e palavras-chave dos artigos seleccionados

Identificação do artigo	Título do artigo	Autores	Palavras-chave
1	Sustainable Manufacturing based Decision Support model for Product Design and Development Process	A.K. Kulatungaa, N. Karunatilakeb, N. Weerasinghea, R. K Ihalawattaa	Sustainable Manufacturing; Decision Support System; Eco-design; Life Cycle Assesement; Analytic Hierarchy Process
2	Desenvolvimento de EcoInovações a Partir do Eco-design e o Ordenamento Jurídico Brasileiro para a Inovação	Haide Maria Hupffer, Elisa Guerra Ashton	Desenvolvimento Sustentável; EcoInovação; Eco-design; Instrumentos jurídico-económicos; Incentivos fiscais
3	Circularity in green chemical products, processes and services: Innovative routes based on integrated Eco-design and solution systems	Vânia G. Zuin	Circular Economy; Green and sustainable chemistry; Bioresources; Biomass; Biorefinery; Zero waste
4	The Effect of Eco-designing on the Development of New Products in High-Tech Firms: An Empirical Study	Ya-Chan Cung, Yau-Wen Hsu, Chih-Hung Tsai	
5	Knocking on Industry s Door: Needs in Product-Cost Optimization in the Early Product Life Cycle Stages	Matthias Walter, Christian Leyh, Susanne Strahringer	Product costing; Product-cost optimization; Product development; Enterprise systems; Product life cycle; Process optimization
6	An Integrated Factor Analysis Model for Product Eco-design Based on Full Life Cycle Assessment	Zhifang Zhou, Tian Xiao, Dayuan Li	Eco-design; Full life cycle assesement; Resouce value flow; Recource efficiency; Economic efficiency; Envorinmental efficiency
7	A taxonomy of Eco-design tools for integrating environmental requirements into the product design process	M.D. Bovea, V. Pérez-Belis	Envoriromental requirement; Eco-design; Design Methodologies; Review; Taxonomy
8	Closed-Loop Supply Chain: Repensando a maneira como fazemos as coisas	Renê Bergel, Ubiratã Tortato	Closed-loop; Product lifecycle management; Supply chain; Sustainability
9	Approximate Life Cycle Assesment via Case-Based Reasoning for Eco-design	Myeon-Gyu Jeong, James R. Morrison, Member, IEEE, and Hyo-Won Suh	Case-based reasoning; Eco-design; Life cycle assesement; Sustainability
10	Life-Span Concept - Modern Marketing Technique	Devadatta Ranade	
11	Integrating Backcasting and Eco-design for the Circular Economy	Joan Manuel F. Mendoza, Maria Sharmina, Alejandro Gallego-Schmid, Graeme Heyes, and Adisa Azapagic	Bussiness model inovation; Circular economy; Closed-loop supply chain; Industrial ecology; Product-service systems; Resource efficiency

12	Product Design for Life-Cycle Mismatch	James R. Bradley, Héctor H. Guerrero	Product design; Life cycle; Part Obsolescence; Procurement; Sourcing
13	Integrated Eco-design decision-making for sustainable product development	Awanis Romli, Paul Prickett, Rossitza Setchi and Shwe Soe	Sustainable product development; Integrated Eco-design decision-making; Quality function deployment; Life cycle assesement; Eco-design process
14	Eco-design for recycled products: Rejuvenating mullite from coal fly ash	Jingjing Shi, Qiang Li, Huiquan Li, Shaopeng Li, Jianbo Zhang, Yao Shi	Eco-design; Industrial solid waste; Material products; Coal fly ash; Mullite
15	Integrated Sustainable Life Cycle Design: A Review	Karthik Ramani, Devarajan Ramanujan, William Z. Bernstein, Fu Zhao, John Sutherland, Carol Handwerker, Jun-Ki Choi, Harrison Kim, Deborah Thurston	Sustainable Design; Eco-design; Product design; Manufacturing; Supply chain
16	Sustainable consumption and production as a system: experience in Lithuania	Jurgis Staniskis, Valdas Arbaciauskas, Visvaldas Varzinskas	Sustainable consuption and production; Preventive innovations; Integrated management systems; Eco-design; Life cycle assesement
17	The Development and Application of a Decision Support Methodology for Product Eco-design: A Study of Engineering Firms in Thailand	Prin Boonkanit, Athakorn Kengpol	

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela V – Tabela com os critérios de avaliação dos artigos

Artigo N°		Pontuação				
Domínio	Questões	1	2	3	4	5
Introdução	Aborda a questão de pesquisa	1 – Não aborda a questão de pesquisa 5 – Aborda completamente a questão de pesquisa				
	Apresenta os objectivos do estudo	1 – Não apresenta qualquer tipo de objetivos 5 – Apresenta objectivos concretos sobre o estudo				
	Responde à pergunta de investigação	1 – Não responde à pergunta de investigação 5 – Responde à pergunta de investigação totalmente				
Metodologia	Apresenta de forma clara e explícita os seguintes pontos					
	- Delineamento metodológico	1 – Não apresenta o delineamento metodológico 5 – Apresente de forma detalhada o delineamento metodológico				
	- Instrumentos de recolha de informação	1 – Não apresenta os instrumentos de recolha de informação 5 – Apresenta de uma forma clara os instrumentos de informação				
	- Descrição de procedimento de recolha de informação	1 – Não há descrição do procedimento de recolha de informação 5 – Há informação detalhada do procedimento de recolha de informação				
	- Descrição da população/amostra	1 – Não há qualquer descrição da população/amostra 5 – Descreve-se detalhadamente a população/amostra				
	- Critérios de selecção e exclusão	1 – Não são apresentados critérios de selecção ou de exclusão 5 – São apresentados, detalhadamente todos os critérios de selecção e exclusão				
	- Estratégia de pesquisa e recolha de dados	1 – Não é apresentada qualquer estratégia de pesquisa e recolha de dados 5 – É apresentada de forma clara e detalhada a estratégia de pesquisa e recolha dos dados				
	- Métodos estatísticos utilizados	1 – Não é apresentado qualquer tipo de esclarecimento relativo aos métodos estatísticos utilizados 5 – São descritos, detalhadamente, os métodos estatísticos utilizados				
	São aplicadas novas terminologias ou novos conceitos relacionados com a pergunta de investigação	1 – Não são aplicadas novas terminologias ou conceitos 5 – São introduzidas novas terminologias ou conceitos, com o				

		seu significado
	Demonstra acrescentar valor ao presente estudo	1 – Não acrescenta qualquer tipo de valor ao presente estudo 5 – Acrescenta muito valor ao presente estudo
Resultados	Resultados apresentados de forma clara, relativamente ao tema	1 – Os resultados não são apresentados de forma clara 5 – Os resultados são apresentados de forma clara e estão relacionados com o tema
	As conclusões mostram-se válidas e são justificadas no contexto do estudo	1 – As conclusões não são válidas nem estão de acordo com o contexto do estudo 5 – Conclusões válidas e justificadas de acordo com o contexto do estudo
	Apresenta recomendações apropriadas para posteriores estudos	1 – Não são apresentadas recomendações para posteriores estudos 5 – São apresentadas recomendações apropriadas para futuros estudos
	Validade interna dos resultados	1 – Não se encontra dentro dos parâmetros descritos anteriormente 5 – Encontra-se de acordo com todos os parâmetros descritos anteriormente
Discussão	Clareza na discussão dos resultados	1 – Os resultados não são claros 5 – Os resultados são justificados e claros
	Discute as limitações do estudo e dos resultados	1 – Não há qualquer tipo de discussão sobre as limitações do estudo e dos resultados 5 – As limitações do estudo e dos resultados são discutidas de forma clara e objectiva
	Discute os principais resultados à luz da bibliografia e das questões colocadas	1 – Não há qualquer discussão dos principais resultados à luz da bibliografia e com as questões de investigação 5 – Os resultados são discutidos à luz da bibliografia e das questões colocadas
TOTAL (Máximo) 95 pontos		

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela VI – Tabela usada para a avaliação dos artigos

Artigo Nº		Pontuação				
Domínio	Questões	1	2	3	4	5
Introdução	Aborda a questão de pesquisa					
	Apresenta os objectivos do estudo					
	Responde à pergunta de investigação					
Metodologia	Apresenta de forma clara e explícita os seguintes pontos					
	- Delineamento metodológico					
	- Instrumentos de recolha de informação					
	- Descrição de procedimento de recolha de informação					
	- Descrição da população/amostra					
	- Critérios de selecção e exclusão					
	- Estratégia de pesquisa e recolha de dados					
	- Métodos estatísticos utilizados					
	São aplicadas novas terminologias ou novos conceitos relacionados com a pergunta de investigação					
Demonstra acrescentar valor ao presente estudo						
Resultados	Resultados apresentados de forma clara, relativamente ao tema					
	As conclusões mostram-se válidas e são justificadas no contexto do estudo					
	Apresenta recomendações apropriadas para posteriores estudos					
	Validade interna dos resultados					
Discussão	Clareza na discussão dos resultados					
	Discute as limitações do estudo e dos resultados					
	Discute os principais resultados à luz da bibliografia e das questões colocadas					
TOTAL						

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela VI - Avaliação dos artigos pela Designer Doutora Ana Cristina Dias

Revisora: Designer Ana Cristina Dias		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Introdução	Aborda a questão de pesquisa	1	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Apresenta os objectivos do estudo	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Responde à pergunta de investigação	3	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Metodologia	Apresenta de forma clara e explícita os seguintes pontos																	
	- Delineamento metodológico	5	5	3	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	4	5	5	5
	- Instrumentos de recolha de informação	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	- Descrição de procedimento de recolha de informação	5	1	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	- Descrição da população/amostra	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
	- Critérios de selecção e exclusão	5	5	1	4	5	3	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5
	- Estratégia de pesquisa e recolha de dados	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
	- Métodos estatísticos utilizados	3	1	1	5	5	5	3	3	5	3	5	5	5	5	3	5	5
	São aplicadas novas terminologias ou novos conceitos relacionados com a pergunta de investigação	5	1	3	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	3	5	5
	Demonstra acrescentar valor ao presente estudo	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5
Resultados	Resultados apresentados de forma clara, relativamente ao tema	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	As conclusões mostram-se válidas e são justificadas no contexto do estudo	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Apresenta recomendações apropriadas para posteriores estudos	5	1	3	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Validade interna dos resultados	5	5	3	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5
Discussão	Clareza na discussão dos resultados	5	5	1	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Discute as limitações do estudo e dos resultados	5	5	1	5	5	3	1	1	5	2	5	5	5	5	5	5	5
	Discute os principais resultados à luz da bibliografia e das questões colocadas	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
TOTAL		85	79	41	92	94	91	89	85	94	86	94	94	94	94	90	94	94

Fonte: Designer Ana Cristina Dias

Tabela VIII - Avaliação dos artigos por Linda Serranheira

Revisora: Engenheira Linda Serranheira		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17
Introdução	Aborda a questão de pesquisa	2	5	2	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5
	Apresenta os objectivos do estudo	5	5	2	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5
	Responde à pergunta de investigação	3	5	3	5	4	5	5	5	3	3	5	4	5	4	5	3	4
Metodologia	Apresenta de forma clara e explícita os seguintes pontos																	
	- Delineamento metodológico	5	3	2	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	3	5	4	5
	- Instrumentos de recolha de informação	5	5	2	5	5	5	4	5	5	3	5	5	5	4	5	5	5
	- Descrição de procedimento de recolha de informação	5	3	1	3	5	5	5	4	5	2	5	5	5	3	5	5	5
	- Descrição da população/amostra	5	5	3	5	5	5	5	5	4	3	5	5	5	4	5	5	5
	- Critérios de selecção e exclusão	5	5	1	4	5	3	5	5	5	3	5	5	5	4	5	4	5
	- Estratégia de pesquisa e recolha de dados	5	5	1	5	5	5	2	3	5	2	5	5	5	4	5	5	5
	- Métodos estatísticos utilizados	4	1	1	5	5	5	4	4	5	3	5	5	5	1	3	5	5
	São aplicadas novas terminologias ou novos conceitos relacionados com a pergunta de investigação	5	1	3	3	3	5	5	4	5	3	5	5	5	4	3	5	5
Demonstra acrescentar valor ao presente estudo	5	5	3	5	5	5	4	5	3	3	5	5	5	4	5	4	5	
Resultados	Resultados apresentados de forma clara, relativamente ao tema	5	5	2	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5
	As conclusões mostram-se válidas e são justificadas no contexto do estudo	5	5	4	5	5	5	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5
	Apresenta recomendações apropriadas para posteriores estudos	5	2	3	5	5	5	3	3	4	3	5	5	5	5	5	3	5
	Validade interna dos resultados	5	5	3	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	5
Discussão	Clareza na discussão dos resultados	5	5	1	5	4	5	5	5	3	2	5	5	5	5	5	4	5
	Discute as limitações do estudo e dos resultados	5	5	1	4	4	3	1	1	3	1	5	5	4	5	4	3	5
	Discute os principais resultados à luz da bibliografia e das questões colocadas	3	5	3	5	5	5	5	5	4	3	5	4	5	5	5	4	5
TOTAL		87	80	41	88	89	91	83	83	81	55	94	93	94	79	90	81	94

Fonte: Elaborado pela autora

Teste estatístico Kappa

O coeficiente de concordância de Kappa é utilizado para descrever a concordância entre dois ou mais árbitros quando realizam uma avaliação nominal ou ordinal de uma mesma amostra.

O valor do coeficiente de concordância de Kappa pode variar de 0 até 1. Quanto mais próximo de 1 for seu valor, maior é o indicativo de que existe uma concordância entre os árbitros e quanto mais próximo de zero, menor é o indicativo de que a concordância.

Este é calculador através da seguinte fórmula:

$$\hat{K} = \frac{\hat{p}_0 - \hat{p}_e}{1 - \hat{p}_e}$$

onde

$$\hat{p}_0 = \sum_{i=1}^r \frac{n_{ii}}{n} \quad \hat{p}_e = \sum_{i=1}^r \frac{n_{i.} * n_{.i}}{n^2}$$

Onde

		Juiz Y				Total
		1	2	...	r	
Juiz X	1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1r}	$n_{1.}$
	2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2r}	$n_{2.}$

	r	n_{r1}	n_{r2}	...	n_{rr}	$n_{r.}$
Total		$n_{.1}$	$n_{.2}$...	$n_{.r}$	n

No artigo *The measurement of observer agreement for categorical data*, publicado na *Biometrics* em 1977 (disponível em <http://www.jstor.org/stable/2529310>), os autores Landis JR. e Koch GG. sugerem uma tabela para interpretar o valor de Kappa.

Valor de Kappa	Interpretação
Menor que zero	insignificante (poor)
Entre 0 e 0,2	fraca (slight)
Entre 0,21 e 0,4	razoável (fair)
Entre 0,41 e 0,6	moderada (moderate)
Entre 0,61 e 0,8	forte (substantial)
Entre 0,81 e 1	quase perfeita (almost perfect)

Eles ressaltam que embora essas divisões sejam claramente arbitrárias, elas podem fornecer uma referência útil para a discussão.

Adaptado: <http://www.abgconsultoria.com.br/blog/coeficiente-de-concordancia-de-kappa/> Dia 05 de Outubro de 2018 às 18:40

Os cálculos realizados foram baseados nas seguintes tabelas:

Artigo	Ana C.	Linda S.
1	Incluído	Incluído
2	Incluído	Incluído
3	Excluído	Excluído
4	Incluído	Incluído
5	Incluído	Incluído
6	Incluído	Incluído
7	Incluído	Incluído
8	Incluído	Incluído
9	Incluído	Incluído
10	Incluído	Excluído
11	Incluído	Incluído
12	Incluído	Incluído
13	Incluído	Incluído
14	Incluído	Incluído
15	Incluído	Incluído
16	Incluído	Incluído
17	Incluído	Incluído

		Ana C.		
		Incluído	Excluído	Total
Linda S.	Incluído	15	0	15
	Excluído	1	1	2
Total		16	1	17

Kappa=0,301

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, B., Wegner, D. & Padula, A. D. (2008). Logística Reversa Como Mecanismo Para Redução do Impacto Ambiental Originado pelo Lixo Informático. *Revista Eletrônica de Ciências Administrativas* 7(1), 1–12.
- Alexandru, Tudor-George; Pupăză, Cristina (2017). *Modelo De Gestão Orientado a Economia Circular e a Melhoria de Desempenho Ambiental do Ciclo de Vida de Produtos*. In Proceedings in Manufacturing Systems 12(1), 9–16.
- Araujo, F. S. et al. (2012). Estratégias de Ecodesign aplicado às atividades da logística reversa. *Revista Brasileira de Estratégia* 5(389), 105.
- Araújo, T. (2017) Economia circular : breve panorama da produção científica entre 2007 e 2017 . In Proceedings XIX ENGEMA (Encontro Internacinal sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente). Dezembro 2017. ISSN : 2359-1048
- Axaroglou, K. (2003). The cyclicity of new product introductions. *The Journal of Business* 76(1), 29-48.
- Azevedo, J. L. de (2015). A economia circular aplicada no brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais. In Proceedings XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Rio de Janeiro.
- Azevedo, M. C. De & Costa, H. G. (2001). Métodos para avaliação da postura estratégica. *Caderno de Pesquisas em Administração* 8(2), 1–18.
- Bai, C., Sarkis, J. & Dou, Y. (2015). Corporate sustainability development in China: review and analysis. *Industrial Management and Data Systems* 115(1), 5–40.
- Barbieri, J. C., Cajazeira, J. E. R. & Branchini, O. (2009). Cadeia de suprimento e avaliação do ciclo de vida do produto: Revisão teórica e exemplo de aplicação. *O Papel (Brazil)* 70(9), 52–72.
- Barbosa Júnior, A. F. et al. (2008). Conceitos e aplicações de Análise do Ciclo Vida (ACV) no Brasil. *Revista Gerenciais* 7(1), 39-44.
- Bauer, M. & Auer-Srnka, K. J. (2012). The life cycle concept in marketing research. *Journal of Historical Research in Marketing* 4(1), 68–96.
- Bergel, R. & Tortato, U. (2012). Closed-loop supply chain repensando a maneira como fazemos as coisas . *Anais* 1–16.
- Beuren, I. M., Rengel, S. & Rodrigues Junior, M. M. (2015). Relação dos atributos da contabilidade gerencial com os estágios do ciclo de vida organizacional. *Innovar* 25(57), 63–78.
- Boa Vista, H., Santos, M. & Shibao, F. (2015). Produto Sustentável: Equipamento de Proteção Individual Fabricado com Plástico Verde. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade* 4(1), 59–71.
- Bocken, N. M. P. et al. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering* 33(5), 308–320.
- Boonkanit, P. & Kengpol, A. (2010). The Development and Application of a Decision Support Methodology for Product Eco-Design: A Study of Engineering Firms in Thailand. *International Journal of Management* 27(1), 185–199.
- Borchardt, M. et al. (2008). Considerações sobre ecodesign: um estudo de caso na indústria eletrônica automotiva. *Ambiente e Sociedade* 11(2), 341–353.

-
- Borchardt, M. et al. (2010). Reprojetado do contraforte: um caso de aplicação do ecodesign em manufatura calçadista. *Produção* 20(3), 392–403.
- Borchardt, M. et al. (2012). Avaliação da presença de práticas do Design for Environment (DfE) no desenvolvimento de produto de uma empresa da indústria química. *Production* 22(1), 58–69.
- Borrego, M., Foster, M. J. & Froyd, J. E. (2014). Systematic literature reviews in engineering education and other developing interdisciplinary fields. *Journal of Engineering Education* 103(1), 45–76.
- Bovea, M. D. & Pérez-Belis, V. (2012). A taxonomy of ecodesign tools for integrating environmental requirements into the product design process. *Journal of Cleaner Production* 20(1), 61–71.
- Bowern, M. & Burmeister, O. K. (2013). 14. Business benefits from keeping codes of ethics up to date. *Professionalism in the Information and Communication Technology Industry* 3.
- Bradley, J. R. & Guerrero, H. H. (2008). Product design for life-cycle mismatch. *Production and Operations Management* 17(5), 497–512.
- Brito, R. P. de & Berardi, P. C. (2010). Vantagem competitiva na gestão sustentável da cadeia de suprimentos: um metaestudo. *Revista de Administração de Empresas* 50(2), 155–169.
- Brito, R. P. De & Berardi, P. C. (2010). Vantagem Competitiva Na Gestão Sustentável. *Rae*, 50(2), 155–169.
- Butler, R. W. (1980). The concept of a tourist area cycle of evolution: implication of management of resources. *Canadian Geographer* XXIV(1), 5–12.
- Buttol, P. et al. (2012). Integrating services and tools in an ICT platform to support eco-innovation in SMEs. *Clean Technologies and Environmental Policy* 14(2), 211–221.
- Castro, M. L. A. C. de (2008). Da Ética Construtivista à ética sustentável: a trajetória do design. *Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo* 8(1), 122–132.
- Cavalett, O. (2008). *Análise do Ciclo de Vida da Soja*, Tese de doutoramento, Universidade Estadual de Campinas: Unicamp.
- Cerdan, C. et al. (2009). Proposal for new quantitative eco-design indicators: a first case study. *Journal of Cleaner Production* 17(18), 1638–1643.
- Chen, S. (2013). The effects of product innovation on product life cycle patterns in Taiwanese motors : views of consumer preferences. *Journal of Business and Retail Management Research* 8(1), 53–68.
- Chen, T., Kalra, A. & Sun, B. (2009). Why Do Consumers Buy Extended Service Contracts? *Journal of Consumer Research* 36(4), 611–623.
- Chiang, T.-A., Hsu, H. & Hung, C.-W. (2012). Using the Web Service Technology and the Eco-Spold Xml Data Exchange Standard To Develop a Lca Service Platform for Supporting Dfe in the Taiwan Electronics Industry. *International Journal of Electronic Business Management* 10(1), 8–16.
- Chiu, M.-C. & Chu, C.-H. (2012). Review of sustainable product design from life cycle perspectives. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing* 13(7), 1259–1272.

- Choi, D. & Hwang, T. (2015). The impact of green supply chain management practices on firm performance: the role of collaborative capability. *Operations Management Research* 8(3-4), 69-83.
- Chung, Y. C., Hsu, Y. W., & Tsai, C. H. (2008). The effect of eco-designing on the development of new products in high-tech firms: an empirical study. *International Journal of Management* 25(3), 403.
- Cient, I. E. et al. (2014). The influence of principal risk factors in different stages of life cycle. *Revista de Gestão e Projetos* 5(1), 28-41.
- Claudino, E. S. & Talamini, E. (2013). Análise do Ciclo de Vida (ACV) aplicada ao agronegócio - Uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17(1), 77-85.
- Comissão Europeia (2016). *A economia circular: Interligação, criação e conservação de valor*. Lisboa: Ministério do Ambiente. doi: 10.2779/85279.
- Conforto, E. C., Amaral, D. C. & Silva, S. L. Da (2011). Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projectos. In *Proceedings 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolviemnto de Produto - CNGDP 2011*, 1-12.
- Dal Magro, E. C. (2011). Sustentabilidade, políticas públicas e a responsabilidade pós-consumo: em defesa da dignidade da pessoa humana. *Revista Brasileira de Políticas Públicas* 1(3).
- de Sordi, J. O., & Valdambrini, A. C. (2009). O Recall na empresa montadora sob a perspectiva informacional da gestão do ciclo de vida do produto (Product Lifecycle Management-PLM). *Revista de Ciências da Administração* 11(23), 38-64.
- de Vries, M., & de Boer, I. J. (2010). Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock science* 128(1-3), 1-11.
- Demajorovic, J. (2013). Na Cadeia Da Logística Reversa De Microcomputadores No Brasil National Policy on Solid Waste and Its Implications. *Gestão e Regionalidade* 29(87), 64-80.
- Doha, A., Das, A. & Pagell, M. (2013). The influence of product life cycle on the efficacy of purchasing practices. *International Journal of Operations and Production Management* 33(4), 470-498.
- Dominguez, S. et al. (2018). LCA of greywater management within a water circular economy restorative thinking framework. *Science of The Total Environment* 621, 1047-1056.
- Dostatni, E. et al. (2013). Application of agent technology for recycling-oriented product assessment. *Industrial Management and Data Systems* 113(6), 817-839.
- Ehrenberger, S. & Friedrich, H. E. (2013). Life-cycle assessment of the recycling of magnesium vehicle components. *Jom* 65(10), 1303-1309.
- Farrington, D. P. & Coid, J. W. (2003). Conclusions and the way forward. *Early Prevention of Adult Antisocial Behaviour* 356-368.
- Fermam, R. K. S. & Antunes, A. (2008). Requisitos ambientais e acesso a mercados: o setor de defensivos agrícolas. *Revista Brasileira de Política Internacional* 51, 26-38.
- Ferreira, C. & Pinto, L. M. C. (2016). Análise da decisão de entrega de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos em Portugal. *Água e Resíduos* 5-14.

- Ferroli, P. C. M., & Librelotto, L. I. (2012). Uso de modelos e protótipos para auxílio na análise da sustentabilidade no Design de Produtos. *Revista GEPROS* 7(3), 107.
- Fraga, M. (2017). *A economia circular na indústria portuguesa de pasta, papel e cartão*. Tese de doutoramento. Lisboa: Universidade NOVA de Lisboa.
- Gehin, A., Zwolinski, P. & Brissaud, D. (2007). Towards the use of LCA during the early design phase to define EoL scenarios, *Advances in Life Cycle Engineering for Sustainable Manufacturing Businesses - Proceedings of the 14th CIRP Conference on Life Cycle Engineering* 23–28.
- Genovese, A. et al. (2017). Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. *Omega (United Kingdom)* 66, 344–357.
- Ghisellini, P., Cialani, C. & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production* 114, 11–32.
- Ghisellini, P., Setti, M., & Ulgiati, S. (2016). Energy and land use in worldwide agriculture: an application of life cycle energy and cluster analysis. *Environment, development and sustainability* 18(3), 799-837.
- Gonçalves, C. S. (2017). *Utilização de resíduos / subprodutos no caminho para a Economia Circular – Caso de Estudo na Indústria Corticeira* Dissertação de Mestrado. Faculdade de Economia e Gestão, Universidade do Porto.
- Gouvinhas (2008). Conceito e Aplicações de Análise do Ciclo de Vida no Brasil. *Revistas Gerenciais* 7(1), 39–44.
- Haanstra, W., Toxopeus, M. E. & Van Gerrevink, M. R. (2017). Product Life Cycle Planning for Sustainable Manufacturing: Translating Theory into Business Opportunities. *Procedia CIRP* 61, 46–51.
- Handayani, N. U. et al. (2012). A conceptual assessment model to identify phase of industrial cluster life cycle in Indonesia. *Journal of Industrial Engineering and Management* 5(1), 198–228.
- Hanim Mohamad Zailani, S. et al. (2012). The impact of external institutional drivers and internal strategy on environmental performance. *International Journal of Operations and Production Management* 32(6), 721–745.
- Hartwell, I. & Marco, J. (2016). Management of intellectual property uncertainty in a remanufacturing strategy for automotive energy storage systems. *Journal of Remanufacturing* 6(1).
- Haruvy, E., Mahajan, V., & Prasad, A. (2004). The effect of piracy on the market penetration of subscription software. *The Journal of Business* 77(S2), S81-S107.
- Heyes, G. et al. (2018). Developing and implementing circular economy business models in service-oriented technology companies. *Journal of Cleaner Production* 177, 621–632.
- Hinz, R. T. P., Dalla Valentina, L. V., & Franco, A. C. (2008). Monitorando o desempenho ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela avaliação do ciclo de vida. *Revista Produção Online* 7(3).
- Hochrein, S. et al. (2015). Literature reviews in supply chain management: a tertiary study. *Management Review Quarterly* 65(4), 239–280.

-
- Hughes, R. (2017). The EU Circular Economy Package - Life Cycle Thinking to Life Cycle Law? *Procedia CIRP* 61, 10–16.
- Husgafvel, R. et al. (2018). Forest sector circular economy development in Finland: A regional study on sustainability driven competitive advantage and an assessment of the potential for cascading recovered solid wood. *Journal of Cleaner Production* 181, 483–497.
- Huysman, S. et al. (2017). Performance indicators for a circular economy: A case study on post-industrial plastic waste. *Resources, Conservation and Recycling* 120, 46–54.
- Jabbour, C. J. C., Santos, F. C., Jabbour, A. B. (2009). A importância dos fatores humanos no desenvolvimento de produtos com elevado desempenho ambiental: estudo de casos. *RAM - Revista de Administração Mackenzie* 10(4), 32–56.
- Jawahir, I. S. & Bradley, R. (2016). Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing, *Procedia CIRP* 40, 103–108.
- Jeong, M. G., Morrison, J. R. & Suh, H. W. (2015). Approximate Life Cycle Assessment via Case-Based Reasoning for Eco-Design, *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering* 12(2), 716–728.
- Karvonen, I. et al. (2015). Enhancing remanufacturing – studying networks and sustainability to support Finnish industry. *Journal of Remanufacturing* 5(1), 5.
- Karvonen, I. et al. (2017). Identifying recommendations to promote remanufacturing in Europe. *Journal of Remanufacturing* 7(2–3), 159–179.
- Keivanpour, S., Ait Kadi, D. & Mascle, C. (2015). End of life aircrafts recovery and green supply chain (a conceptual framework for addressing opportunities and challenges). *Management Research Review* 38(10), 1098–1124.
- Kloepffer, W. (2008). Life cycle sustainability assessment of products. *International Journal of Life Cycle Assessment* 13(2), 89–94.
- Knight, P. & Jenkins, J. O. (2009). Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners perspective. *Journal of Cleaner Production* 17(5), 549–558.
- Kopnina, H. (2014). Sustainability in Environmental Education: Away from pluralism and towards solutions. *Revista Brasileira de Estratégia* 295–313.
- Krishnamoorthi, C. (2012a). An economic production lot size model for product life cycle (maturity stage) with defective items with shortages. *Opsearch* 49(3), 253–270.
- Krishnamoorthi, C. (2012b). An inventory model for product life cycle with maturity stage and defective items. *Opsearch* 49(3), 209–222.
- Kubota, F. I., Campos, L. M. de S. and Miguel, P. A. C. (2014). Uma análise preliminar das contribuições da modularidade em produto ao ecodesign. *Produção Online* 14(2), 560–592.
- Kulatunga, A. K. et al. (2015). Sustainable manufacturing based decision support model for product design and development process. *Procedia CIRP* 26, 87–92.
- Kuo, T. C. (2013). Mass customization and personalization software development: A case study eco-design product service system. *Journal of Intelligent Manufacturing* 24(5), 1019–1031.
- Kuo, T. C. et al. (2016). A predictive product attribute driven eco-design process using depth-first search. *Journal of Cleaner Production* 112, 3201–3210.
-

- Kurilova-Palisaitiene, J., Lindkvist, L. & Sundin, E. (2015). Towards facilitating circular product life-cycle information flow via remanufacturing. *Procedia CIRP* 29, 780–785.
- Laosirihongthong, T., Adebajo, D. & Choon Tan, K. (2013). Green supply chain management practices and performance. *Industrial Management and Data Systems* 113(8), 1088–1109.
- Leitão, A. (2015). Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. Circular economy: a new management philosophy for the XXI st century. *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting* 1(2), 2183–3826.
- Lemos, P. (2018). *Economia Circular como fator de resiliência e competitividade na região de Lisboa e Vale do Tejo*. Lisboa: Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo.
- Lester, D. L. et al. (2008). Organizational life cycle and performance among SMEs. *International Journal of Commerce and Management* 18(4), 313–330.
- Leuenberger, H. & Mehdi, H. (2015). Sustainable production: Can industry go truly green? *Development* 58(4), 492–499.
- Lewandowska, A., Witczak, J. & Kurczewski, P. (2017). Green marketing today – a mix of trust, consumer participation and life cycle thinking. *Management* 21(2), 28–49.
- Liberati, A., Altman, D. G., et al. (2009). Annals of Internal Medicine Academia and Clinic The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions. *Annals of Internal Medicine* 151(4), W65–W94.
- Liberati, A., Altman, D. G., et al. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Medicine* 6(7), e1000100.
- Librelotto, D. & Jalali, S. (2008). Aplicação de uma Ferramenta de Análise do Ciclo de Vida em Edificações Residenciais - Estudos de Caso. *Engenharia Civil – UM* 30, 5–20.
- Lieder, M. & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production* 115, 36–51.
- Lima, S. M. & Vasconcelos, A. C. de (2016). Ciclo De Vida Organizacional E Ativosintangíveis De Empresas De Base Tecnológica Incubadas. *Revista de Administração de Roraima* 6(1), 128.
- Lindkvist, L. & Sundin, E. (2016). The role of Product-service Systems Regarding Information Feedback Transfer in the Product Life-cycle Including Remanufacturing. *Procedia CIRP* 47, 311–316.
- Lu, C. et al. (2014). An overview of e-waste management in China. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 17(1), 1–12.
- Lukas, E. et al. (2017). When and how much to invest? Investment and capacity choice under product life cycle uncertainty. *European Journal of Operational Research* 260(3), 1105–1114.
- Malcolm, R. (2011). Integrated product policy: products and their impact on energy. *International Journal of Law in the Built Environment* 3(1), 48–64.

- Mancini, M. C. & Consiglieri, C. (2016). Innovation and marketing strategies for PDO products: the case of “Parmigiano Reggiano” as an ingredient. *Bio-based and Applied Economics* 5(2), 153–174.
- Marcum, J. W. (2009). Design for sustainability. *The Bottom Line* 22(1), 9–12.
- Mariel, P. & Orbe, S. (2005). Nonparametric Estimation of the Effects of Advertising: The Case of Lydia Pinkham. *Journal of Business* 78(2), 649–673.
- Martín Gómez, A. M., Aguayo González, F. and Marcos Bárcena, M. (2017). Smart eco-industrial parks: A circular economy implementation based on industrial metabolism. *Resources, Conservation and Recycling* 1–12.
- Mathews, J. A. & Tan, H. (2011). Progress toward a circular economy in China: The drivers (and inhibitors) of eco-industrial initiative. *Journal of Industrial Ecology* 15(3), 435–457.
- Matsuyama, Y., Fukushige, S. & Umeda, Y. (2015). Simulating Life Cycles of Individual Products for Life Cycle Design. *Procedia CIRP* 38, 159–164.
- Mayer, P. & Vambéry, R. G. (2008). Aligning Global Business Strategy Planning Models With Accelerating Change. *Journal of Global Business and Technology* 4(1), 31–48.
- Mendes, N. C., Bueno, C. & Ometto, A. R. (2015). Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: revisão dos principais métodos. *Production* 26(1), 160–175.
- Mendoza, J. M. F. et al. (2017). Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy: The BECE Framework. *Journal of Industrial Ecology* 21(3), 526–544.
- Merli, R., Preziosi, M. & Acampora, A. (2017). How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production* 178, 703–722.
- Moher, D. et al. (2009). Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine* 151(4), 264–269.
- Monticelli, C. & Zanelli, A. (2016). Life Cycle Design and Efficiency Principles for Membrane Architecture: Towards a New Set of Eco-design Strategies. *Procedia Engineering* 155(0), 416–425.
- Murray, A., Skene, K. & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics* 140(3), 369–380.
- Nagashima, M. et al. (2015). Impacts of adaptive collaboration on demand forecasting accuracy of different product categories throughout the product life cycle. *Supply Chain Management: An International Journal* 20(4), 415–433.
- Nazir, A., Raana, A. & Majeed, N. (2014). Highlighting the role of Requirement Engineering and User Experience Design in Product Development Life Cycle. *International Journal of Modern Education and Computer Science* 6(1), 34–40.
- Neves, A. M. L. (2012). *Efeitos da formação na prevenção de lesões músculo-esqueléticas da coluna lombar nos profissionais de saúde : revisão sistemática*. Tese de doutoramento, Lisboa: Universidade NOVA de Lisboa.
- Niero, M. & Hauschild, M. Z. (2017). Closing the Loop for Packaging: Finding a Framework to Operationalize Circular Economy Strategies. *Procedia CIRP* 61, 685–690.
- Niero, M. & Olsen, S. I. (2016). Circular economy: To be or not to be in a closed product loop? A Life Cycle Assessment of aluminium cans with inclusion of alloying elements. *Resources, Conservation and Recycling* 114, 18–31.

- Oliveira Brasil, M. V. et al. (2016). Relationship between eco-innovations and the impact on business performance: an empirical survey research on the Brazilian textile industry. *Revista de Administração* 51(3), 276–287.
- Oliveira, A., Dickie, I. B. & Santos, A. dos (2015). Crowd-design como alternativa de produção distribuída: um estudo de caso ex-post-facto em empresa de móveis em pallet. *Mix Sustentável* 1(2), 48–57.
- Oliveira, J. de & Filho, E. E. (2009). Ciclo De Vida Organizacional: Alinhamento Dos Estágios Das Pequenas Empresas Em Quatro Dimensões. *Revista Gestão Industrial* 5(1), 155–179.
- Oliveira, T. S. & Musetti, M. A. (2014). Revisão Compreensiva de Logística Hospitalar: Conceitos e Atividades. *Revista de Gestão em Sistemas de Saúde* 3(1), 01–13.
- Ollaik, L. G. & Ziller, H. M. (2012). Concepções de validade em pesquisas qualitativas. *Educação e Pesquisa* 38(1), 229–242.
- Ormazabal, M. et al. (2016). An overview of the circular economy among SMEs in the Basque Country: A multiple case study. *Journal of Industrial Engineering and Management* 9(5), 1047–1058.
- Passuello, A. C. B. et al. (2014). Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos. *Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído* 14(4), 7-20.
- Pigosso, D., & Rozenfeld, H. (2012). Métodos e ferramentas de Ecodesign: revisão bibliográfica sistemática. *Produto & Produção* 13(1), 16-33..
- PIMBERT, M. (2015). Agroecology as an Alternative Vision to Conventional Development and Climate-smart Agriculture. *Development* 58(2-3), 286-298.
- Pinsky, V. C. et al. (2015). Inovação Sustentável: Uma Perspectiva Comparada Da Literatura Internacional E Nacional. *Review of Administration and Innovation* 12(3), 226.
- Pombo, F. R. & Magrini, A. (2008). Panorama de aplicação da norma ISO 14001 no Brasil. *Gestão e Produção* 15(1), 1–10.
- Poudelet, V. et al. (2012). A process-based approach to operationalize life cycle assessment through the development of an eco-design decision-support system. *Journal of Cleaner Production* 33, 192–201.
- Prisecaru, P. (2015). Knowledge Horizons – Economics. *Knowledge Horizon Economics* 7(1), 170–173.
- Puglieri, F. N. (2009). *Proposição de um Método para a Remanufatura Baseado em QFD*. Proceedings from International Workshop - Advances in Cleaner Production. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Raihanian Mashhadi, A. & Behdad, S. (2017). Optimal sorting policies in remanufacturing systems: Application of product life-cycle data in quality grading and end-of-use recovery. *Journal of Manufacturing Systems* 43, 15–24.
- Ramani, K. et al. (2010). Integrated Sustainable Life Cycle Design: A Review. *Journal of Mechanical Design* 132(9), 91004.
- Ramsaier, M. et al. (2017). Digital Representation in Multicopter Design Along the Product Life-cycle. *Procedia CIRP* 62, 559–564.

- Ranade, D. (2012). Life-Span Concept - Modern Marketing Technique. *Journal of Marketing Development and Competitiveness* 6(4), 107–115.
- Ribeiro, F. de M. & Kruglianskas, I. (2014). *A Economia Circular no contexto europeu: Conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos*. XVI Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA). São Paulo.
- Riedl, C., Leimeister, J. M. & Krcmar, H. (2011). Why e-Service Development is Different: A Literature Review. *e-Service Journal* 8(1), 2–22.
- Rizzo, G. V & Batocchio, A. (2011). *Manufatura Sustentavel: Estudo e Análise da Adopção Articulada das Tecnicas de Produção Mais Limpa e Produção Enxuta*. In Proceedings of 3rd International Workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas.
- Rodrigues, C. R. B. et al. (2008). Sistemas computacionais de apoio a ferramenta análise de ciclo de vida do produto. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais, Rio de Janeiro, 1–15.
- Romli, A. et al. (2015). Integrated eco-design decision-making for sustainable product development. *International Journal of Production Research* 53(2), 549–571.
- Rosa, I. F., Makiya, I. K., Cesar, F. I. G., & Bergamin, L. (2017). Impacto da sustentabilidade na análise do ciclo de vida do etanol brasileiro frente mecanismos regulatórios internacionais. *Revista Produção Online* 17(2), 711-732.
- Sangwan, K. S. & Mittal, V. K. (2015). A bibliometric analysis of green manufacturing and similar frameworks. *Management of Environmental Quality: An International Journal* 26(4), 566–587.
- Santos, L. J. C. & Tenório, J. A. S. (2010). Avaliação do ciclo de vida e custeio do ciclo de vida de evaporadores para usinas de açúcar. *Revista Escola de Minas* 63(1), 179–184.
- Sariatli, F. (2017). Linear Economy Versus Circular Economy: A Comparative and Analyzer Study for Optimization of Economy for Sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development* 6(1), 31–34.
- Sarkis, J. & Zhu, H. (2008). Information technology and systems in Chinas circular economy. *Journal of Systems and Information Technology* 10(3), 202–217.
- Scheepens, A. E., Vogtländer, J. G. & Brezet, J. C. (2016). Two life cycle assessment (LCA) based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: Making water tourism more sustainable. *Journal of Cleaner Production* 114, 257–268.
- Sehnm, S. & Oliveira, G. P. de (2016). Green Supply Chain Management: an Analysis of the Supplier-Agro Industry Relationship of a Southern Brazilian Company TT. *Brazilian Business Review* 13(6), 158–190.
- Seifert, R. W., Tancrez, J. S. & Biçer, I. (2016). Dynamic product portfolio management with life cycle considerations. *International Journal of Production Economics* 171, 71–83.
- Seramim, R. J., & Brandalise, L. T. (2015). *A percepção ambiental do consumidor considerando a ACV e um produto da indústria de erva-mate*. In Congresso de Administração da América Latina. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa 21.

- Seuring, S. & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production* 16(15), 1699–1710.
- Sfakianaki, E. (2015). Resource-efficient construction: rethinking construction towards sustainability. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development* 12(3), 233–242.
- Shi, J. et al. (2017). Eco-design for recycled products: Rejuvenating mullite from coal fly ash. *Resources, Conservation and Recycling* 124, 67–73.
- Sihvonen, S. & Partanen, J. (2017). Eco-design practices with a focus on quantitative environmental targets: An exploratory content analysis within ICT sector. *Journal of Cleaner Production* 143, 769–783.
- Silva, M. E., Corrêa, A. P. M. & Gómez, C. P. (2012). Inovando para o consumo sustentável: O desafio na construção de um novo paradigma organizacional. *Revista de Negócios* 17(2), 72–90.
- Smol, M. et al. (2015). The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. *Journal of Cleaner Production* 95, 45–54.
- Souza, B. C. De & Necyk, G. A. (2008). Ciclo de vida das organizações e a contabilidade gerencial. *Enfoque: Reflexão Contábil* 27(1), 9–22.
- Souza, Sueli Ferreira De Fonseca, S. (2009). Logística Reversa : Oportunidades Para Redução De Custos Em Decorrência Da Evolução Do Fator Ecológico. *Revista Terceiro Setor & Gestão-UNG-Ser* 3(1), 29-39.
- Staniškis, J., Arbačiauskas, V. & Varžinskas, V. (2012). Sustainable consumption and production as a system: Experience in Lithuania. *Clean Technologies and Environmental Policy* 14(6), 1095–1105.
- Strazza, C. et al. (2015). Life Cycle Assessment from food to food: A case study of circular economy from cruise ships to aquaculture. *Sustainable Production and Consumption* 2, 40–51.
- Sundin, E., Lindahl, M. & Ijomah, W. (2009). Product design for product/service systems. *Journal of Manufacturing Technology Management* 20(5), 723–753.
- Thomé, A. et al. (2016). Sustainable new product development: a longitudinal review. *Clean Technologies and Environmental Policy* 18(7), 2195–2208.
- Tolonen, A. et al. (2015). Product portfolio management - Targets and key performance indicators for product portfolio renewal over life cycle. *International Journal of Production Economics* 170, 468–477.
- Trein, F. A. & Santos, A. (2015). Material compósito de resíduos de MDF e MDP estruturados em matriz de PVC para produtos alinhados pelo eco-design. *Anais do 5º Simpósio Brasileiro de Design Sustentável* 2(5), 377–388.
- Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy - A review. *Journal of Cleaner Production* 97, 76–91.
- Tyl, B., Lizarralde, I. & Allais, R. (2015). Local value creation and eco-design: A new paradigm. *Procedia CIRP* 30, 155–160.
- Urbinati, A., Chiaroni, D. & Chiesa, V. (2017). Towards a new taxonomy of circular economy business models. *Journal of Cleaner Production* 168, 487–498.

- Uzochukwu, B. M., Udoka, S. J. & Balogun, F. (2016). Development and implementation of product sustainment simulator utilizing fuzzy cognitive map (FCM). *Benchmarking: An International Journal* 23(2), 425–442.
- van der Velden, N. M., Kuusk, K. & Köhler, A. R. (2015). Life cycle assessment and eco-design of smart textiles: The importance of material selection demonstrated through e-textile product redesign. *Materials and Design* 84, 313–324.
- Vaňová, A. & Petříková, K. (2012). Influences of the economic cycle on the product life cycle of a territory. *International Review on Public and Nonprofit Marketing* 9(2), 97–104.
- Varandas Junior, A. et al. (2015). Gestão de ciclo de vida e desenvolvimento de produto: análise bibliométrica e classificação da literatura. *Production* 25(3), 510–528.
- Varandas Junior, A., Miguel, P. A. C. & Carvalho, M. M. de (2011). *Análise Bibliométrica da Literatura sobre os Conceitos de Product Life Cycle Management, Product Development Process e Sustentabilidade e suas Interfaces*. In 3^o International Workshop Advances in Cleaner Production, Anais. São Paulo.
- Vasconcellos, M. A. (2014). Capacidade de Inovação: Revisão Sistemática da Literatura. *RAC* 18(5), 598-626.
- Vinodh, S., Jayakrishna, K. & Joy, D. (2012). Environmental impact assessment of an automotive component using eco-indicator and CML methodologies. *Clean Technologies and Environmental Policy* 14(2), 333–344.
- Walter, M., Leyh, C. & Strahringer, S. (2018). Knocking on Industry's Door: Needs in Product-Cost Optimization in the Early Product Life Cycle Stages. *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly* 13, 43–60.
- Wang, X., Chan, H. K. & White, L. (2014). A comprehensive decision support model for the evaluation of eco-designs. *Journal of the Operational Research Society* 65(6), 917–934.
- Younis, H., Sundarakani, B. & Vel, P. (2016). The impact of implementing green supply chain management practices on corporate performance. *Competitiveness Review* 26(3), 216–245.
- Yuan, Z., Bi, J., & Moriguchi, Y. (2006). The circular economy: A new development strategy in China. *Journal of Industrial Ecology* 10(1-2), 4-8
- Zainab, S. e, Jannisar, M. & Javed, A. (2014). Improving Quality of Perception (QoP), Quality of Experience (QoE), and Quality of Service (QoS) in agile development using Cleanroom Software Engineering (CSE). *International Journal of Modern Education and Computer Science* 6(10), 49–56.
- Zamagni, A. et al. (2012). Finding Life Cycle Assessment Research Direction with the Aid of Meta-Analysis. *Journal of Industrial Ecology* 16(Su1), 39–52.
- Zeng, H. et al. (2017). Institutional pressures, sustainable supply chain management, and circular economy capability: Empirical evidence from Chinese eco-industrial park firms. *Journal of Cleaner Production* 155(May 2014), 54–65.
- Zhen Wang, W. et al. (2014). Design for mutual transformation between outdoor wear and camping tent. *International Journal of Clothing Science and Technology* 26(4), 291–304.

- Zhou, Z. F., Xiao, T. & Li, D. Yuan (2016). An integrated factor analysis model for product eco-design based on full life cycle assessment. *Journal of Industrial Engineering and Management* 9(1), 90–109.
- Zhou, Z., Xiao, T. & Li, D. (2016). An Integrated Factor Analysis Model for Product Eco-Design Based on Full Life Cycle Assessment. *Journal of Industrial Engineering and Management* 9(1), 90–109.
- Zhu, Q. & Liu, Q. (2010). Eco-design planning in a Chinese telecommunication network company. *Benchmarking: An International Journal* 17(3), 363–377.
- Zhu, Q. et al. (2010). Green supply chain management in leading manufacturers. *Management Research Review* 33(4), 380–392.
- Zuin, V. G. (2016). Circularity in green chemical products, processes and services: Innovative routes based on integrated eco-design and solution systems. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry* 2, 40–44.