



**Utilização de resíduos/subprodutos no caminho para a
Economia Circular – Caso de Estudo na Indústria Corticeira**

por

Catarina Silva Gonçalves

Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre em Economia e
Gestão do Ambiente pela Faculdade de Economia do Porto

Orientada por:

Professora Doutora Maria Cristina Guimarães Guerreiro Chaves

Setembro 2017

Nota biográfica

Catarina Silva Gonçalves é natural de Vila Nova de Gaia e nasceu em 26 de novembro de 1987.

Conclui o Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente em 2010 na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Após várias experiências profissionais ingressou em 2015 no Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente na Faculdade de Economia na Universidade do Porto.

Agradecimentos

O ingresso neste Mestrado foi um investimento numa área em que acredito ser uma aposta no futuro e para a qual faz sentido trabalhar. Este relatório de estágio foi o culminar de uma etapa que está a terminar mas que não seria possível sem o apoio de todos aqueles que me acompanharam e incentivaram.

Gostaria assim de agradecer à minha orientadora, a Professora Doutora Cristina Chaves pelo seu apoio, orientação e esclarecimento de todas as dúvidas que foram surgindo.

À Eng.^a Alexandra Mouta, minha orientadora do estágio, pela oportunidade para a realização deste trabalho, pela sua disponibilidade e partilha de conhecimento.

Agradeço a toda a equipa da Amorim Cork Composites que me apoiou no desenvolvimento deste trabalho, ao Eng. João Carvalho, ao Eng. Álvaro Baptista, ao Sr. Joaquim Leal e toda a equipa de I&D, ambiente e de planeamento de produção.

Também gostaria de agradecer a todos os professores do Mestrado pela sua dedicação e também aos meus colegas do Mestrado pelo apoio, em particular à Lúcia Buson pela sua amizade.

Aos meus amigos, em particular à Vanessa Ramos por toda a disponibilidade, boa disposição e apoio ao longo destes meses de trabalho.

Por último à minha família, aos meus pais e irmã pelo apoio incondicional em qualquer lugar, em qualquer situação, em qualquer decisão.

Resumo

A economia circular surge como um modelo económico alternativo ao modelo linear, considerando os aspetos ambientais no desenvolvimento económico. Neste contexto, as empresas apresentam um papel fundamental na concretização desta transição. Uma das medidas é a implementação de Simbioses Industriais, onde duas ou mais empresas trocam resíduos ou subprodutos entre si para a criação de novos produtos.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do estágio curricular desenvolvido na empresa Amorim Cork Composites, que teve como objetivo a procura de novas fontes de resíduos ou subprodutos para o desenvolvimento de novas redes de simbiose industrial. Assim, através do contato com várias empresas foram identificadas várias fontes de resíduos/subprodutos, nomeadamente o de EVA de Alta Densidade. Este foi o principal resíduo identificado pelas quantidades disponíveis significativas e pela possibilidade de processamento com a tecnologia atual da empresa. Para o caso de estudo deste resíduo foram criadas parcerias com oito empresas em Portugal e, chegou-se à conclusão que a sua recolha é viável em Portugal e Espanha.

Pensa-se que este trabalho contribuirá para a literatura existente, pois trata-se de um caso concreto de implementação de Simbiose Industrial, temática onde as experiências e o respetivo enquadramento teórico ainda escasseiam, estabelecendo, além do mais, a relação entre vários tópicos, desde, por exemplo, questões regulatórias/legislativas e eco inovações, até benefícios ambientais e económicos, barreiras e fatores determinantes, passando por questões específicas de proximidade geográfica.

Códigos-JEL: Q53, Q57

Palavras-chave: Indústria Corticeira, Economia Circular, Simbiose Industrial

Abstract

Circular economics emerges as an alternative economic model to the linear model, considering environmental aspects in economic development. In this context, companies play a key role in achieving this transition. A possible approach is the implementation of Industrial Symbioses, where two or more companies exchanges waste or by-products among themselves for the development of new products.

This work was realized as part of a curriculum internship developed at Amorim Cork Composites, whose objective was to search for new sources of waste or by-products for the development of new networks of industrial symbiosis. Thus, several sources of waste / by-products were identified through contact with several companies, namely EVA waste. This type of material has significant quantities available and it is possible to transforming with the company's current technology. In this work partnerships were created with eight companies in Portugal and it was concluded that their collection is economic viable in Portugal and Spain for the current product developed.

Is expected that this work will contribute to the existing literature, because it is a real case of the implementation of Industrial Symbiosis, where the experiences and the respective theoretical framework are still scarce, establishing, in addition, the relation between several topics, namely regulatory / legislative issues, eco-innovation, environmental and economic benefits, barriers and determinants and geographical proximity issues.

JEL-codes: Q53, Q57

Key-words: Cork industry, Circular Economy, Industrial Symbiosis

Índice

Nota biográfica.....	i
Agradecimentos.....	ii
Resumo	iii
Abstract.....	iv
Índice	v
Índice de tabelas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Lista de Abreviaturas e Acrónimos.....	x
Introdução	1
Capítulo 1. Economia Circular.....	4
1.1 Conceitos Introdutórios.....	4
1.2 Economia Circular – Papel da Regulação no Contexto Europeu.....	7
1.2.1 Legislação sobre Gestão de Resíduos.....	7
1.2.2 Plano de Ação para a Economia Circular da UE.....	10
1.2.3 Plano de Ação para a Economia Circular de Portugal	13
Capítulo 2. Ecologia Industrial e Simbiose Industrial.....	16
2.1 Conceitos Introdutórios.....	16
2.2 Tipologias da Simbiose Industrial	18
2.3 Fatores determinantes/Barreiras para a implementação da SI.....	20
2.4 Papel da Proximidade Geográfica na Simbiose Industrial.....	23
2.5 Eco-Inovação num contexto de Simbiose Industrial	24
2.6 Casos de Estudo – Quantificação dos benefícios da SI	27
2.7 Plataformas de Networking e Projetos sobre SI.....	30

Capítulo 3. Caso de Estudo na Indústria Corticeira	33
3.1 Mercado da Cortiça.....	33
3.2 Apresentação da Empresa	37
3.3 Enquadramento do Projeto de Estágio	40
3.3.1 Descrição do Problema.....	40
3.3.2 Objetivos e Questão de Investigação.....	42
3.3.3 Economia Circular na ACC.....	42
3.4 Descrição do Projeto de Estágio	48
3.4.1 Pesquisa de novas fontes de resíduos/subprodutos	48
3.4.2 Caso de Estudo – EVA de Alta Densidade	56
3.5 Discussão dos Resultados do estágio frente aos estudos revistos na literatura	64
Conclusão	71
Referências Bibliográficas.....	74
Anexo A - Formulário que deve acompanhar cada transferência de resíduos no âmbito do	
MTR	81
Anexo B – Exemplos de Plataformas e Projetos de SI e EC	82
Anexo C – Política de Gestão da ACC.....	88
Anexo D - Fluxograma de Economia Circular na ACC.....	90
Anexo E - Especificação do produto EVA de Alta Densidade.....	91

Índice de tabelas

Tabela 1 – Tipologias de SI de acordo com Boons et al. (2016)	19
Tabela 2 – Fatores determinantes para a implementação da SI	21
Tabela 3 – Alguns estudos sobre a quantificação dos benefícios económicos e ambientais da SI.....	29
Tabela 4 – Descrição da tipologia de resíduos e subprodutos de outras indústrias utilizados pela ACC.....	44
Tabela 5 – Resumo do Processo Produtivo por tipo de Matéria-Prima/Desperdício.....	46
Tabela 6 – Consumos de Resíduos e Subprodutos em 2016 (toneladas)	47
Tabela 7 – Caracterização dos fornecedores de Resíduos de EVA Alta Densidade em Portugal.....	57
Tabela 8 – Quantidades disponíveis e estado sobre a decisão de recolha	58
Tabela 9 – Descrição de alguns dos benefícios ambientais e económicos do projeto ...	61
Tabela 10 – Formulações para o cálculo dos benefícios ambientais e económicos	61
Tabela 11 – Quantidade de resíduos disponíveis por empresa e custos estimados de eliminação dos resíduos.....	62
Tabela 12 – Quantificação de alguns dos benefícios ambientais e económicos do caso de estudo.....	63

Índice de figuras

Figura 1 – Esquema para a Economia Circular	5
Figura 2 – Hierarquia dos Resíduos	8
Figura 3 – Algumas abordagens da Economia Circular.....	11
Figura 4 – Ações do PAEC de Portugal	14
Figura 5 – Níveis da Ecologia Industrial.....	17
Figura 6 – Funções Ambientais dos montados	34
Figura 7 – Evolução da área total do sobreiro	35
Figura 8 – Distribuição das áreas totais por espécie	36
Figura 9 – Destino Final das vendas dos produtos com cortiça.....	37
Figura 10 – Esquema de Economia Circular da Corticeira Amorim	39
Figura 11 – Esquema com os fatores relacionados com a oferta e procura da cortiça por parte da ACC.....	40
Figura 12 – Esquema da Economia Circular na ACC.....	43
Figura 13 – Secções Produtivas da ACC.....	45
Figura 14 – Descrição Geral do Processo Produtivo da ACC	45
Figura 15 – Fatores a considerar na seleção dos resíduos/subprodutos	49
Figura 16 – Template do Microsoft Access para gestão da informação recolhida.....	51
Figura 17 – Esquema de recolha e tratamento da informação.....	52
Figura 18 – Respostas obtidas por tipo de indústria.....	53
Figura 19 – Tipos de resíduos, quantidades e número de empresas	54
Figura 20 – Análise da adequabilidade dos tipos de resíduos identificados por parte da equipa de I&D.....	55
Figura 21 – Localização da Área Industrial da SI. Na figura da direita o asterisco representa a localização da ACC a localização da ACC, o círculo 1 representa o cluster de São João da Madeira e o círculo 2 representa o cluster de Felgueiras	57

Figura 22 – Esquema desenvolvido pela equipa de Marketing para a divulgação do produto Amorim ECO21dB..... 60

Lista de Abreviaturas e Acrónimos

ACC – Amorim Cork Composites

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

BCSD – Business Council for Sustainable Development

CE – Comissão Europeia

EC – Economia Circular

EI – Ecologia Industrial

EUA – Estados Unidos da América

EVA – Etileno Acetato de Vinilo

FSC – Forest Stewardship Council

GAR – Guia Acompanhamento de Resíduos

I&D – Investigação & Desenvolvimento

LER – Lista Europeia de Resíduos

MIRR – Mapa Integrado de Registo de Resíduos

MOR – Mercado Organizado de Resíduos

MTR – Movimento Transfronteiriço de Resíduos

NISP – National Industrial Symbiosis Programme

OEI – Observatório da Eco-Inovação

PAEC – Plano de Ação para a Economia Circular

PEFC – Programme for the Endorsement of Forest Certification

PMEs – Pequenas e Médias Empresas

PNGR – Plano Nacional de Gestão de Resíduos

RGGR – Regime Geral de Gestão de Resíduos

SI – Simbiose Industrial

Ton - toneladas

UE – União Europeia

VAB – Valor Acrescentado Bruto

WBCSD – World Business Council for Sustainable Development

Introdução

O sistema económico atual baseia-se no designado modelo linear “extrair-consumir-descartar”, no entanto, perante um cenário expectável de aumento da população mundial e de um conseqüente aumento no consumo quando a quantidade de recursos no planeta é finita, esta situação deverá levar a um cenário de escassez e de uma maior degradação ambiental. Neste contexto, a Economia Circular (EC) surge como um modelo económico alternativo. Este modelo considera as funções económicas do ambiente, através de uma abordagem sustentável que permita um equilíbrio entre a proteção ambiental e o desenvolvimento económico.

Esta estratégia pode ser concretizada através de várias medidas, sendo uma delas a Simbiose Industrial (SI) que está relacionado com a disciplina de Ecologia Industrial (EI). Frosch & Gallopoulos (1989) defendem este conceito e consideram que para permitir manter ou melhorar a qualidade de vida da população sem conseqüências de degradação ambiental é necessário considerar uma analogia entre os ecossistemas industriais e os ecossistemas biológicos.

A SI envolve a troca física de materiais, energia, água e ou subprodutos entre empresas de diferentes indústrias, de forma a obterem uma vantagem competitiva, sendo também uma medida de eco-inovação para acrescentar valor aos resíduos e subprodutos. Esta abordagem deve permitir também alcançar benefícios económicos, ambientais e sociais para as empresas e comunidade envolvente.

A SI pode adotar várias formas em termos de planeamento, sendo que a abordagem em estudo corresponde a um tipo *bottom-up* ou *self-organized* uma vez que corresponde a uma iniciativa espontânea da empresa. Alguns fatores determinantes para o sucesso da implementação de SI são os benefícios económicos, a legislação e regulação, questões relacionadas com a eco-inovação, aspetos geográficos, a colaboração e a existência de plataformas de *networking* para a promoção de parcerias.

O tema da EC assume, atualmente, uma grande relevância uma vez que a União Europeia (UE) adotou recentemente uma estratégia da EC, concretizada no Plano de Ação da Economia Circular (PAEC) que foi lançado em 2015. Para a UE esta mudança de paradigma deverá ser fundamental para um “crescimento inteligente, sustentável e inclusivo” (Comissão Europeia, 2014a, pp. 2). Também em Portugal foi lançado um

PAEC em 2017, que, no momento de escrita deste trabalho, se encontra em consulta pública. Em ambos os Planos, a SI surge como uma das ferramentas para a concretização da estratégia de EC.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi a realização de um relatório de estágio na empresa Amorim Cork Composites (ACC). O estágio teve a duração de 7 meses entre setembro de 2016 e março de 2017. A motivação para a realização deste estágio por parte da empresa prendeu-se pela necessidade de encontrar uma estratégia alternativa para responder a uma problemática de escassez da matéria-prima cortiça que, por sua vez, deverá provocar um aumento dos seus preços. Assim, o principal objetivo do estágio prendeu-se com a procura de resíduos ou subprodutos alternativos, provenientes de outras indústrias, para incorporação no processo produtivo da ACC, ou seja, na implementação de simbioses industriais com outras indústrias. Neste processo de investigação, também serão identificados os principais fatores que influenciam a implementação de SI.

Este trabalho tenta ser uma contribuição para uma literatura em desenvolvimento, uma vez que se trata de um exemplo de implementação de SI de iniciativa empresarial, ou seja, do tipo *self-organized* ou *bottom-up*. Para tal, será descrito todo o processo de recolha de informação e identificadas algumas questões relevantes para a implementação de SI, nomeadamente os fatores determinantes e barreiras associadas, o papel da proximidade geográfica e da eco-inovação num contexto de SI, dos benefícios ambientais e económicos assim como das questões legislativas e regulatórias. Todos estes fatores serão analisados e comparados com a literatura relevante. Além disto, a indústria corticeira é um setor não explorado no âmbito da implementação de SI, sendo que este trabalho também pretende demonstrar qual o seu papel neste contexto.

Este trabalho está estruturado em três capítulos essenciais. O capítulo 1 refere-se a uma revisão de literatura sobre a Economia Circular onde são referidos alguns conceitos introdutórios e também a estratégia da Economia Circular num contexto europeu e nacional. O capítulo 2 apresenta um levantamento da literatura sobre a Ecologia Industrial e Simbiose Industrial onde também são apresentados alguns conceitos gerais e alguns tópicos essenciais que fazem sentido no contexto do trabalho do estágio desenvolvido, nomeadamente as diferentes tipologias de SI que existem, os fatores determinantes e barreiras, o papel da proximidade geográfica e eco-inovação, algumas metodologias

sobre a quantificação dos benefícios ambientais e económicos e algumas plataformas de *networking* e projetos sobre EC e SI. Por último, o capítulo 3 aborda o caso de estudo desenvolvido na empresa Amorim Cork Composites. Neste capítulo é feito um enquadramento mais geral sobre o mercado de cortiça e uma apresentação da empresa. Em seguida, é descrito um enquadramento do projeto desenvolvido, identificando o problema e os objetivos do estágio. Por último é apresentada a descrição do projeto de estágio e a discussão de resultados.

Capítulo 1. Economia Circular

1.1 Conceitos Introdutórios

Bonciu (2014) defende que um modelo linear com um consumo de recursos infinito não é possível, quando os recursos do planeta são finitos. Durante muitos anos este modelo foi defendido com base no argumento de que os seres humanos ocupam apenas uma pequena parte do planeta e que, por isso, as suas ações tinham pouco impacto sobre o mesmo. No entanto, principalmente após a II Guerra Mundial, a população começou a aumentar significativamente e, em 2010, as necessidades da população excediam em 50% a capacidade regenerativa do planeta (Bonciu, 2014). Isto significa que, face aos recursos limitados do planeta e tendo em conta a tecnologia atual, não é possível que toda a população mundial tenha a mesma qualidade de vida dos países desenvolvidos.

Assim, face ao pressuposto da economia linear que os recursos são ilimitados, surge a necessidade de desenvolver um novo modelo económico que permita um aumento da qualidade de vida sem aumentar o consumo de matérias-primas e a produção de resíduos. Neste contexto, alguns estudos foram desenvolvidos, nomeadamente o de Pearce & Turner (1990) que apresentam o conceito de economia circular como alternativa ao modelo linear, considerando assim a vertente ambiental sobre o sistema económico.

Estes autores desenvolveram este conceito com base nas leis da termodinâmica, tendo como base estudos de Boulding (1966). Este autor aplicou a Primeira Lei da Termodinâmica que refere que a energia ou materiais não podem ser criados ou destruídos, mas sim dissipados ou transformados. Assim, Boulding considerou o planeta como uma nave espacial, em que os recursos são finitos o que, para a sobrevivência na mesma, significaria reutilizar e reciclar água, energia e materiais. Através desta analogia o autor considerou o planeta terra como um sistema fechado, em que a quantidade de recursos extraídos num determinado período é igual à quantidade de resíduos gerados no mesmo período.

Além disto, baseado também em estudos de Georgescu-Roegen (1971) (citado em Pearce & Turner, 1990), também a Segunda Lei da Termodinâmica pode ser aplicada, uma vez que o autor associa a utilização de recursos cada vez mais crescente a um cenário de maior entropia (Pearce & Turner, 1990), onde os resíduos produzidos tendem a acumular no

ambiente, isto porque a sua reciclagem é difícil ou envolve custos muito avultados. Estes resíduos podem ser assimilados pelo ambiente, no entanto, quando a taxa de resíduos é superior à capacidade assimilativa do ambiente então é gerado um problema de poluição.

A figura 1 mostra o modelo que Pearce & Turner (1990) desenvolveram tendo como base as leis da termodinâmica referidas, assim como as funções do ambiente.

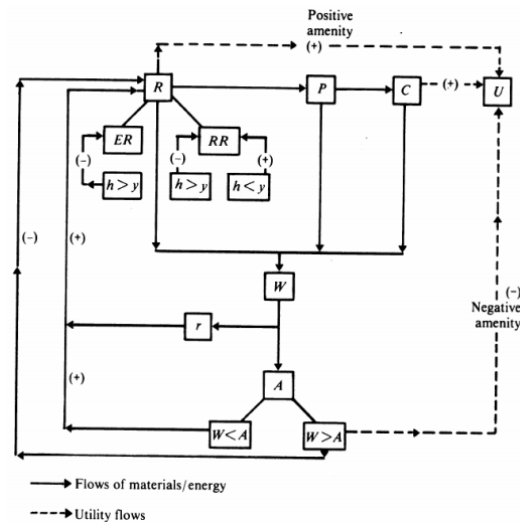


Figura 1 – Esquema para a Economia Circular

Fonte: Pearce & Turner (1990)

Este modelo identifica, de acordo com Andersen (2007), quatro funções económicas do ambiente, ou seja, por si só, o ambiente tem valor para a economia porque:

- i) o valor natural que está relacionado com a utilidade (U) que o ambiente tem em dar uma sensação de bem-estar e conforto, como por exemplo a beleza de uma paisagem;
- ii) constitui fonte de recursos renováveis (RR) (por exemplo, os recursos de pesca) e não renováveis (ER) (por exemplo, os combustíveis fósseis) que são *inputs* para a economia;
- iii) permite a absorção dos resíduos da atividade económica, que corresponde à capacidade assimilativa do ambiente (A) que, como já referido, quando é excedida, gera problemas de poluição (W) e, por conseguinte, de saúde pública;

- iv) fornece um sistema de suporte à vida, que está relacionado com o carácter biológico inerente ao ambiente e que pode ser influenciado pelas atividades económicas.

Recentemente, outras definições de economia circular surgiram, nomeadamente a da Ellen MacArthur Foundation (2013) que a define como um sistema restaurador ou regenerativo por intenção e design, assente nos seguintes princípios (Ellen MacArthur Foundation, 2015):

1. Preservar e valorizar o capital natural através do controlo dos stocks e do balanceamento dos fluxos dos recursos renováveis;
2. Otimizar a produção de recursos através da circulação dos materiais;
3. Procurar sistemas efetivos de forma a reduzir as externalidades negativas.

Lieder & Rashid (2016) referem que a economia circular tem de ter em conta aspetos relativos à escassez de recursos, ao impacto ambiental e aos benefícios económicos. Relativamente aos benefícios económicos, as empresas têm como objetivo aumentar as suas vendas e lucros de forma a serem mais competitivas e lucrativas, para tal é necessária uma abordagem que tenha em conta o modelo de negócio, o *design* de produtos e das cadeias de fornecimento e a escolha de materiais. A escassez de recursos é uma problemática global e, neste caso, é necessário ter em conta a circularidade de recursos, níveis críticos dos materiais e volatilidade de recursos devido ao número crescente de atividades industriais. Estas atividades provocam um impacto ambiental sobre a sociedade, pelo que a EC deve ter como objetivo a redução de resíduos e a sua deposição em aterro, assim como uma redução de emissões através da reciclagem, reutilização e remanufatura.

Para a obtenção de ganhos económicos, as atividades industriais dependem dos recursos existentes no planeta. Por outro lado, a volatilidade dos preços e risco do fornecimento apresentam uma influência direta sobre a competitividade das empresas e a sua sustentabilidade. Por sua vez, estas atividades têm um impacto sobre o meio ambiente e uma das formas para a minimização do mesmo é a utilização de resíduos como recursos que podem substituir as matérias-primas virgens e ser uma resposta ao problema da escassez de recursos (Lieder & Rashid, 2016).

Assim, a economia circular é considerada como um novo modelo económico com o objetivo de aumentar a eficiência quer ao nível da produção como do consumo através de uma adequada utilização, reutilização e troca física dos recursos, sob a premissa do fazer “mais com menos”, através de uma reestruturação dos sistemas de produção e consumo (Ghisellini et al., 2016).

1.2 Economia Circular – Papel da Regulação no Contexto Europeu

1.2.1 Legislação sobre Gestão de Resíduos

Este tópico é fundamental no contexto da economia circular uma vez que esta estratégia deve ser acompanhada por propostas concretas ao nível da legislação. Assim, neste tópico serão abordados o Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR) que reúne os conceitos gerais do tema da gestão de resíduos na UE e também a legislação sobre o Movimento Transfronteiriço de Resíduos (MTR). Esta é uma legislação específica para a transferência de resíduos entre países mas que vale a pena abordar, tendo em conta os objetivos deste trabalho.

Regime Geral de Gestão de Resíduos

A Diretiva nº 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008 corresponde à Diretiva Quadro dos Resíduos e foi transposta para a legislação nacional pelo Decreto-Lei nº 178/2006 de 5 de setembro. A partir deste diploma foi elaborado o Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR 2014-2020) que é um instrumento que estabelece as orientações estratégicas para a prevenção e gestão de resíduos. Os objetivos estratégicos que estão na base deste plano são: i) a promoção da eficiência na utilização dos recursos naturais na economia e; ii) a prevenção ou redução dos impactes adversos, resultado da produção e gestão de resíduos.

A prevenção de resíduos é um fator essencial para a tomada de medidas de forma a diminuir: i) a quantidade de resíduos através da reutilização ou do prolongamento do tempo de vida dos produtos; ii) os impactes negativos no ambiente e saúde humana resultantes da produção dos resíduos e; iii) do teor de substâncias perigosas presentes nos

materiais e produtos. Este diploma refere ainda a hierarquia dos resíduos, tendo como base as políticas de prevenção (figura 2).

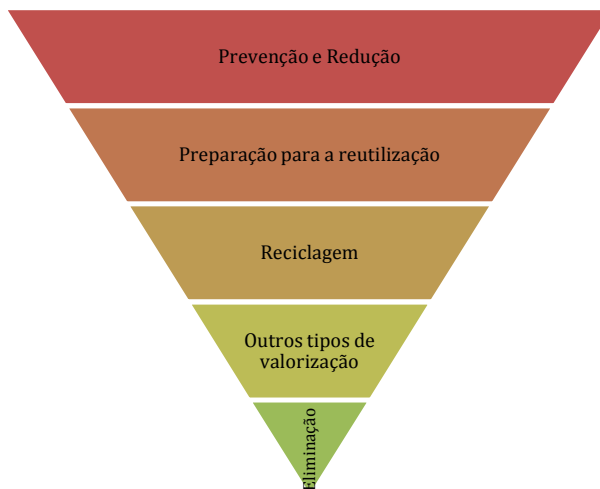


Figura 2 – Hierarquia dos Resíduos

Fonte: Elaboração própria baseada no Decreto-Lei nº178/2006 de 05 de setembro

Atendendo ao objetivo deste trabalho, é importante estabelecer uma breve distinção entre os conceitos “resíduos” e “subprodutos”.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 178/2006, Artigo 3.º, Alínea ee) «Resíduos» “são quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer”. Em relação ao subproduto este pode ser definido como uma substância resultante de determinado processo produtivo que não tem como objetivo principal a sua produção mas que também não é considerado um resíduo. Isto é, de acordo com o Decreto-Lei referido, uma substância pode ser considerada como subproduto se: i) essa substância puder ser utilizada posteriormente; ii) não for necessário um procedimento adicional para a sua utilização; iii) for produzido como parte integrante de um processo produtivo; iv) e não puser em causa requisitos do produto em termos ambientais e de proteção da saúde.

Neste ponto em particular, foi de especial relevância a reunião organizada pela Agência Portuguesa do Ambiente APA e Conselho Empresarial para o Desenvolvimento

Sustentável (BCSD-Portugal) sobre a desclassificação de resíduos¹ e que permitiu esclarecer que um subproduto é um material que pode ser desclassificado como resíduo caso se comprove as quatro condições referidas e tem como vantagem o facto de deixar de estar abrangido pelo Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR). Isto significa que, no caso de um resíduo classificado como subproduto, não é necessário uma licença de operador de resíduos e o transporte dos mesmos não tem de ser acompanhado pela guia de acompanhamento de resíduos nem o registo eletrónico da receção dos mesmos no MIRR (Mapa Integrado de Registo de Resíduos), simplificando assim o processo e custos administrativos relacionados com os pedidos de licenciamento. Contudo, a desclassificação de resíduos para subprodutos envolve também um custo administrativo associado e a comprovação do cumprimento das quatro condições necessárias pode não ser simples.

Movimento Transfronteiriço de Resíduos

Relativamente à legislação que regula o MTR esta é baseada na Convenção de Basileia. Esta Convenção é um acordo sobre o controlo do movimento transfronteiriço de resíduos perigosos e sua eliminação, adotado em março de 1989, com vista à proteção da saúde humana e do ambiente contra os efeitos adversos dos resíduos perigosos (UNEP, 1989). O MTR refere-se a qualquer transferência de resíduos perigosos ou de outros resíduos entre dois ou mais Estados (UNEP, 1989).

Na União Europeia o Regulamento (CE) N.º 1013/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de junho de 2006 é o documento que regula as transferências de resíduos entre países. Este Regulamento estabelece os procedimentos e regimes de controlo relacionados com a transferência de resíduos tendo em conta a origem, o destino e o itinerário dessas transferências, o tipo de resíduos e o tipo de tratamento a que os resíduos serão sujeitos no destino. Este diploma é aplicável à transferência de resíduos: i) entre os

¹ Esta reunião organizada pela APA e BCSD-Portugal foi realizada em Lisboa no dia 28 de junho de 2017 e teve como objetivo o esclarecimento às empresas sobre a desclassificação de resíduo e classificação em subproduto.

Estados-Membros dentro da Comunidade ou com trânsito em países terceiros; ii) importados de países terceiros para a Comunidade; iii) exportados da Comunidade para países terceiros; iv) e em trânsito na Comunidade, provenientes de países terceiros ou a eles destinados. Em Portugal, a Autoridade Competente para a implementação deste diploma é a Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2017). No âmbito deste Regulamento os resíduos podem ser classificados como lista laranja ou lista verde.

De uma forma geral, quando os resíduos são perigosos e/ou enviados para operações de eliminação, estão incluídos na lista laranja e a transferência envolve um processo de notificação, ou seja, é necessário uma aprovação prévia por parte das autoridades competentes envolvendo uma taxa de apreciação e a constituição de uma garantia bancária (APA, 2017). Caso os resíduos sejam não perigosos e tenham como destino processos de valorização, normalmente, estão incluídos na lista verde (APA, 2017). Neste caso, os requisitos necessários para a transferência dos resíduos são, de acordo com o Artigo 18.º relativo aos “*Requisitos Gerais de Informação*”, o estabelecimento de um contrato entre a pessoa que trata da transferência e o destinatário e o preenchimento de um formulário previsto no anexo VII do Regulamento referido (anexo A).

De acordo com o ponto 2 do artigo 3.º do referido Regulamento, para um resíduo poder ser classificado como lista verde, este tem de estar incluído nos Anexos III e IIIB que, por sua vez têm de estar inscritos no Anexo IX da Convenção de Basileia.

1.2.2 Plano de Ação para a Economia Circular da UE

A Política da União Europeia para a Economia Circular é muito recente, sendo que nos últimos anos tem merecido uma grande atenção e neste momento encontra-se com um grande dinamismo.

Na Comunicação intitulada “Para uma Economia Circular: programa para acabar com os resíduos na Europa” publicada em 2014, a Comissão Europeia (CE) refere a necessidade de uma mudança de paradigma para a Economia Circular essencial para um “*crecimento inteligente, sustentável e inclusivo*” (Comissão Europeia, 2014a, pp.2). Esta Comunicação refere ainda que esta transição poderá significar uma redução das necessidades de novos materiais entre 17% e 24% até 2030 representando uma poupança

de cerca de 630 mil milhões de euros para a indústria europeia (Comissão Europeia, 2014a).

Neste contexto, a CE deverá apoiar a transição de paradigma através de novas medidas de regulamentação, instrumentos de mercado, investigação e inovação, incentivos, intercâmbio de informação e apoio a abordagens de cariz voluntário (Comissão Europeia, 2014a).

Nesta Comunicação a CE refere ainda a importância da economia circular para a promoção da eficiência na utilização dos recursos, o que deverá permitir uma maior produtividade e criação de valor. A economia circular deverá ter como base algumas das abordagens referidas na figura 3.



Figura 3 – Algumas abordagens da Economia Circular

Fonte: Elaboração própria baseado em Comissão Europeia (2014a) e Ghisellini et al. (2016)

Em 2015, a Comissão Europeia adotou um ambicioso Pacote da Economia Circular que inclui propostas legislativas na área dos resíduos e um plano de ação detalhado com a identificação de medidas a ser tomadas ao longo de todo o ciclo dos produtos, desde a produção e consumo até à gestão de resíduos e mercado de matérias-primas secundárias (Comissão Europeia, 2015)

O PAEC identifica algumas medidas necessárias para a implementação da Economia Circular, algumas referidas na figura 3, nas áreas da concepção dos produtos, processos produtivos, consumo, gestão de resíduos, mercado de matérias-primas secundárias, inovação. Este Plano identifica ainda materiais e setores prioritários, nomeadamente o setor dos plásticos, do desperdício alimentar, das matérias-primas essenciais, da construção e demolição e de biomassa e produtos de base biológica (Comissão Europeia, 2015).

Em relação aos processos de produção, a SI surge neste plano de ação como um exemplo de inovação, permitindo que resíduos ou subprodutos de uma indústria sejam *inputs* para outra e propõe a clarificação de alguns conceitos, nomeadamente o de subproduto de forma a facilitar a simbiose industrial, assim como o apoio financeiro através do programa Horizon 2020 para o apoio a projetos inovadores (Comissão Europeia, 2015).

Até ao momento, as ações desenvolvidas no âmbito do PAEC incluem algumas propostas legislativas para o estabelecimento de metas para a reciclagem de resíduos e o estabelecimento de medidas e metas de longo prazo para a prevenção de resíduos e reciclagem. Além disto, foram lançadas propostas legislativas sobre a venda *online* de bens de consumo, sobre fertilizantes e uma outra proposta para a restrição de determinadas substâncias perigosas nos equipamentos elétricos e eletrónicos (Comissão Europeia, 2017a). Recentemente foi lançada a *European Circular Economy Stakeholder Platform* que será uma rede abrangente de todas as atividades setoriais que deve permitir o diálogo entre os diferentes stakeholders (Comissão Europeia, 2017b).

Contudo, a implementação da economia circular na UE encontra diversas barreiras. A economia circular é um conceito complexo que envolve uma vasta gama de materiais, produtos e atores e diversas fases da cadeia do produto e da cadeia de valor. Além disto, a transição para a economia circular é um desafio de governança cujas ações devem ser

tomadas em vários níveis, desde ao nível da União Europeia, dos Estados Membros, das Autoridades Locais, do Setor Privado e dos cidadãos (Comissão Europeia, 2014b).

Assim, algumas das barreiras para a implementação da EC na UE prendem-se com o seguinte (Comissão Europeia, 2014b):

- Falta de competências e investimento;
- Ineficácia na sinalização nos preços atuais dos recursos, o que leva o mercado a não procurar alternativas que promovam a utilização eficiente dos recursos, mitigação da poluição e a inovação;
- Falta de incentivos políticos;
- Falta de colaboração entre os diferentes atores;
- Pouca aceitação por parte dos consumidores e empresas a diferentes modelos de negócio, nomeadamente aqueles orientados para os serviços (por exemplo, leasing);
- Insuficiente separação dos resíduos na fonte (embalagens, resíduos orgânicos, etc.);
- Falta de aceitação por parte das instituições públicas para a estratégia de compras públicas sustentáveis;
- Obsolescência programada dos produtos².

1.2.3 Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal

No momento de escrita deste trabalho, encontra-se em Consulta Pública o Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal (Ministério do Ambiente, 2017). Impulsionado pela exigência das metas e objetivos do Acordo de Paris, dos Objetivos de Desenvolvimento sustentável das Nações Unidas e do Plano de Ação para a Economia Circular da União Europeia e apoiado por alguns planos já desenvolvidos nalguns Estados

² A Obsolescência programada dos recursos pode ser definida como a redução intencional por parte das empresas do tempo de vida dos produtos ou bens, para que o seu funcionamento e durabilidade esteja limitado por um período de tempo reduzido, de forma a que os consumidores tenham de comprar num menor período de tempo, aumentando assim as vendas e lucros das empresas (Zanatta, 2013).

Membros, este Plano propõe sete ações macro e outras ações a nível meso ou setoriais e a nível micro ou regionais/locais que devem ser implementadas até 2020.

O nível macro tem como elementos centrais o produto, o consumo, os resíduos/matérias-primas secundárias e o conhecimento, tendo como base o PAEC da UE. As propostas correspondentes às ações macro deste Plano estão referidas na figura 4.

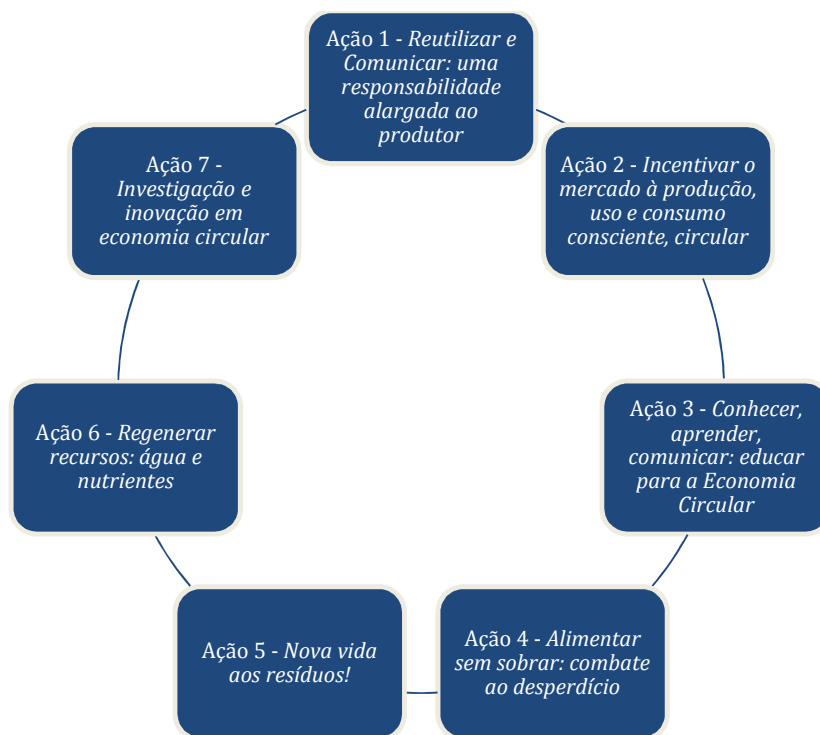


Figura 4 – Ações do PAEC de Portugal
Fonte: Ministério do Ambiente (2017)

Em relação ao nível meso, trata-se de um nível sectorial, sendo que cada setor deve desenvolver a sua agenda de transição. Os setores destacados neste Plano são o agroalimentar relacionado com o setor do retalho, pelo impacto que têm junto do consumidor, nomeadamente em termos das embalagens e desperdício alimentar, o setor da construção e demolição pelo seu carácter intensivo de recursos, produtividade material reduzida e nível de circularidade reduzido e os setores têxtil-calçado e turismo, pelo seu carácter exportador. Neste caso o setor do calçado pode ser potencialmente relevante para a criação de sinergias com o setor da cortiça.

Por último, o nível micro refere-se às regiões e territórios que também devem desenvolver agendas específicas para a sua valorização. A este nível são propostos quatro temas que podem contribuir para a aceleração da transição para a EC: as Zonas Empresariais Responsáveis, Simbioses Industriais, Cidades Circulares e Empresas Circulares.

Este Plano sugere também um modelo de governação constituído por uma Comissão Interministerial, um Comité diretivo e um Grupo Técnico que devem promover e monitorizar as ações propostas.

O acesso ao financiamento surge como um elemento de elevada importância para o incentivo à inovação no contexto da Economia Circular, nomeadamente os Programas Europeus como o Horizon 2020³, LIFE⁴, COSME⁵, EEA Grants⁶ e FEIE⁷; os Fundos Europeus e Estruturais de Investimento através do Portugal 2020; programas nacionais; e outras modalidades de financiamento inovadoras como o crowdfunding.

Ao nível da gestão de resíduos, uma das propostas mais relevantes deste Plano é a Ação n.º 5 que sugere a criação de Acordos Circulares que são acordos voluntários entre o governo e vários grupos de interesse para identificação e atuação sobre barreiras à implementação da EC.

³ Horizon 2020: Programa da União Europeia para a Investigação e Inovação entre 2014 e 2020 com um orçamento de 77 mil milhões de euros (Comissão Europeia, 2017c).

⁴ LIFE: é um instrumento financeiro da União Europeia de apoio a projetos sobre o ambiente, conservação da natureza e de ação climática. Entre 2014 e 2020 dispõe de um orçamento de 3,4 mil milhões de euros (Comissão Europeia, 2017d).

⁵ COSME: Programa da União Europeia de apoio à Competitividade das PME's e entre 2014 e 2020 conta com um orçamento total de 2,3 mil milhões de euros (Comissão Europeia, 2017e).

⁶ EEA Grants: Espaço económico europeu composto pelos Estados-Membros da União Europeia e pela Islândia, Liechtenstein e Noruega. Tem como objetivo reduzir as disparidades económicas e sociais na Europa e fortalecer as relações bilaterais com os países beneficiários. Portugal é um dos países beneficiários e no período de 2014 a 2020 deverá contar com um apoio de cerca de 100 milhões de euros (EEA Grants, 2017).

⁷ FEIE: Fundo Europeu para Investimentos Estratégicos criado em parceria com o Banco Europeu de Investimento (BEI) e visa apoiar projetos que não conseguem ser aprovados por outros fundos mas importantes em termos estratégicos da União Europeia. Tem como objetivo mobilizar investimentos adicionais na economia de 315 mil milhões de euros até 2018 (EUROCID, 2017)

Capítulo 2. Ecologia Industrial e Simbiose Industrial

2.1 Conceitos Introdutórios

A estratégia de economia circular está relacionada com o conceito de ecologia industrial, na medida em que tem como um dos objetivos garantir uma maior eficiência na utilização de recursos, considerando que o desenvolvimento económico é necessário mas sem um impacto negativo sobre o ambiente.

As origens do conceito de Ecologia Industrial (EI) remetem para um artigo de Frosch & Gallopoulos (1989) que defendem uma analogia entre os ecossistemas industriais e os ecossistemas biológicos, de forma a manter ou melhorar a qualidade de vida da população, sem afetar negativamente o ambiente. Os autores referem ainda a importância da circularidade dos materiais nos processos industriais evitando assim a perda dos mesmos e aumentando a sua disponibilidade de forma a responder às necessidades de uma população cada vez mais crescente.

Assim, a ecologia industrial tem como objetivo mostrar como os sistemas industriais podem reduzir o seu impacto no ambiente enquanto melhoram o seu desempenho económico através da eficiência na utilização dos materiais e energia e na utilização de tecnologias limpas (Andersen, 2007; Van Berkel et al., 2009; Spekkink, 2015).

Chertow (2000) sugere que a ecologia industrial pode focar-se em três níveis distintos: i) instalação ou empresa, ii) inter - empresas ou; iii) regional/global. A simbiose industrial surge como parte da disciplina de ecologia industrial ao nível “Inter-Empresas”, de acordo com a figura 5.

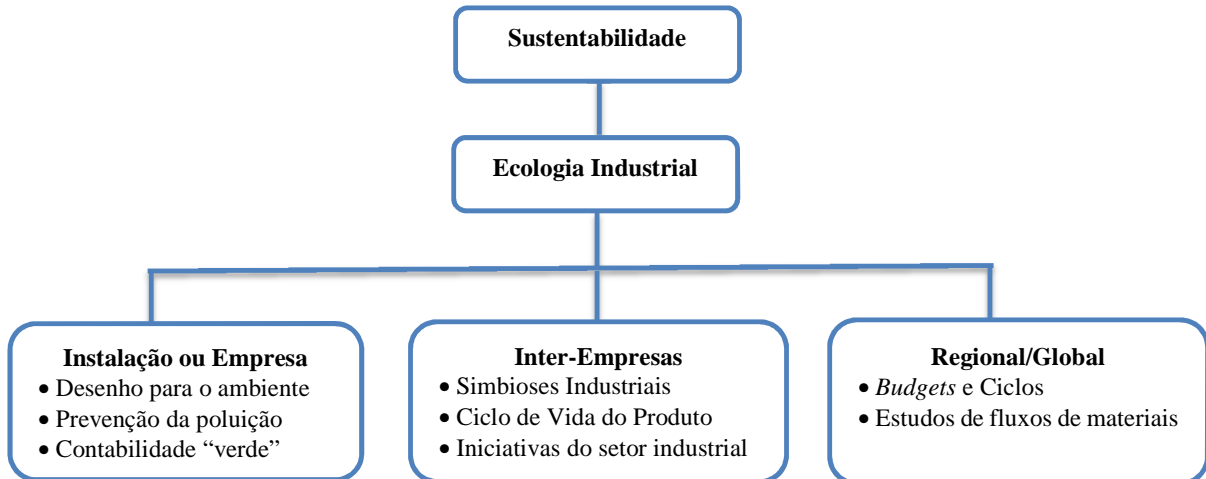


Figura 5 – Níveis da Ecologia Industrial

Fonte: Chertow (2000)

De acordo com Chertow (2000) a SI envolve a troca física de materiais, energia, água e ou subprodutos entre empresas de diferentes indústrias de forma a obterem uma vantagem competitiva.

Lombardi & Laybourn (2012) propõem uma nova definição de SI, tendo como base os conceitos de Chertow (2000) mas também em experiências que foram adquiridas na prática, nomeadamente no papel da SI como ferramenta para a inovação. Assim, os autores referem que a SI envolve a colaboração de várias organizações em rede fomentando a eco inovação e uma mudança de cultura a longo prazo. Esta rede permite a criação e partilha de conhecimento que resulta em transações mutuamente lucrativas para o fornecimento de novas fontes de *inputs*, criação de valor para os mesmos e melhoria nos processos e no negócio.

Recentemente, Boons et al. (2016) propõem uma nova terminologia da SI como um processo que permite a conexão de fluxos entre diferentes atores industriais através (1) da utilização de matérias-primas secundárias, água e/ou recursos energéticos e/ou (2) partilha de serviços e *utilities* (utilização coletiva de infraestruturas ou serviços ambientais). Os autores referem ainda que este processo implica o desenvolvimento e mobilização de recursos intangíveis como o capital social e intelectual. Além disto, a SI tem de envolver, necessariamente, benefícios ambientais associados aos fluxos estabelecidos.

Vários autores defendem ainda que a SI se refere sobretudo ao fluxo circular dos recursos, nomeadamente as trocas físicas de materiais, energia, água ou subprodutos entre duas ou mais empresas ou então uma rede que envolve várias empresas que poderão ou não estar próximas entre si, numa abordagem de desenvolvimento sustentável das atividades industriais (Chertow & Lombardi, 2005; Rosa & Beloborodko, 2015; Ghisellini et al., 2016).

Esta abordagem permite benefícios em termos económicos, ambientais e sociais para as empresas e comunidade envolvente (Fraccascia et al., 2017), ou seja, envolve não apenas aspetos técnicos mas também uma forte dimensão social e de inovação numa perspetiva *win-win* (Karlsson & Wolf, 2008; Spekkink, 2015).

2.2 Tipologias da Simbiose Industrial

A SI pode adotar várias formas consoante a escala espacial (intra-empresa ou inter-empresas), tipos de relação (trocas físicas de materiais e subprodutos, partilha de serviços e de informação) e abordagem de planeamento para a sua implementação (Fraccascia et al., 2017).

Em relação ao planeamento, alguns autores defendem a existência de duas abordagens: *Top-Down* ou *planned* e *Bottom-Up* ou *self-organized* (Costa & Ferrão, 2010; Fraccascia et al., 2017).

A abordagem *Top-Down* ou *planned* corresponde a iniciativas planeadas e apoiadas financeiramente pelos governos locais ou centrais. A abordagem *Bottom-Up* ou *self-organized* corresponde a iniciativas espontâneas por parte de empresas motivadas pelos benefícios económicos oferecidos pelas condições do mercado, ou seja, pela redução dos custos, aumento das receitas, expansão do negócio, sem necessidade de qualquer apoio institucional (Costa & Ferrão, 2010). Entre estas duas abordagens, normalmente as sinergias espontâneas aparentam ser mais resilientes, embora dependa do contexto específico onde ocorram (Costa & Ferrão, 2010).

Costa & Ferrão (2010) propõem uma nova abordagem designada por *middle-out approach* que combina a abordagem *top-down* com as iniciativas espontâneas privadas *bottom-up*. Neste caso o desenvolvimento da SI é apoiado pela intervenção de vários

agentes, entre os quais o Governo, indústria, universidades e outras instituições. Este modelo caracteriza-se como um processo iterativo que integra contribuições de vários stakeholders que convergem para o desenvolvimento da SI (Costa & Ferrão, 2010).

Recentemente, Boons et al. (2016) referem a existência de sete tipos de SI: *self-organization*, *Organizational boundary change*, *Facilitation – brokerage*, *Facilitation-collective learning*, *Pilot facilitation and dissemination*, *Government planning* e *Eco-cluster development*. A descrição desta tipologia encontra-se na tabela 1.

Tabela 1 – Tipologias de SI de acordo com Boons et al. (2016)

Tipologia	Descrição
<i>Self - Organization</i>	Motivada por estratégias empresariais e desenvolvida de forma autónoma por uma empresa que procura obter benefícios através de parcerias com outras empresas
<i>Organizational boundary change</i>	Ocorre através de alterações ao nível interno de uma empresa e através da expansão da sua atividade, por exemplo através de integração vertical.
<i>Facilitation - brokerage</i>	Envolve a participação de uma terceira parte que pode ser pública ou privada, designada como <i>broker</i> que estabelece um mercado para o desenvolvimento de SI.
<i>Facilitation – collective learning</i>	Apoiado em exemplos de SI, o facilitador, que é também uma terceira parte, pública ou privada, tenta replicar esses exemplos num determinado local, fomentando a troca de informação entre os vários atores locais.
<i>Pilot facilitation and dissemination</i>	Semelhante ao anterior, embora, neste caso, o facilitador desenvolva inicialmente um projeto piloto num determinado <i>cluster</i> ou parque industrial, sendo que as experiências obtidas são transmitidas pelo facilitador a outros <i>clusters</i> .
<i>Government Planning</i>	O governo local ou regional tem a iniciativa para o desenvolvimento de SI tendo como base exemplos de casos de SI existentes, através de políticas de apoio à criação das sinergias, sendo que este processo é monitorizado e os resultados avaliados para o apoio à decisão.
<i>Eco-cluster development</i>	Iniciativa do governo local e/ou empresas que desenvolvem uma estratégia para o desenvolvimento de um <i>eco-cluster</i> para a promoção do desenvolvimento económico e/ou inovação tecnológica.

Fonte: Elaboração própria com base em Boons et al. (2016)

O caso em estudo neste trabalho refere-se a uma tipologia de SI *bottom-up* ou *self-organized*. Neste caso a SI é caracterizado por empresas que tomam a iniciativa de procurar possíveis trocas físicas de subprodutos ou oportunidades de partilha de serviços ou recursos (Ghali et al., 2017). Numa primeira instância, o objetivo não é a criação de uma rede, mas a procura por potenciais benefícios económicos e ambientais (Boons, et al., 2016).

Para o estabelecimento da SI *self-organized* a empresa tem necessidade de adquirir a informação necessária para depois conseguir mobilizar os vários atores. Este processo é influenciado pelos atributos dos atores industriais (por exemplo, experiência anterior, conhecimento, situação financeira), pela capacidade (por exemplo, para se envolver em transações arriscadas, para adquirir conhecimento, para mobilizar parceiros) e o ambiente social (por exemplo, interações sociais, regulamentos locais, cultura, normas sociais) (Ghali et al, 2017). Neste caso, as relações de SI são muitas vezes influenciadas pela integração social dos atores industriais locais, da confiança mútua e da sua estrutura social (Ghali et al, 2017).

Outro fator a ter em conta neste tipo de SI é a gestão do conhecimento, por exemplo na documentação e partilha de informação dentro e fora das organizações. Este é um fator considerado por Ghali et al. (2017) essencial para a difusão da filosofia da SI e na identificação de novas oportunidades.

2.3 Fatores determinantes/Barreiras para a implementação da SI

Na literatura há vários casos de estudos sobre a identificação dos fatores para a implementação da SI. A tabela 2 resume alguns dos fatores identificados na literatura e respetivos autores.

Tabela 2 – Fatores determinantes para a implementação da SI

Fatores	Descrição	Autores
Aspetos Económicos	Racionalidade económica, ou seja, a redução de custos na compra de matérias-primas e de deposição de resíduos em aterro através da troca física de resíduos/subprodutos entre diferentes empresas ou indústrias;	Costa & Ferrão (2010) Lombardi & Laybourn (2012) Zhang et al (2015) Boons et al. (2016)
Legislação e Regulação	A SI pode contribuir para a melhoria do desempenho ambiental das empresas para o cumprimento da legislação ambiental. Ao nível governamental podem ser criadas políticas de incentivo à simbiose industrial;	Chertow & Lombardi (2005) Van Berkel et al. (2009) Costa & Ferrão (2010) Zhang et al (2015) Boons et al. (2016)
Tecnologia e eco inovação	Criação de uma maior eficácia dos sistemas de gestão de resíduos e de eficiência na utilização dos recursos;	Lombardi & Laybourn (2012) Zhang et al (2015) Boons et al. (2016) Tseng & Bui (2017)
Aspetos técnicos e geográficos	Localização estratégica e a disponibilidade de recursos;	Simboli et al. (2014) Madsen et al. (2015) Boons et al. (2016)
Colaboração/ Participação ativa dos <i>stakeholders</i>	Governos locais, comunidades locais e empresas podem dar um contributo importante para o financiamento dos projetos, na disponibilização de dados e informação relevante.	Lombardi & Laybourn (2012) Simboli et al. (2014) Madsen et al. (2015) Boons et al. (2016)

Fonte: Elaboração Própria

Os aspetos económicos prendem-se pela procura por parte das empresas na redução dos custos da compra de matéria-prima virgem, redução dos custos derivados da gestão de resíduos ou aumento das vendas pela expectativa na expansão dos negócios (Costa & Ferrão, 2010; Zhang et al., 2015; Boons et al., 2016). Assim a SI tem de envolver transações lucrativas entre os stakeholders envolvidos e que possam garantir uma vantagem competitiva para as empresas (Lombardi & Laybourn, 2012). Contudo, a implementação de SI pode também ser condicionada por aspetos económicos, no caso de serem necessários investimentos adicionais, pelo que as empresas podem não ter capital económico para investir (Madsen et al., 2015). Neste caso podem ser realizadas, por exemplo, candidaturas a eventuais financiamentos disponíveis (Madsen et al., 2015) que eventualmente estejam disponíveis no âmbito do PAEC da EU (Comissão Europeia, 2015).

A legislação e regulação é um outro aspeto determinante, sendo que é preciso considerar o papel das entidades institucionais assim como as intervenções políticas neste contexto (Boons et al., 2016). A imposição de determinados limites ao desempenho ambiental das

empresas pode ser um incentivo à procura de alternativas para a redução da sua poluição, assim como a constituição de incentivos económicos às empresas (Chertow & Lombardi, 2005; Van Berkel et al., 2009; Costa & Ferrão, 2010; Zhang et al., 2015).

Também a tecnologia e a eco inovação apresentam um papel importante. As empresas têm de considerar que possuem a tecnologia necessária para o processamento de determinados resíduos/subprodutos (Boons et al., 2016), assim como procurar alternativas tecnológicas mais eficientes para os seus processos produtivos (Zhang et al., 2015). A eco inovação está associada a ações que resultam numa maior competitividade e crescimento das empresas assim como em benefícios ambientais (Lombardi & Laybourn, 2012; Tseng & Bui, 2017).

Outro fator muito importante são os aspetos técnicos e geográficos. Os aspetos técnicos podem estar relacionados com as questões de disponibilidade de matérias-primas secundárias (Simboli et al., 2014; Boons et al, 2016). Madsen et al. (2015) exploram mais o ponto dos aspetos técnicos, referindo que podem surgir desafios pelas diferenças entre a oferta e a procura dos resíduos/subprodutos. No caso de uma empresa ter uma capacidade muito superior àquela que outra pode receber, o potencial de simbiose industrial fica limitado, pelo que os benefícios serão menores, podendo inviabilizar economicamente essa sinergia, principalmente se for necessário um investimento adicional em infraestruturas. Por outro lado, a quantidade disponível por determinada empresa pode ser insuficiente para a empresa recetora. Neste caso, pode ser desenvolvido um projeto conjunto para a recolha em várias empresas de determinado resíduo/subproduto. O desafio neste caso é identificar fontes com características de resíduos/subprodutos similares. Para tal, os autores sugerem que associações industriais de determinado setor podem ajudar a identificar possíveis fontes que tenham os mesmos tipos de resíduos/subprodutos. Neste caso, plataformas ou programas de simbiose industrial com agentes facilitadores podem ajudar a promover a implementação de sinergias (Madsen et al., 2015).

Relativamente aos aspetos geográficos relacionados com a distância entre as diferentes empresas, estes podem condicionar a viabilidade económica da implementação das SI (Simboli et al., 2014; Boons et al., 2016). Este papel da proximidade geográfica na implementação da SI será explorado no ponto seguinte.

Por último, a colaboração refere-se à criação de relações de confiança entre empresas, ao papel dos responsáveis ou facilitadores do processo, capacidades de organização e intervenções políticas para a criação de eventuais sinergias (Lombardi & Laybourn, 2012; Simboli et al., 2014; Boons et al., 2016). Neste caso a confidencialidade da informação é muito importante para as empresas portanto a confiança é um fator essencial para a concretização das potenciais sinergias (Madsen et al, 2015).

2.4 Papel da Proximidade Geográfica na Simbiose Industrial

Este é um fator relevante para a simbiose industrial pelos benefícios ou custos económicos óbvios ao nível do transporte, no entanto não existe um consenso na literatura sobre a sua importância. Chertow (2000) defende que a proximidade geográfica é essencial para a implementação da SI. Contudo autores como Lombardi & Chertow (2012), Jensen et al (2011) e Prosman et al. (2017) defendem que, para determinados resíduos ou subprodutos as sinergias podem ocorrer entre empresas muito distantes entre si.

Contudo, os estudos referentes à quantificação da proximidade geográfica em termos de distância entre empresas com sinergias industriais são escassos. Existe um caso de estudo na China, na Tianjin Economic-Technological Development Area, que refere que as sinergias ocorrem numa distância média de 28,2 km e um outro caso do projeto *National Industrial Symbiosis Platform*, do Reino Unido, que refere que as trocas físicas de materiais ocorrem numa distância mediana de 32,2 km (Jensen, et. al., 2011).

A proximidade geográfica pode não estar relacionada apenas com os benefícios económicos conseguidos pelos menores custos de transporte entre empresas mais próximas, mas também com as relações de confiança entre empresas (Jensen et al., 2011; Velenturf & Jensen, 2015), sendo que a cooperação e a confiança são outros fatores apontados pela literatura como determinantes para o sucesso da SI (Jensen et al., 2011).

Jensen et al. (2011) concluem num caso de estudo sobre o *National Industrial Symbiosis Platform* (NISP), no Reino Unido, que não existe uma correlação entre o valor económico da sinergia (determinado através das vendas adicionais e/ou redução de custos permitida pela sinergia) e a distância.

Prosman et al. (2017) defendem também que, embora a proximidade geográfica seja referida como um dos fatores de sucesso para a SI, existe uma tendência para o aumento das trocas físicas de materiais a longa distância e entre diferentes países. Este aspeto é justificado pelo facto das empresas estarem normalmente geograficamente dispersas e pela SI não ser motivo por si só para a realocação das empresas. Em termos ambientais, apesar dos impactes ambientais negativos que se verificam ao nível do transporte, os benefícios da reutilização dos recursos deverão ser superiores. Além disto, a procura de novas fontes sem limitação geográfica pode permitir várias parcerias para a obtenção do mesmo tipo de resíduo o que permite a redução da vulnerabilidade a possíveis interrupções do abastecimento e aumenta a quantidade disponível dos resíduos (Prosman et al., 2017)

A proximidade geográfica pode ser essencial nos casos de troca de vapor e calor entre diferentes empresas, em materiais de baixo valor, materiais leves em que os custos de transporte têm um elevado impacte e em materiais sujeitos a regulamentações ambientais ao nível do transporte. No entanto, em relação a resíduos minerais, cinzas, escórias, metais e químicos, as simbioses industriais a longa distância podem ser viáveis. Além disto, mesmo no caso de materiais de baixo custo, pelo custo evitado das taxas de deposição em aterro ou outros podem tornar viável este tipo de simbioses. Assim, estes autores defendem que as simbioses industriais podem ser desenvolvidas mesmo sem que as empresas estejam próximas em termos geográficos (Prosman et al., 2017).

2.5 Eco-Inovação num contexto de Simbiose Industrial

A transição para um modelo económico circular deve envolver esforços de inovação ao nível do desenvolvimento de novos materiais ou produtos para o desenho de novos modelos de negócio (Comissão Europeia, 2014c). De acordo com a Comissão Europeia (2015), a SI surge como um exemplo de eco-inovação e Lombardi & Laybourn (2012) referem mesmo que a SI pode ser considerada como uma ferramenta para a inovação.

O conceito de eco-inovação integra a dimensão económica, social e ambiental no desenvolvimento de novos processos ou produtos, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável (Tseng & Bui, 2017). Este conceito tem ganho cada vez

mais importância nos últimos anos como solução para a redução dos impactos ambientais dos processos produtivos, consumo e eliminação de resíduos (Tseng & Bui, 2017). Através da combinação entre benefícios económicos e ambientais, a eco-inovação deve impulsionar modelos de negócio, de produção e de consumo mais sustentáveis (Comissão Europeia, 2014c).

A eco-inovação aplicada aos produtos é também reconhecida como uma prática que pode permitir uma vantagem competitiva às empresas (Tseng & Bui, 2017) e pode ser considerada como uma estratégia empresarial de criação de valor (Paquin et al., 2015).

De acordo com o Observatório para a Eco-Inovação (OEI), a eco-inovação pode ser definida como a introdução de um novo produto (bem ou serviço), processo, alteração organizacional ou solução de marketing que reduza a utilização de recursos naturais (materiais, energia, água ou solo) e diminua a emissão de substâncias perigosas ao longo de todo o seu ciclo de vida (Eco-Innovation Observatory, 2011).

A eco-inovação num contexto de transição para um modelo económico circular pode envolver dois níveis distintos, um relacionado com a tecnologia e as infraestruturas técnicas necessárias para a conversão de resíduos em recursos e um outro que se refere às competências, conhecimentos e modelos de negócio que permitam transformar estes processos em oportunidades de negócio (Eco-Innovation Observatory, 2016).

De acordo com Eco-Innovation Observatory (2016) existem vários tipos de eco-inovação referentes a:

- *Design* do Produto, em que o produto é desenhado de forma a minimizar o seu impacto ambiental ao longo de todo o seu ciclo de vida;
- Processo produtivo, através da redução da utilização dos recursos, emissões e de substâncias tóxicas o que, ao mesmo tempo permite também uma redução dos custos;
- Organização, relacionado com novos métodos e sistemas de gestão que permitam um “fecho do ciclo dos materiais” e aumento da eficiência na utilização de recursos, como por exemplo a implementação de simbioses industriais;
- Marketing, que permita o desenho de novos produtos ou serviços como, por exemplo, rótulos ecológicos;

- Alteração de comportamentos por parte dos consumidores e de toda sociedade, envolvendo os governantes para a procura de soluções mais sustentáveis para as cidades.

A internalização da sustentabilidade ambiental no desenvolvimento de produtos mais verdes pode trazer vários benefícios para as empresas entre os quais o retorno do investimento, o aumento das vendas, o aumento da competitividade e a melhoria da imagem (Pujari, 2006; Paquin et al., 2015).

O sucesso de novos produtos depende da definição clara do projeto, de uma boa pesquisa de mercado e previsão das vendas para perceber quais as necessidades do mercado. Estes novos produtos surgem de novas ideias que passam por uma fase de pré-seleção, definição do projeto, análise de negócios e, eventualmente, no desenvolvimento do produto (Pajuri, 2006).

Há vários fatores que podem condicionar o desenvolvimento de um processo de eco inovação. Tseng & Bui (2017) defendem que a regulamentação e perceção dos consumidores são alguns desses aspetos, uma vez que a utilização de resíduos como recursos pode ser um obstáculo pois pode levar a uma falta de confiança nos produtos desenvolvidos.

A colaboração surge também como um aspeto importante para o desenvolvimento de relações de SI entre as organizações, assim como o aspeto relativo à sustentabilidade ambiental que cria oportunidades para integrar a SI na cadeia de abastecimento (Tseng & Bui, 2017).

Velenturf (2016) refere *waste-to-resources innovations* como um tipo específico de SI, que envolvem a colaboração entre várias empresas em que um resíduo (*waste*) de uma empresa é transformado num recurso (*resource*) por outra empresa. Esta autora estuda este tipo de inovação em termos de *Social Network Development* em cinco casos de estudo na região de Humber no Reino Unido. Através deste estudo, a autora identifica alguns aspetos importantes na criação e desenvolvimento dos processos de inovação:

- O processo de inovação pode ser uma resposta a uma alteração legislativa, sendo que as organizações governamentais desempenham um papel importante neste contexto;

- O processo inicia-se como resposta a uma alteração no contexto do mercado que pode criar uma oportunidade para um determinado fluxo de resíduos e assim gerar benefícios económicos para as empresas a curto ou longo prazo;
- Ao longo do processo de inovação a rede de contactos pode ou não evoluir. Esta rede pode ser construída através do contacto direto dos participantes sendo que pode manter-se estática ao longo do tempo através do fortalecimento das relações criadas ou podem ser encontrados novos parceiros, permitindo assim uma maior diversificação da rede;
- Numa fase inicial do processo de inovação, a colaboração para a criação de relações de confiança é importante para a partilha de informação que é necessária no processo;
- Para o fortalecimento das relações de confiança podem ser criados contratos entre as entidades envolvidas. Normalmente são estabelecidos em processos mais complexos e quando envolvem entidades governamentais, universidades ou outras instituições;
- Após o processo de inovação, as empresas podem decidir limitar ou aumentar/diversificar a sua rede de contactos, sendo que, neste caso, a diversificação pode ser uma estratégia para a gestão de riscos associados à dependência de um pequeno número de parceiros.

2.6 Casos de Estudo – Quantificação dos benefícios da SI

De acordo com os princípios da ecologia industrial e simbiose industrial, é expectável que as trocas físicas de materiais entre empresas resultem em benefícios ambientais e económicos (Jacobsen, 2006).

Para fazer uma avaliação quantitativa da simbiose industrial em termos dos seus benefícios económicos e ambientais, é necessário identificar a fonte das entradas (matérias-primas), o transporte dessas matérias para o local onde serão utilizadas, o processo de transformação e de reciclagem e/ou deposição final dos resíduos/subprodutos gerados pelo processo (Zhang et al., 2015). Para analisar este processo, normalmente são utilizados os métodos de Análise de Fluxo de Materiais ou análise do Fluxo de

Substâncias que permitem a quantificação dos fluxos entre as várias empresas e/ou indústrias (Zhang et al., 2015).

Há alguns estudos na literatura sobre a quantificação dos benefícios económicos da simbiose industrial. Chertow & Lombardi (2005), Jacobsen (2006), Van Berkel et al. (2009) e Dong et al. (2013) utilizam a análise do fluxo de materiais para quantificar os benefícios económicos e ambientais. Karlsson & Wolf (2008) mostram que é possível utilizar um método de programação linear mista, nomeadamente, o modelo MIND, para quantificar os benefícios da simbiose industrial. Além destes métodos podem ainda ser utilizados a análise do ciclo de vida e outros métodos de investigação como a análise de redes sociais, modelação dinâmica de sistemas, modelação baseada nos agentes, métodos de programação matemática e linear e sistemas de informação geográfica (Rosa & Beloborodko, 2015).

A análise do ciclo de vida é uma das metodologias mais utilizadas para a quantificação dos benefícios ambientais ao nível dos produtos. Esta metodologia permite detetar ineficiências dos processos e os seus impactos ambientais tendo em conta todos os bens e serviços ao seu fabrico e entrega e também pode ser utilizada para a quantificação dos benefícios ambientais da SI (Matilla et al., 2010).

Os benefícios ambientais da SI podem ser quantificados através da medição das alterações no consumo de recursos naturais, nas emissões para o ar e água através da circularidade dos materiais e energia (Chertow & Lombardi, 2005; Jacobsen, 2006). Os benefícios económicos podem ser estimados através da ponderação entre o investimento necessário e os benefícios económicos diretos conseguidos pelos custos evitados de deposição de resíduos em aterro, pela captura de fontes de receitas e/ou pelos custos evitados pela substituição da matéria-prima virgem. Além destes, podem ainda ser conseguidos benefícios económicos indiretos através de investimentos evitados e aumento da flexibilidade e segurança no fornecimento (Chertow & Lombardi, 2005; Jacobsen, 2006). Além destes benefícios tangíveis, outros benefícios intangíveis podem surgir, nomeadamente em termos de reputação e na facilitação de eventuais processos de licenciamento (Chertow & Lombardi, 2005). Assim, de acordo com Jacobsen (2006), os aspetos económicos dos projetos de SI podem ser estimados como uma combinação das

reduções de custos diretos, investimentos reais em relação à alternativa evitada de cenários de investimento e estimativa do tempo de retorno dos investimentos.

Na tabela 3 são apresentados alguns estudos sobre a quantificação dos benefícios ambientais e económicos pela implementação da SI, onde foram recolhidas diversas informações relativas ao local, aos tipos de empresas envolvidas, aos resíduos/subprodutos transacionados, os benefícios ambientais e económicos respetivos, assim como outros resultados relevantes.

Tabela 3 – Alguns estudos sobre a quantificação dos benefícios económicos e ambientais da SI

Autores	Chertow & Lombardi (2005)	Local	Guayama, Porto Rico
Empresas	Refinaria, farmacêuticas, central elétrica a carvão, outras	Produtos	Água, vapor e cinzas
Benefícios Ambientais	Redução de emissões de SO ₂ , NO _x e PM ₁₀ e da extração de água potável evitada.	Benefícios Económicos	Redução dos custos operacionais
Outros resultados	<ul style="list-style-type: none"> - A intervenção governamental surge como um fator relevante para motivar a adoção destas práticas; - Os benefícios apresentam proporções diferentes entre as várias empresas envolvidas. 		
Autores	Jacobsen (2006)	Local	Kalundborg, Dinamarca
Empresas	Central elétrica, refinaria, farmacêutica e biotecnológica, produtor de placas de gesso e empresa de descontaminação de solos	Produtos	Água e vapor
Benefícios Ambientais	Extração de água potável evitada e redução das emissões de CO ₂	Benefícios Económicos	Custos de extração de água potável evitados
Outros resultados	<ul style="list-style-type: none"> - Estes benefícios diferem em escala e âmbito dependendo do tipo de organização; - Os projetos de SI apenas são justificados caso existam benefícios económicos para cada empresa envolvida, assim como um aumento da eficiência na utilização dos recursos e segurança no fornecimento; - Os resíduos/subprodutos com alto valor acrescentado permitem maiores benefícios económicos diretos. 		
Autores	Van Berkel et al. (2009)	Local	Kawasaki, Japão
Empresas	Empresas de aço, cimento, química, papel e de reciclagem	Produtos	Resíduos/ Subprodutos
Benefícios Ambientais	7 materiais foram desviados de aterro para valorização num total de 565.000ton.	Benefícios Económicos	4 dos materiais envolvidos permitiram benefícios estimados de cerca de 130 milhões de euros por ano
Outros resultados	<ul style="list-style-type: none"> - O apoio governamental através de subsídios apresentou-se como um dos principais impulsionadores para a criação destes projetos. 		

Autores	Dong et al. (2013)	Local	Liuzhou e Jinan, China
Empresas	Indústria siderúrgica	Produtos	Resíduos/Subprodutos
Benefícios Ambientais	Liuzhou: troca física de resíduos/subprodutos num total de 2 milhões ton/ano; Jinan: troca física de resíduos/subprodutos num total de 8 milhões ton/ano	Benefícios Económicos	Liuzhou: ganhos económicos no valor de 36,55 milhões de dólares para a indústria siderúrgica; Jinan: ganhos económicos no valor de 158 milhões de dólares.
Outros resultados	- Fatores como a tecnologia, contexto regulatório e apoio político, sistema integrado de gestão de resíduos, plataforma de informação e subsídios são necessários para o incentivo à promoção da SI na indústria siderúrgica.		
Autores	Guo et al. (2016)	Local	Midong, China
Empresas	Indústria química	Produtos	Resíduos/Subprodutos
Benefícios Ambientais	Troca física de resíduos/subprodutos num total de 5,86 milhões de toneladas	Benefícios Económicos	Ganhos económicos no total de 62,29 milhões de dólares no parque industrial químico de Midong.
Outros resultados	Fatores como o aumento da sensibilização ambiental para a economia circular, restrições para utilização de matérias-primas virgens, apoio para a simbiose industrial urbana, estabelecimento de uma plataforma de informação e melhoria das tecnologias relacionadas com a economia circular incentivam a criação de SI.		

Fonte: Elaboração própria

2.7 Plataformas de Networking e Projetos sobre SI

Este é um tema cada vez mais estudado no âmbito da simbiose industrial e, como sugerido no PAEC da UE, os projetos inovadores nesta área devem ser apoiados através de financiamento europeu, como é o caso do programa Horizon 2020 (Comissão Europeia, 2015).

Ao nível dos sistemas de informação, há algumas ferramentas já desenvolvidas para o apoio de iniciativas de economia circular. Estas ferramentas podem ajudar as empresas ou outras entidades a explorar o potencial de sinergias industriais através da divulgação de melhores práticas, apresentação de casos de estudo e análises de compatibilidades entre diferentes resíduos ou subprodutos (Ghali et al., 2016).

No anexo B são apresentados alguns exemplos de plataformas e projetos de economia circular e simbiose industrial⁸ onde é realizada uma breve descrição das mesmas e, nalguns casos, referidos os principais resultados. Algumas plataformas de Economia Circular como o portal da *Eco.nomia* em Portugal, o *Economie Circulaire* em França e o *Nederland Circulair* na Holanda dispõem de informação geral para a divulgação do conceito e sensibilização sobre práticas baseadas na EC através da disponibilização de vários casos de estudo. Algumas disponibilizam ainda um fórum para a partilha de informação entre os vários *stakeholders* sobre os seus desafios e propostas de soluções.

O *Marketplace Hub* é, por sua vez, uma ferramenta desenvolvida pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), que disponibiliza um mapa com a identificação dos mercados ou bolsas de resíduos e/ou subprodutos que existem a nível mundial como é o caso do Mercado Organizado de Resíduos (MOR) em Portugal.

Ao nível da SI, o *National Industrial Symbiosis Programme* é um programa muitas vezes referido com um dos maiores casos de sucesso a nível internacional, que apresenta uma metodologia que foi e é aplicada em vários países em todo o mundo através da organização *International Synergies*. Esta é uma organização criada para a disseminação da SI onde foi desenvolvido o Software SYNERGie que oferece uma base de dados com *inputs* de várias empresas em todo o mundo, permitindo também uma identificação de oportunidades comerciais para as empresas. Este software é utilizado por vários países entre os quais a Finlândia (*Finnish Industrial Symbiosis System*) e na região da Irlanda do Norte (*Industrial Symbiosis Service*).

Projetos de SI podem também ser desenvolvidos por grupos de investigação nas Universidades, como é o caso da Universidade de Linköping na Suécia onde os estudantes têm a oportunidade de desenvolver projetos nesta área.

Existem ainda outras iniciativas nacionais como o caso de estudo na Sicília em Itália sobre a criação de uma plataforma de SI para impulsionar a atividade económica na região.

⁸ Os links relativos às plataformas e projetos de SI e EC descritos neste ponto estão referenciados no Anexo B.

Para impulsionar as empresas a participar em projetos de SI podem ser criadas, por exemplo, plataformas de acesso aberto como é o caso da *SMILE Resource Exchange* na Irlanda que providencia gratuitamente às empresas um serviço de apoio na identificação de eventuais sinergias.

O *ISDATA.org* é uma plataforma aberta de recolha e fornecimento de dados sobre a SI com um âmbito internacional.

A nível internacional, existem também instituições como a Ellen MacArthur Foundation através do Programa da *Circular Economy 100* que cooperam com empresas multinacionais para a sensibilização da temática da EC. A Associação *Rellop Platform* é uma outra instituição que opera em termos internacionais, que reúne diferentes *stakeholders* na procura de oportunidades para as empresas e para influenciar os decisores políticos na construção de políticas em prol da EC. Além destas, a *Green Industry Platform* é uma outra plataforma lançada pelas Nações Unidas, criada para disseminar o conceito de *Green Industry* sobre a promoção de processos industriais mais sustentáveis.

Ao nível da União Europeia, a política para a EC é muito recente. Atualmente com o lançamento do Plano de Ação da Economia Circular em 2015 estão a ser desenvolvidas várias iniciativas como a plataforma *Circular Economy Industry Platform* que está a ser construída ao longo deste ano e que pretende ser transversal a todos os setores.

Além disto, neste momento existem vários projetos de EC e SI apoiados por financiamentos europeus. A nível regional existe por exemplo, o projeto SymNet que foi implementado na região da Bacia do Mar Negro. A nível setorial há vários projetos como: o FISSAC no setor da construção, RESYNTEX no setor têxtil e químico, o RESLAG no setor metalúrgico e o CABRISS no setor fotovoltaico, apoiados no âmbito do Horizon 2020. Através do Programa Interreg Europe, são ainda apoiados projetos como o TRIS e o SYMBI que têm como objetivo o aumento da competitividade das PMEs através do apoio a Autoridades locais e/ou regionais. O programa LIFE financiou também projetos como o *E-symbiosis* que permitiu o desenvolvimento de uma plataforma eletrónica para a promoção da SI na Grécia. Existem ainda outros projetos financiados pelo Horizon 2020 como o R2PI focado nos modelos de negócio sustentáveis para a EC e o MAESTRI-SPIRE vocacionado para as indústrias transformadoras da UE para a promoção da sustentabilidade das mesmas através da SI.

Capítulo 3. Caso de Estudo na Indústria Corticeira

3.1 Mercado da Cortiça

Cortiça

A cortiça, que corresponde à casca do sobreiro, é um material 100% natural e possível de ser reutilizado e reciclado. É um dos materiais mais versáteis em termos de sustentabilidade e com um grande potencial de inovação (Mestre & Gil, 2011). O sobreiro é uma árvore típica da região do mediterrâneo e apresenta uma esperança de vida de mais de 200 anos. A sua casca tem uma capacidade de autorregeneração e pode ser extraída de 9 em 9 anos. A cortiça é composta por 45% suberina, 27% lenhina, 12% polissacáridos, 6% ceroides e 6% taninos. Trata-se de um material único que apresenta as seguintes características principais (Mestre & Gil, 2011):

- Excelente isolamento acústico;
- Excelente isolamento térmico;
- Impermeabilidade a líquidos e gases;
- Excelente resistência ao fogo e a altas temperaturas;
- Elevada resistência ao atrito;
- Propriedades hipoalergénicas;
- Boa resiliência;
- Leveza;
- Excelente elasticidade e compressibilidade;
- Suavidade ao toque.

As florestas de sobreiro ou montados são importantes ecossistemas na prestação de diversos serviços. Ao nível económico e social, a indústria da cortiça permite a geração de milhares de empregos (APCOR, 2015). Além da cortiça, os montados permitem o desenvolvimento de outros rendimentos como a caça, mel, cogumelos e pecuária (APCOR, 2015). A nível ambiental, também fornecem diversos serviços em relação à proteção ambiental e de combate às alterações climáticas.

Sustentabilidade ambiental

Os serviços ambientais do montado estão avaliados em cerca de 100€/ano/ha (APCOR, 2015). A figura 6 apresenta um resumo dos principais serviços ambientais providenciados pelas florestas de sobro.

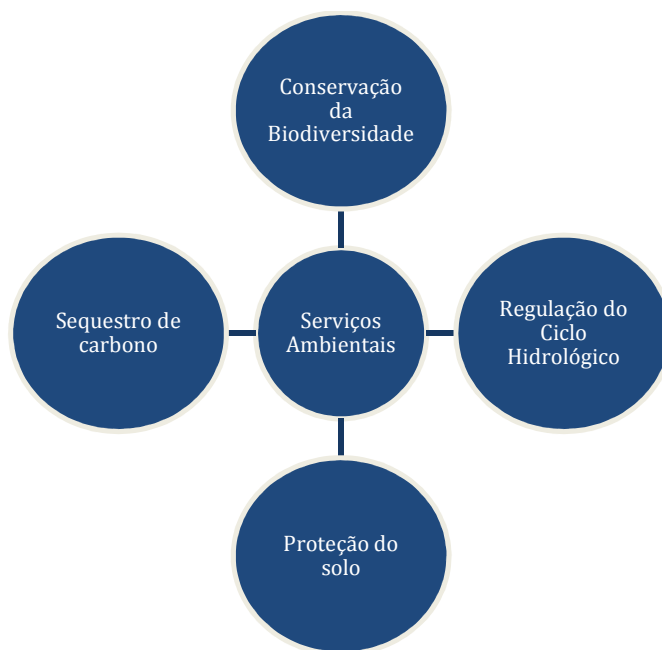


Figura 6 – Funções Ambientais dos montados

Fonte: APCOR (2015)

A Bacia Mediterrânea constitui um dos hotspots da biodiversidade e são habitat para diferentes tipos de fauna e flora (Mestre & Gil, 2011; APCOR, 2015). O sobreiro é uma das espécies endémicas desta região, constituindo os montados, que providenciam habitats para diferentes espécies e permitem diferentes usos como o pasto e a agricultura (Mestre & Gil, 2011; APCOR, 2015).

A regulação hidrológica e proteção do solo são outras funções do montado. Este tem influência sobre a infiltração e escoamento superficial da água. Ao nível da conservação do solo, o montado permite a fertilidade dos mesmos através da decomposição da matéria orgânica proveniente das folhas, ramos e ervas. Os solos férteis permitem uma maior capacidade de infiltração e armazenamento de água e retenção de nutrientes (Mestre & Gil, 2011; APCOR, 2015).

Por último, os montados contribuem para a mitigação das alterações climáticas através do sequestro e armazenamento de carbono que, por serem espécies com um longo tempo de vida, permitem a retenção de carbono por períodos muito longos (Demertzi et al, 2016). Os montados permitem o sequestro de 14,7 toneladas CO₂ por ha/ano (APCOR, 2015).

Sustentabilidade Económica e Social

Portugal é líder mundial na produção, transformação e comercialização de cortiça e possui a maior área de montado de sobreiro com mais de 730 mil hectares (Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas 2013). A evolução da área florestal tem sido relativamente constante, sendo que registou uma ligeira diminuição entre o período de 1995 a 2005, tendo recuperado a partir de 2005 (figura 7).

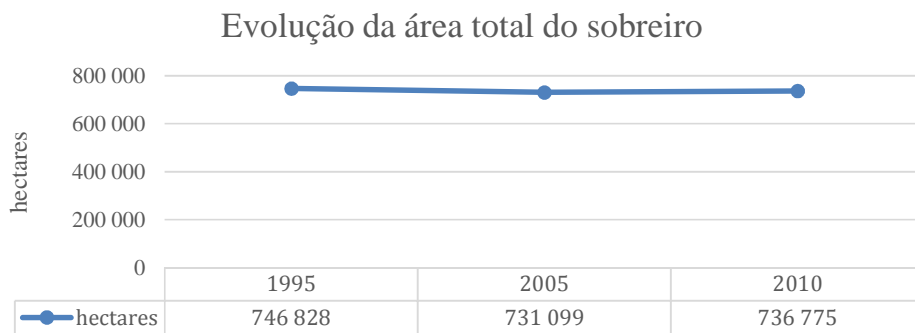


Figura 7 – Evolução da área total do sobreiro

Fonte: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, 2013

De acordo com a figura 8, o sobreiro é a segunda espécie que ocupa a maior área florestal em Portugal, a seguir ao eucalipto com 23% to total da área floresta (Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas, 2013).

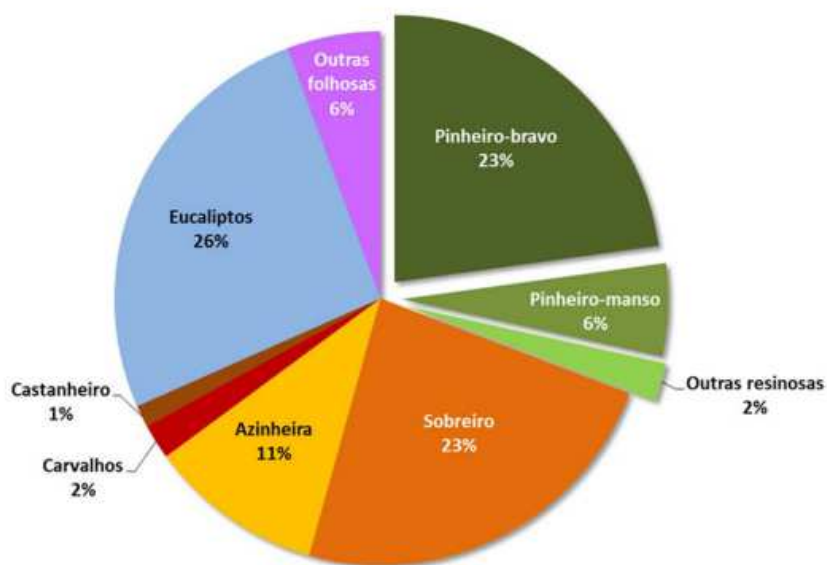


Figura 8 – Distribuição das áreas totais por espécie

Fonte: Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas, 2013

A produção de cortiça em Portugal ascende a 100 mil toneladas, que corresponde a 50% da produção mundial (APCOR, 2016). Em termos nacionais, as exportações de cortiça representam 2% das exportações de bens e 1,2% das exportações totais correspondendo a um saldo na balança comercial de 718,2 milhões de euros (APCOR, 2016). A cortiça representa 16% do VAB sectorial do setor florestal, 0,2% do VAB nacional e 1,7% do VAB industrial. Relativamente às exportações, Portugal é o líder mundial com uma quota de cerca de 63% (dados de 2015) o que equivale a 897,2 milhões de euros (APCOR, 2016).

Relativamente ao destino dos produtos de cortiça, o setor vinícola, correspondente à produção das rolhas, absorve cerca de 72% da produção, seguido do setor da construção com 21%, que inclui os pavimentos, isolamentos e revestimentos, os cubos, placas, folhas, tiras, e 7% correspondem a outros produtos de cortiça, de acordo com a figura 9 (APCOR, 2016).

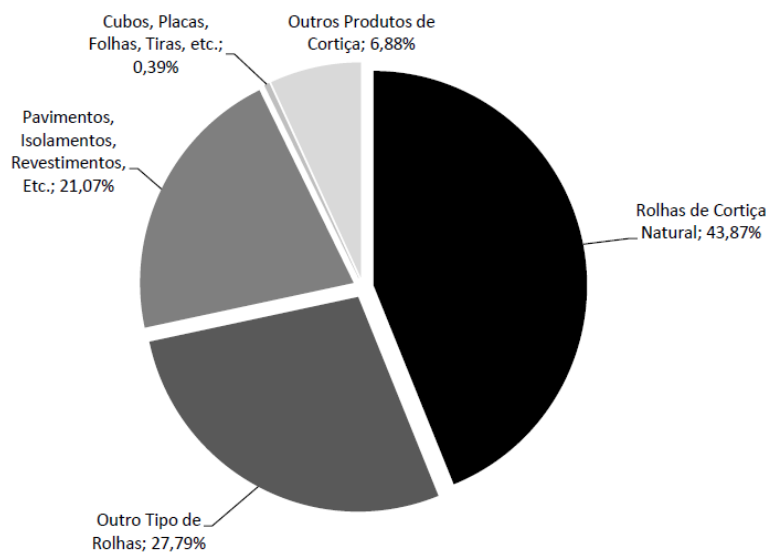


Figura 9 – Destino Final das vendas dos produtos com cortiça

Fonte: APCOR (2016)

3.2 Apresentação da Empresa

A Corticeira Amorim é uma empresa multinacional sediada em Mozelos, Santa Maria da Feira, e que opera em mais de 100 países e em todos os continentes. Iniciou a sua atividade em 1870 e, atualmente é líder mundial no setor da cortiça. O Grupo está organizado em cinco unidades de negócio: Matérias-Primas, Rolhas, Revestimentos, Aglomerados, Compósitos e Isolamentos (Corticeira Amorim, 2016).

A indústria da cortiça caracteriza-se como um setor sustentável, baseado na premissa em que “nada se perde”. Isto significa que ao longo da sua cadeia de valor todos os desperdícios ou cortiça que não podem ser utilizados pela indústria das rolhas são reutilizados para a sua transformação em novos produtos para diversas aplicações.

A Amorim Cork Composites (ACC) é a empresa do Grupo que se dedica à produção de aglomerados de cortiça e cortiça com borracha para fornecer soluções a vários setores de atividade, nomeadamente aos setores da construção, painéis e compósitos, calçado, automóvel, aeroespacial, ferroviário e bens de consumo, entre outros (Corticeira Amorim, 2016). A ACC é constituída por 2 unidades industriais, uma em Portugal e outra nos EUA

com vendas para 90 países e com um volume de negócios de 100 milhões de euros, de acordo com dados de 2016.

Sustentabilidade na Corticeira Amorim

O Desenvolvimento Sustentável é uma prioridade para a Corticeira Amorim cuja estratégia, de acordo com o seu relatório de sustentabilidade, consiste na promoção da I&D e na alavancagem do desempenho económico, na promoção da sustentabilidade ambiental e na promoção do bem-estar interno (Corticeira Amorim, 2016).

Os eixos para o desenvolvimento futuro passam pelo desenvolvimento de novos produtos e novas aplicações, entrada em novos mercados e pela máxima valorização da cortiça. A figura 10 apresenta o esquema da Economia Circular da Corticeira Amorim que resume a circularidade deste material ao longo de toda a cadeia de valor do setor (Corticeira Amorim, 2016).

A avaliação da pegada de carbono do setor da cortiça, de acordo com Demertzi et al. (2016), revela que a indústria da aglomeração é aquela que mais contribui para a pegada de carbono deste setor, devido sobretudo às emissões resultantes do processo produtivo da aglomeração que utilizam, por exemplo, resinas.

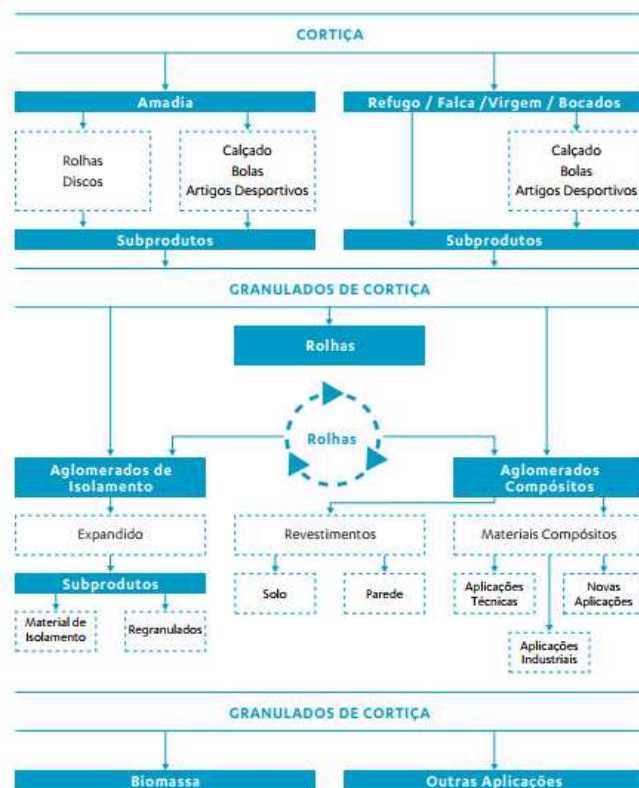


Figura 10 – Esquema de Economia Circular da Corticeira Amorim

FONTE: Corticeira Amorim (2016)

Na ACC são reutilizados os desperdícios de cortiça provenientes da indústria das rolhas, a cortiça menos nobre que não pode ser utilizada na produção de rolhas e as rolhas de cortiça resultantes do pós-consumo que é um projeto que será aprofundado nos pontos seguintes. Desta forma, é possível afirmar que, em termos da circularidade dos materiais, a ACC é a empresa do grupo onde o “fecho do ciclo” se concretiza.

A economia circular na ACC é concretizada na valorização dos resíduos e subprodutos ao longo da cadeia de valor da cortiça e na conceção de produtos inovadores sustentáveis na aplicação de conceitos de *eco design*. A ACC possui várias certificações de sistemas de gestão, nomeadamente em termos de qualidade, segurança, higiene e saúde e ambiente. Além destas possui ainda a certificação FSC (*Forest Stewardship Council*) e PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*). A Política de Gestão da empresa encontra-se no Anexo C. O tema da EC na ACC será aprofundado nos próximos pontos.

3.3 Enquadramento do Projeto de Estágio

3.3.1 Descrição do Problema

O tema deste trabalho surge no âmbito de um estágio curricular na ACC que foi desenvolvido nas instalações da empresa, no departamento de Logística sob a supervisão da Eng.^a Alexandra Mouta, responsável pelo Planeamento de Produção. Este estágio teve início em setembro de 2016 e terminou em março de 2017.

O tema desenvolvido surgiu da necessidade de resposta, por parte da empresa, a uma problemática de limitação da oferta da matéria-prima cortiça num cenário de procura crescente de novos produtos. Os fatores relacionados com o cenário entre a oferta e a procura da matéria-prima cortiça na ACC estão representados na figura 11.

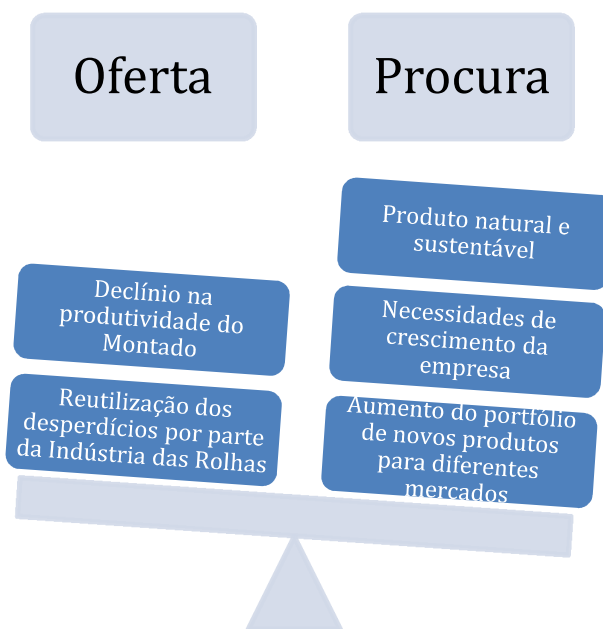


Figura 11 – Esquema com os fatores relacionados com a oferta e procura da cortiça por parte da ACC

Fonte: Elaboração Própria

Em relação à oferta, há dois fatores a considerar, nomeadamente um fator externo relacionado com a gestão e características dos montados e um fator interno relacionado com a gestão dos desperdícios ao longo da cadeia de valor da Corticeira Amorim. Assim, em relação ao fator externo é necessário considerar a área florestal, a sua produtividade e as características das propriedades. Relativamente à área florestal do sobreiro não houve

um aumento significativo nos últimos anos. Além disto, existe um fenómeno designado por “declínio do montado” resultado da perda de produtividade das florestas principalmente nos países da bacia mediterrânica ocidental (Rodrigues de Sousa, et al., 2007). Sobre as causas deste fenómeno não existem certezas, mas considera-se que este possa ser justificado por causas naturais relativas a condições climáticas que poderão provocar, por exemplo, pragas e doenças, por causas antropogénicas relacionadas com a gestão do povoamento (por exemplo, cortes dos sobreiros) ou com o turismo e atividades humanas extra-florestais (por exemplo, caça, incêndios e poluição) (Rodrigues de Sousa et al., 2007). Em relação à propriedade do montado esta caracteriza-se como externamente fragmentada, sendo que a maior parte dos proprietários são pessoas individuais, não colectivas, com propriedades de pequena dimensão, o que torna a gestão do montado mais difícil (Autoridade da Concorrência, 2012). Estes fatores em conjunto resultam na redução da rentabilidade do montado verificada nos últimos anos.

Além destes aspetos sobre a gestão dos montados, a nível interno a ACC reutiliza os desperdícios de cortiça resultantes da produção de rolhas. Contudo, devido ao desenvolvimento tecnológico na indústria das rolhas, esta consegue reutilizar cada vez mais desperdícios para o fabrico de novas rolhas aglomeradas. Isto significa que, atualmente, os desperdícios de cortiça provenientes da indústria das rolhas são menores o que contribui para a escassez da matéria-prima cortiça na ACC.

Por outro lado, relativamente à procura, esta tem sido cada vez mais crescente, resultado do facto de ser uma matéria-prima natural e sustentável e pelas necessidades de crescimento por parte da empresa. Além disto, a empresa tem feito um investimento forte em projetos de inovação para a criação de novos produtos para a satisfação de vários segmentos de mercado, nomeadamente nos segmentos da construção, indústria, retalho, transportes e calçado (Corticeira Amorim, 2016).

3.3.2 Objetivos e Questão de Investigação

Assim, face a esta problemática de aumento da procura face à oferta e a uma conseqüente probabilidade de aumento dos preços da cortiça, uma das respostas é a procura de materiais alternativos, nomeadamente resíduos ou subprodutos de outras indústrias que, incorporados com cortiça, permitam a criação de novos produtos.

Neste contexto, o objetivo do estágio foi a identificação de potenciais novas fontes de resíduos ou subprodutos para a criação de sinergias entre várias empresas de diferentes indústrias promovendo assim a simbiose industrial. Para tal, para cada sinergia foi realizada uma análise da sua viabilidade económica tendo em conta aspetos técnicos e comerciais.

Além disto, este estágio também teve como objetivo a criação de uma ferramenta para a gestão da informação recolhida, a gestão das recolhas de resíduos e também a participação nalguns processos relativos ao movimento transfronteiriço de resíduos.

3.3.3 Economia Circular na ACC

Como referido, a ACC é entre as várias unidades de negócio da Corticeira Amorim aquela que permite o “fecho do ciclo” da economia circular. Além dos desperdícios de cortiça referidos, a ACC já utiliza alguns tipos de resíduos/subprodutos de outras indústrias. A figura 12 apresenta um esquema da economia circular na ACC.

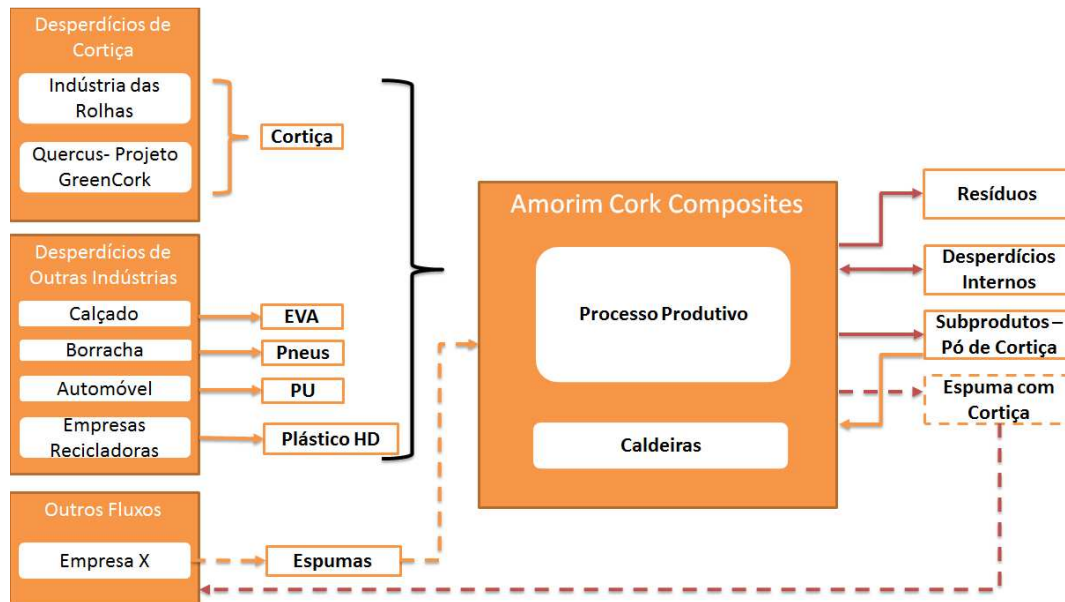


Figura 12 – Esquema da Economia Circular na ACC

Fonte: Elaboração própria

Os pontos seguintes apresentam a explicação do esquema da figura 12. O primeiro ponto (a) descreve os *inputs* que, neste caso são os desperdícios de cortiça e os desperdícios de outras indústrias. O segundo ponto (b) descreve o processo produtivo para a transformação dos referidos resíduos/subprodutos. O ponto seguinte (c) descreve os *outputs* do processo produtivo e, por último (d), são referidas as plataformas sobre SI e EC em que a ACC está envolvida.

a) Caracterização dos Inputs do Processo Produtivo

Relativamente aos desperdícios de cortiça, existe um projecto de recolha das rolhas provenientes do pós-consumo, designado por GreenCork. Este projeto de reciclagem das rolhas foi implementado em 2008 em parceria com a Corticeira Amorim e a Organização não Governamental Quercus e outros parceiros fundamentais para a recolha das rolhas como o Continente, o Dolce Vita, escolas, escuteiros, municípios, empresas de gestão de resíduos, produtores de vinhos entre outros. As verbas obtidas permitem o financiamento da plantação de árvores autóctones (GreenCork, 2017).

Em relação aos resíduos/subprodutos de outras indústrias, atualmente são utilizados os materiais referidos na tabela 4. Esta tabela apresenta uma breve caracterização dos resíduos/subprodutos, assim como o seu aspeto visual.

Tabela 4 – Descrição da tipologia de resíduos e subprodutos de outras indústrias utilizados pela ACC

Tipo de Resíduo/ Subproduto	Caracterização	Aspeto Visual
EVA (Etileno Acetato de Vinilo)	Copolímero produzido a partir dos monómeros etileno e acetato de vinilo (Zattera, et al., 2005). Este resíduo provém da indústria do calçado e é utilizado para solas ou entressolas. A densidade real destes materiais situa-se entre os 90kg/m ³ e os 350kg/m ³ .	
Poliuretano	Poliuretano de pele integral proveniente da indústria automóvel. Este tipo de resíduo apresenta uma densidade real entre 100kg/m ³ a 150kg/m ³ .	
Pneus	A compra destes resíduos é financiada pelo Governo e têm proveniência de empresas de reciclagem de pneus. A densidade deste material é de cerca de 400kg/m ³ .	
Plástico de Alta Densidade	Polietileno de Alta Densidade que resulta das rolhas das embalagens de plástico. Este material provém de uma empresa de reciclagem destes materiais e tem uma densidade aparente de 400 kg/m ³ .	
Espumas	Espuma de poliuretano de um fornecedor e cliente da ACC. Este material tem uma densidade variável entre 160-500kg/m ³ .	

Fonte: Elaboração Própria com base na documentação fornecida pela empresa

b) Descrição do Processo Produtivo da ACC

As áreas produtivas na ACC são constituídas pelas seguintes secções (figura 13):

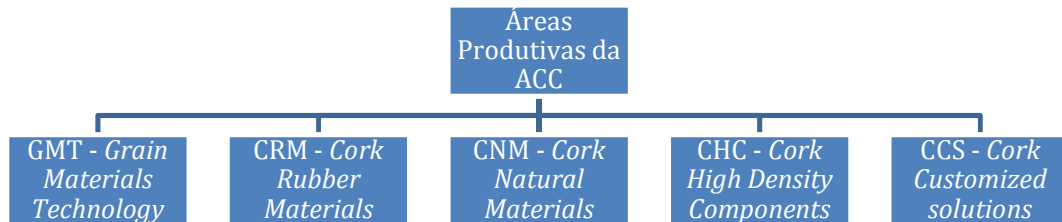


Figura 13 – Secções Produtivas da ACC

Fonte: Elaboração Própria

Os materiais descritos anteriormente, à excepção dos plásticos de alta densidade, são sujeitos ao processo produtivo da ACC que, de uma forma geral, pode ser descrito de forma esquemática pela figura 14.

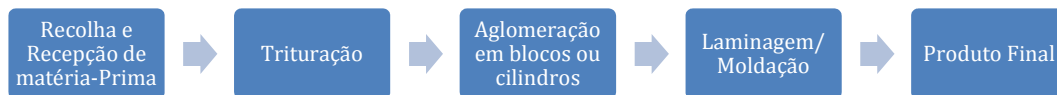


Figura 14 – Descrição Geral do Processo Produtivo da ACC

Fonte: Elaboração Própria

No caso dos plásticos de alta densidade, este material é processado na secção produtiva CHC – *Cork High Density Components*, com um processo produtivo de aglomeração em contínuo.

Na tabela 5 está descrito de forma sintética o processo produtivo por aglomeração a que cada material está sujeito.

Tabela 5 – Resumo do Processo Produtivo por tipo de Matéria-Prima/Desperdício

Tipo de Matéria-Prima/Desperdício	Recolha e Recepção da Matéria-Prima	Trituração	Processo Produtivo
Cortiça	Gestão por parte da Amorim Florestal. ACC receciona de acordo com as suas necessidades.	Interna	<p>Aglomeração</p> <p>- <u>Mistura</u> dos desperdícios de acordo com as formulações de cada produto;</p> <p>- <u>Enchimento</u> do molde que pode ser cilíndrico ou retangular;</p> <p>- <u>Cozedura</u> num forno com períodos de tempo distintos, de acordo com o tipo de material;</p> <p>- <u>Repouso</u> e posterior desmoldagem do cilindro ou bloco.</p> <p>Para os materiais só de cortiça este processo é realizado na secção de CNM</p> <p>No caso da mistura de cortiça com EVA, poliuretano, pneus ou espumas este processo é realizado na secção CRM.</p>
EVA	Recolha realizada junto das empresas produtoras de resíduos da responsabilidade da ACC.	Interna	
Poliuretano	Recolha realizada junto das empresas produtoras de resíduos da responsabilidade da ACC.	Interna	
Pneus	Recolha realizada pela ACC junto da empresa de reciclagem.	Externa	
Espumas	Recolha realizada junto das empresas produtoras de resíduos da responsabilidade da ACC.	Interna	
Plásticos de Alta Densidade	Recolha realizada pela ACC junto da empresa de reciclagem.	Externa	

Fonte: Elaboração Própria

c) Caracterização dos Outputs do Processo Produtivo

Relativamente aos *outputs* resultantes do processo produtivo, além do produto final são gerados materiais indesejados que resultam das ineficiências do processo, nomeadamente:

- Desperdícios internos que resultam, por exemplo, do processo de corte de placas e rolos à medida. São designados por desperdícios internos porque podem voltar a ser reincorporados internamente no processo;
- Pó de Cortiça que está classificado como subproduto e é resultado, por exemplo, do processo de lixagem. Este subproduto é utilizado como biomassa nas caldeiras da própria ACC para a produção de energia elétrica, sendo outra parte vendido para utilização em novos produtos. Mais de 60% das necessidades energéticas da empresa são satisfeitas pela sua utilização;

- Resíduos são todos aqueles materiais que não são passíveis de ser processados novamente e, por esta razão, são enviados para empresas de gestão de resíduos para um destino final adequado.

Em relação à espuma com cortiça, este é um produto final, resultado de um fluxo específico com um fornecedor de espumas. Neste caso o fornecedor envia as espumas que são transformadas pela ACC num novo produto que retorna a este fornecedor, permitindo assim o fecho do ciclo deste material.

A tabela 6 apresenta os *inputs* do processo produtivo da ACC assim como as quantidades de resíduos/subprodutos consumidas pela empresa em 2016. Nesta tabela foram incluídos também os desperdícios internos e pó de cortiça resultantes do próprio processo.

Tabela 6 – Consumos de Resíduos e Subprodutos em 2016 (toneladas)

Resíduos/Subprodutos	Consumos 2016 (ton)
Rolhas de cortiça	233
Pneus	1804
EVA	68
Poliuretano	284
Plásticos Alta Densidade	n.d.
Espumas	n.d.
Pó de Cortiça	6876
Desperdícios Internos	3500

Fonte: Elaboração própria com base na informação interna da empresa

d) Plataformas de Partilha de Informação

Enquadrado na sua estratégia de economia circular, a ACC faz parte do Grupo de Trabalho *Economia Circular e Simbioses Industriais* do BCSD-Portugal (Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável). O BCSD-Portugal é uma associação sem fins lucrativos, de utilidade pública que representa várias empresas que se comprometem com o Desenvolvimento Sustentável.

Este é um projeto que tem como objetivo a procura de oportunidades de valorização e reciclagem dos resíduos/subprodutos entre empresas da rede BCSD. Os resultados deste grupo de trabalho deverão permitir um mapeamento das quantidades de resíduos produzidos e rececionados pelas empresas participantes permitindo assim a identificação de oportunidades para eventuais sinergias industriais, assim como um estudo de impacto do reaproveitamento dos resíduos mapeados ao nível nacional e o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à identificação de novas oportunidades de valorização dos resíduos.

Neste momento está a ser realizada uma análise dos dados da recolha de informação dos participantes em estudo que já foi realizada para o mapeamento e identificação de oportunidades.

Além da participação neste grupo da BCSD, a ACC faz parte da Associação empresarial sem fins lucrativos *Smart Waste Portugal* que tem como objetivos o desenvolvimento de ações que permitam uma maior esclarecimento na temática de resíduos, contribuindo para a cooperação entre diferentes parceiros no desenvolvimento de novos projetos.

3.4 Descrição do Projeto de Estágio

3.4.1 Pesquisa de novas fontes de resíduos/subprodutos

Fatores para a seleção das novas fontes

Para um processo de investigação de novos materiais um dos primeiros desafios que se colocam é *Procurar o quê?* Isto é, quais os fatores que devem ser considerados para a seleção dos resíduos/subprodutos. Assim, após várias reuniões⁹ com responsáveis na área da inovação, gestão de segmento de negócio e das operações, foram selecionados os fatores identificados na figura 15, descritos em seguida.

⁹ Estas reuniões foram enquadradas no plano de acolhimento do estágio entre setembro e outubro de 2016 com colaboradores que trabalham nas áreas referidas.



Figura 15 – Fatores a considerar na seleção dos resíduos/subprodutos

Fonte: Elaboração própria

- Consistência da Fonte: a fonte neste caso é a empresa produtora de resíduos que, preferencialmente, deverá ter um tipo de produção em massa de um único tipo de produto. Este fator é importante para garantir a consistência quer ao nível de quantidades quer ao nível das características dos resíduos/subprodutos que não deverão variar de forma significativa, para não colocarem em causa a qualidade e as características do produto final;
- Quantidades disponíveis: este é um fator muito importante para garantir volume e quantidade suficientes para a industrialização em escala. Isto significa que, se for encontrado um novo tipo de resíduos com quantidades significativas, este é um motivo para que essa fonte seja considerada relevante e, face a isto, poder ser desenvolvido um eventual produto. O que se pretende dizer com “quantidades significativas” depende do tipo de aplicação, podendo ser algumas centenas de toneladas de resíduos por ano;

- Tecnologia: este é um fator relacionado com o processo produtivo da empresa. Os resíduos encontrados que possam ser processados com a tecnologia atual são preferenciais, uma vez que podem ser utilizados no curto prazo. Em todo o caso, podem ser encontrados outros resíduos que, embora não possam ser utilizados no imediato, podem ser considerados. Estes novos materiais podem ser um contributo importante para justificar novos investimentos tecnológicos por parte da empresa no médio ou longo prazo ou o estabelecimento de parcerias com outro tipo de empresas;
- Natureza/Tipologia dos materiais: os resíduos têm de ser não perigosos e, para poderem ser utilizados com a tecnologia atual da empresa, devem ter características que não sejam muito diferentes da cortiça, nomeadamente em termos da densidade dos materiais. Caso sejam identificados resíduos com características diferentes é preciso considerar como é que essas características poderão acrescentar valor à cortiça;
- Custos: este é um fator essencial para a avaliação da viabilidade económica para a aquisição de determinado resíduo. Os custos podem envolver uma eventual compra do resíduo/subproduto além dos custos de transporte. Neste último caso, é preciso ter em conta não apenas os aspetos relativos à distância (quanto maior a distância maiores os custos de transporte) mas também o seu acondicionamento (a possibilidade de trituração *in loco* do resíduo permite a otimização do transporte). Além destes custos podem existir custos administrativos relacionados, por exemplo, com pedidos de licença para armazenamento e processamento dos resíduos;
- Legislação: é necessária uma licença de gestão de resíduos para o seu armazenamento e valorização. Além disto, é necessário ter em conta a legislação para o transporte de resíduos que deve ser sempre acompanhado com a respetiva guia de acompanhamento dos resíduos (GAR). Anualmente a quantidade de resíduos rececionada tem de ser comunicada à Agência Portuguesa do Ambiente

(APA) através do preenchimento e submissão do Mapa Integrado de Registo de Resíduos (MIRR). Além desta legislação ambiental aplicada em território nacional, no caso de haver interesse em resíduos fora de Portugal, neste caso é aplicada a legislação relativa ao Movimento Transfronteiriço de Resíduos.

Recolha de Informação

Para o processo de identificação de potenciais fontes de resíduos/subprodutos as informações recolhidas resultaram do contato via telefónica e por correio eletrónico a diferentes empresas. As perguntas realizadas às empresas consistiram no seguinte:

- Quais as tipologias de resíduos produzidos?
- Quais as quantidades anuais geradas?
- Qual o seu destino final?

A pesquisa de empresas foi realizada através do motor de pesquisa Google, associações de empresas, base de dados de empresas (SABI) e contactos internos da ACC.

Para análise da informação recolhida e catalogação das amostras foi criada uma base de dados em Microsoft Access 2013.

Esta base de dados é uma ferramenta de consulta das informações gerais de contato das empresas, tipos e quantidades de resíduos que cada empresa produz e com informações ao nível das características técnicas dos materiais relativos às amostras recolhidas (por exemplo, densidade e dureza), que pode ser atualizada diretamente pela equipa de I&D (figura 16)

Figura 16 – Template do Microsoft Access para gestão da informação recolhida

Fonte: Elaboração Própria

Com base na informação armazenada nesta base de dados foi criada uma *pivot* em Microsoft Excel que permite uma maior facilidade na análise da informação.

O esquema da figura 17 apresenta um resumo do processo de recolha e tratamento da Informação.

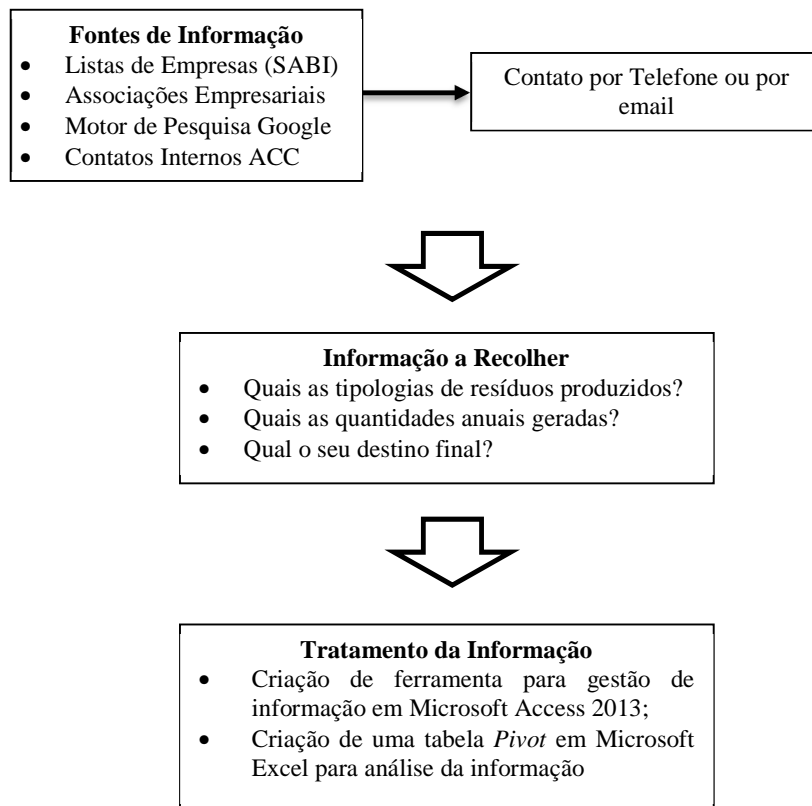


Figura 17 – Esquema de recolha e tratamento da informação

Fonte: Elaboração Própria

No decurso do período de trabalho, foram contactadas 403 empresas das quais 175 responderam, o que corresponde a 43,4% do total de contactos efetuados. Das 175 empresas que responderam, apenas 77 divulgaram quantidades de resíduos produzidas, sendo que as restantes responderam que não estavam interessadas ou que reutilizavam os próprios resíduos ou não quiseram divulgar as quantidades geradas por motivo de confidencialidade.

Das respostas obtidas 54% pertencem à indústria do calçado (figura 18), uma vez que foi feito um esforço para contactar empresas deste tipo de indústria. Este esforço justifica-se

pelo facto da tipologia dos resíduos gerados nesta indústria poderem ser adequados para a incorporação com a cortiça e processados com tecnologia existente na ACC. Em relação à localização, 77% das empresas que responderam encontram-se em Portugal e as restantes em vários países, nomeadamente Espanha, Alemanha, Itália, Marrocos, Roménia, Brasil, México, Reino Unido, Vietname e Turquia.

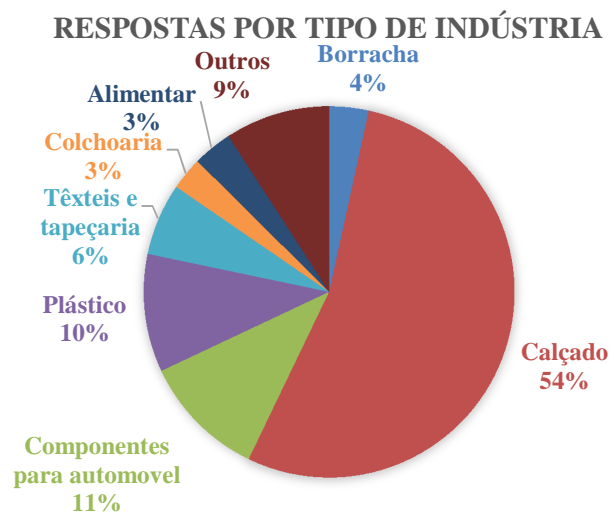


Figura 18 – Respostas obtidas por tipo de indústria

Fonte: Elaboração própria

A figura 19 apresenta os tipos de reciclados identificados, quantidades de cada tipo e número de empresas que produzem esse reciclado. Estes dados referem-se às empresas que responderam a todas as informações solicitadas.

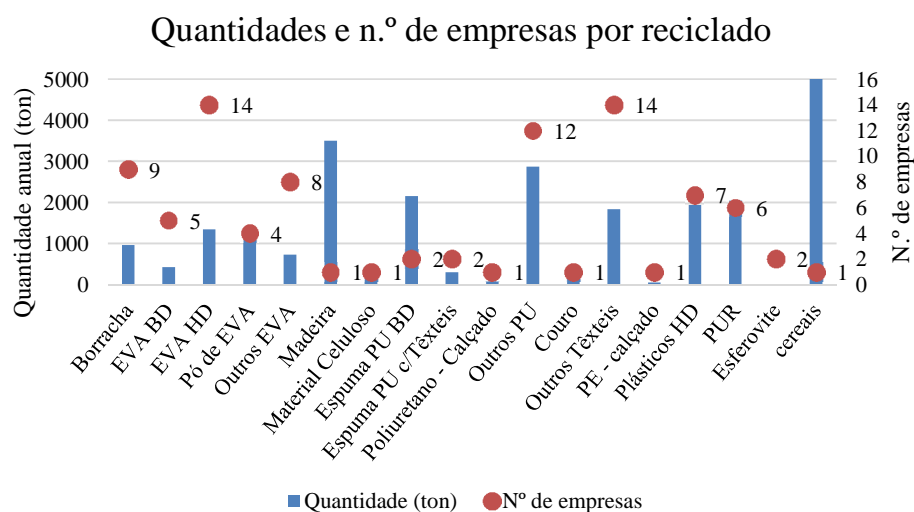


Figura 19 – Tipos de resíduos, quantidades e número de empresas

Fonte: Elaboração Própria

Após o contato com as empresas a solicitar os dados referidos, caso a tipologia fosse desconhecida ou potencialmente relevante era solicitada uma amostra dos resíduos/subprodutos junto da empresa. As amostras recebidas eram catalogadas através de fotografias e colocadas numa pasta partilhada com a equipa do projeto. Posteriormente a amostra física dos resíduos era enviada para o laboratório para avaliação da sua adequabilidade.

Mensalmente, eram realizadas reuniões com a equipa de I&D sobre as amostras enviadas para o esclarecimento de eventuais dúvidas e para uma avaliação preliminar da adequabilidade dos resíduos/subprodutos. Esta avaliação preliminar consistia essencialmente numa avaliação da tipologia do resíduo, mas também eram consideradas as quantidades disponíveis e o seu destino final.

Avaliação da adequabilidade dos resíduos/subprodutos

Os resíduos/subprodutos identificados como *Adequados* correspondem àqueles que já foram aprovados por parte da ACC (EVA de baixa e alta densidade e PUR), mas para os quais existe uma necessidade de novas fontes para garantir uma quantidade de resíduos suficientes para satisfazer as necessidades do mercado. Aqueles identificados como *Não*

Adequados/Necessários são aqueles que não podem ser utilizados pela ACC ou que, pelas suas características, não vão acrescentar valor à cortiça, ou ainda porque não existe uma necessidade de novas fontes de resíduos/subprodutos, como é o caso dos pneus/borracha e plásticos de alta densidade. Importante realçar que, neste caso, embora num determinado momento esses resíduos possam não ser adequados, futuramente podem voltar a ser considerados caso surja uma nova aplicação para a qual possam fazer sentido. Por fim, aqueles identificados como *Em Análise* são os resíduos/subprodutos que ainda estão em fase de ensaios por parte da equipa de I&D e, por isso, pendentes de aprovação ou então aqueles materiais que, embora não possam ser utilizados no curto prazo pela ACC por limitações tecnológicas, pelas quantidades encontradas e pelas suas características podem ser materiais que justifiquem novos investimentos em tecnologia ou então o estabelecimento de eventuais parcerias. Na figura 20 estão apresentadas a avaliação da adequabilidade por tipo de materiais encontrados ate ao momento.

Adequado	Não Adequado/Necessário	Em Análise
<ul style="list-style-type: none"> •EVA Baixa Densidade •EVA Alta Densidade •PUR 	<ul style="list-style-type: none"> •Borracha •Outros EVA •Madeira •Material Celuloso •Outros Poliuretano •Outros Têxteis •PE - Calçado •Plásticos Alta Densidade •Esferovite •Cereais 	<ul style="list-style-type: none"> •Pó de EVA •Espuma PU Baixa Densidade •Espuma PU c/Têxteis •Poliuretano - Calçado •Couro •Têxteis Técnicos

Figura 20 – Análise da adequabilidade dos tipos de resíduos identificados por parte da equipa de I&D

Fonte: Elaboração Própria

O fluxograma do anexo D apresenta um resumo das principais atividades envolvidas neste processo.

No caso dos materiais aprovados estes têm de ser validados pela equipa de I&D através de ensaios laboratoriais e eventuais ensaios industriais. Se se enquadrarem nas tipologias já existentes, podem ser integrados nos fluxos existentes. Em relação aos materiais classificados como não aprovados, o seu processo não tem continuidade, sendo que a

decisão é comunicada aos fornecedores respetivos. Sobre os resíduos classificados como *Em Análise*, no caso de ser identificada uma possível aplicação para os mesmos é constituída uma equipa de gestão de projeto que pode envolver elementos das Operações, Inovação e GSM (Gestão Global do Segmento). Pode também ocorrer a situação de um material ser aprovado pelo laboratório para um produto já desenvolvido mas que, a nível industrial, sejam necessárias algumas alterações e eventuais investimentos adicionais. Neste caso, é necessária a constituição de uma equipa de operações para análise de investimentos.

3.4.2 Caso de Estudo – EVA de Alta Densidade

Durante o estágio um dos resíduos/subprodutos identificados foi o de EVA de Alta Densidade proveniente da indústria do calçado pelas quantidades disponíveis e pela possibilidade de processamento com a tecnologia atual da empresa. Uma vez que este material não é classificado como subproduto em Portugal, a partir de agora este será designado apenas como resíduo.

Depois da avaliação da sua adequabilidade, as empresas produtoras de resíduos eram contactadas para mostrar o interesse na recolha dos mesmos. Para tal eram acordadas as condições de recolha, nomeadamente o modo de armazenamento dos resíduos, as responsabilidades em relação ao transporte e era enviada uma especificação do produto de EVA de alta densidade que foi criada no contexto do estágio.

Esta especificação tinha como objetivo definir as questões do armazenamento dos resíduos, responsabilidades do transporte e sensibilizar para a importância destes resíduos estarem limpos e isentos de qualquer tipo de material que não o EVA (anexo E).

Além disto foram também realizadas visitas com a Responsável de Ambiente da ACC aos fornecedores de EVA de Alta Densidade para alertar para a importância da especificação referida e para conhecer, pessoalmente, os fornecedores e parceiros do projeto.

Em relação à pesquisa de novas empresas produtoras deste resíduo, esta centrou-se essencialmente nas indústrias do calçado, componentes do calçado e fabricação de

borracha para o setor do calçado em território nacional, principalmente nos principais *clusters* do calçado em Portugal: São João da Madeira e Felgueiras (figura 21).

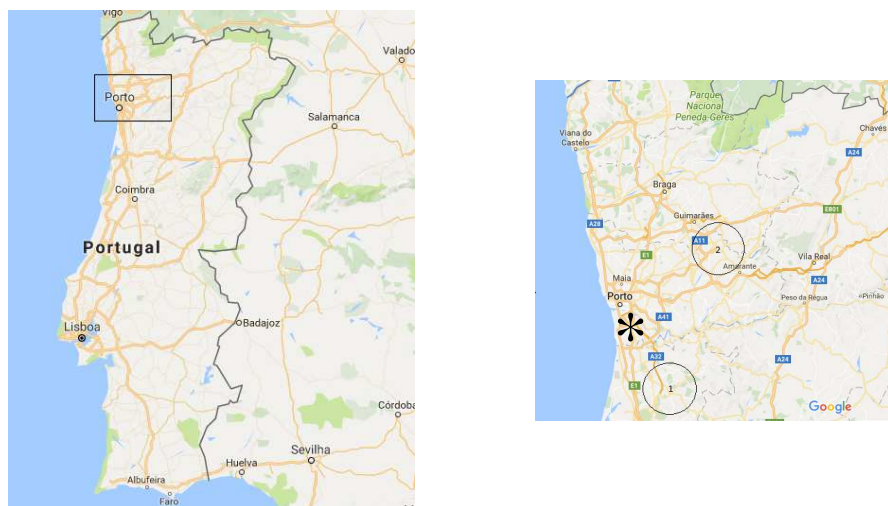


Figura 21 – Localização da Área Industrial da SI. Na figura da direita o asterisco representa a localização da ACC a localização da ACC, o círculo 1 representa o cluster de São João da Madeira e o círculo 2 representa o cluster de Felgueiras

Fonte: Elaboração própria com base no Google Maps

Da pesquisa efetuada foi identificado um potencial de cerca de 180 toneladas de resíduos de EVA de Alta Densidade em Portugal, de acordo com a tabela 7. Esta tabela apresenta a caracterização de cada uma das empresas, que aqui se encontram codificadas, a distância entre a empresa produtora de resíduos de EVA e a ACC, o número de trabalhadores de cada empresa e a quantidade de resíduos estimados.

Tabela 7 – Caracterização dos fornecedores de Resíduos de EVA Alta Densidade em Portugal

Empresa	Distância (km)*	N.º de trabalhadores (Dados 2015)**	Quantidade disponível (ton/ano)***
E.1	35	27	4
E.2	70	61	7
E.3	50	17	24
E.4	10	38	101
E.5	10	335	26
E.6	70	88	3
E.7	70	219	15

E.8	30	88	3
Total			183

Fonte: Elaboração própria; *Distância entre as empresas produtoras de Resíduos e a ACC obtido através das informações das empresas e Google Maps ; ** Informação obtida através da base de dados SABI; ***Informação obtida através do projeto de estágio.

Uma vez que a quantidade identificada em Portugal poderia não ser suficiente para as necessidades do mercado foi realizada uma procura noutros países. A tabela 8 apresenta a quantidade de EVA de alta densidade identificada até ao momento por país, assim como o estado referente à decisão da recolha. Neste caso a decisão prendeu-se sobretudo pela análise da viabilidade económica em termos de custos de transporte.

Tabela 8 – Quantidades disponíveis e estado sobre a decisão de recolha

País*	Quantidade Disponível (ton/ano)**	Estado***
Portugal	183	A recolher
Espanha	80	Processo MTR
Espanha	930	Pendentes de Caracterização
Itália	100	Análise de viabilidade económica
França	90	Não é economicamente viável
Indonésia	<200	Não é economicamente viável

Fonte: Elaboração própria baseado em *Contatos de empresas nos referidos países no decorrer do estágio; **Informação obtida no decorrer do estágio; ***Ponto de situação referente ao estado de recolha nas empresas localizadas nos referidos países.

Dos países referidos, aquele que se destaca é Espanha, isto porque foi realizada uma pesquisa de empresas mais aprofundada neste país, principalmente na região de Alicante que é o principal *cluster* do calçado em Espanha. Desta pesquisa resultou uma visita presencial às empresas em maio de 2017. Uma das empresas em Espanha já foi validada e a recolha encontra-se em processo de Movimento Transfronteiriço de Resíduos.

Relativamente aos outros países, foi encontrada uma fonte com pelo menos 200 toneladas de resíduos na Indonésia e de 90 toneladas em França, no entanto, devido à distância, os custos de transporte tornam a sua recolha inviável. Em relação à empresa identificada em

Itália, neste momento a decisão de recolha está pendente para avaliação dos custos de transporte.

Assim, é possível concluir que no caso do resíduo de EVA de Alta Densidade a sua recolha é viável em Portugal e em Espanha.

- **Processo de Movimento Transfronteiriço de Resíduos**

No caso em estudo e particularmente para a transferência de resíduos de Espanha para Portugal, foi contratada uma empresa consultora com experiência neste tipo de projetos. Neste processo foi realizado um levantamento de possíveis empresas que pudessem ter experiência em Movimento Transfronteiriço de Resíduos e solicitados pedidos de orçamento tendo resultado na seleção de uma empresa.

O resíduo de EVA de Alta Densidade do processo de transferência como terá como destino a valorização, pode enquadrar-se como *[B3010] Resíduos plásticos na forma sólida* de acordo com a lista do Anexo IX da Convenção de Basileia, sendo assim classificado como lista verde.

Assim, a empresa produtora dos resíduos foi contactada para mostrar o interesse na recolha dos resíduos referidos e foi dado início ao processo de transferência. A empresa consultora elaborou o contrato necessário para o efeito da transferência de resíduos que, depois de assinado pelas duas partes deverá ser enviado para a *Dirección General del Cambio Climático y Calidad Ambiental* da Região de Valência juntamente com o formulário do anexo A que deverá ser enviado cinco dias antes da primeira transferência.

- **Exemplo de Eco-inovação: Amorim Eco21dB**

A elevada disponibilidade dos resíduos de EVA de Alta Densidade, aliado à possibilidade de processamento interno quer ao nível de trituração quer ao nível de aglomeração levou a equipa de I&D a estudar este material no último ano, tendo chegado à conclusão que a incorporação de EVA de Alta Densidade com cortiça resulta num produto final com uma excelente rigidez dinâmica que é uma característica fundamental para as aplicações de *Underlay*.

Assim, os bons resultados obtidos quer nos ensaios em laboratório quer nos ensaios de trituração e aglomeração a nível industrial, resultaram na aprovação para o desenvolvimento do produto por parte da Direção. Desta forma, deu-se início a uma procura mais aprofundada de resíduos de EVA de Alta Densidade e o início da recolha deste material para o seu armazenamento em stock a partir de novembro de 2016.

Em julho de 2017 este novo produto foi lançado no mercado com a designação de *Amorim 21dB* para o setor da construção para pisos LVT (*Luxury Vinyl Tiles*) sendo um produto que reúne os princípios da economia circular aliado a uma performance exemplar (ACC, 2017). A figura 22 apresenta um esquema desenvolvido pela equipa de Marketing da ACC que integra o conceito da EC na divulgação do novo produto.



Figura 22 – Esquema desenvolvido pela equipa de Marketing para a divulgação do produto Amorim ECO21dB

Fonte: ACC (2017)

- **Quantificação dos benefícios ambientais e económicos**

A rede de SI dos resíduos de EVA de Alta Densidade não apresenta volumes muito significativos, no entanto podem ser efetuados alguns cálculos simples e uma quantificação preliminar sobre os benefícios que é possível obter.

Assim, a tabela 9 apresenta a descrição de benefícios ambientais e económicos prováveis, assim como os principais beneficiários.

Tabela 9 – Descrição de alguns dos benefícios ambientais e económicos do projeto

Benefícios	Descrição	Beneficiários
Ambientais	• Redução de resíduos de EVA enviados para aterro para valorização	Sociedade
	• Redução no consumo da matéria prima cortiça	Sociedade
Económicos	• Redução dos custos pelo envio de resíduos para aterro;	Empresas produtoras de resíduos
	• Redução dos custos pela substituição da matéria-prima cortiça por EVA;	ACC
	• Criação de um novo produto baseado nos princípios da economia circular (eco-inovação) – expectativa de aumento das vendas;	ACC

Fonte: Elaboração Própria com base em Guo et al. (2016)

Com base no estudo de Guo et al. (2016) para o cálculo dos benefícios ambientais e económicos, foram consideradas as formulações da tabela 10.

Tabela 10 – Formulações para o cálculo dos benefícios ambientais e económicos

<i>Redução da emissão de Resíduos</i>	$RER = \sum_i Q_i$	Em que: RER – Redução da Emissão de Resíduos (ton) Q _i – Quantidade de Resíduos de EVA de Alta Densidade da empresa i
<i>Redução do consumo da matéria-prima cortiça</i>	$RCC = \sum_i S_i \cdot Q_i$	Em que: RCC – Consumo da matéria-prima cortiça evitado (ton) S _i – Taxa de substituição da matéria-prima cortiça pelo EVA de Alta Densidade (%) Q _i – Quantidade de Resíduos de EVA de Alta Densidade da empresa i (ton)
<i>Redução dos custos de envio dos resíduos de EVA de Alta Densidade para aterro</i>	$CA = \sum_i Q_i \cdot P_i$	Em que: CA – Custos evitados pelo envio dos resíduos para aterro (€/ton) Q _i – Quantidade de Resíduos de EVA de Alta Densidade da empresa i P _i – Preço pela deposição de resíduos em aterro (€/ton)

Fonte: Elaboração Própria baseado em Guo et al. (2016)

Para a quantificação dos benefícios ambientais e económicos do produto desenvolvido, foram considerados os seguintes pressupostos:

- Taxa de deposição final de resíduos em aterro de 40€/ton¹⁰;
- Não foram considerados os custos de transporte por parte das empresas produtoras de resíduos até ao destino final de eliminação de resíduos, devido à falta de informação relativamente à logística de gestão de resíduos das mesmas;
- Não foram consideradas diferenças ao nível da produtividade do processo entre o processamento do EVA de Alta Densidade e a cortiça.
- Taxa de substituição da matéria-prima cortiça pelo EVA de Alta Densidade de 100%, isto é, 1 tonelada de EVA de Alta Densidade substitui 1 tonelada de cortiça.

A tabela 11 apresenta uma estimativa dos custos de eliminação de resíduos por empresa, ou seja, a quantificação de alguns dos benefícios económicos para as empresas que fornecem o output. Os cálculos tiveram como suporte os dados da tabela 7, relativamente às quantidades disponíveis e a taxa de deposição de resíduos em aterro de 40€/ton.

Tabela 11 – Quantidade de resíduos disponíveis por empresa e custos estimados de eliminação dos resíduos

Empresa	Quantidade disponível (ton/ano)***	Custos eliminação resíduos (€/ano)
E.1	4	160
E.2	7	280
E.3	24	960
E.4	101	4040
E.5	26	1040
E.6	3	120
E.7	15	600
E.8	3	120
Total	183	7.320

Fonte: Elaboração própria

¹⁰ Este valor foi definido tendo como base a taxa de deposição em aterro dos resíduos industriais banais da ACC.

A tabela 12 apresenta os principais resultados obtidos sobre a quantificação de alguns benefícios ambientais e económicos com a implementação da SI do resíduo com EVA de Alta Densidade, seguindo vertentes apresentadas na tabela 9 e cingindo-se aos dados escassos de que dispomos. Importante realçar que, como referido, não foram considerados eventuais custos de transporte das empresas produtoras de resíduos até à unidade de eliminação de resíduos pelo que o valor obtido sobre os custos evitados de envio para aterro foram estimados por defeito.

Temos consciência que nos limitamos a indicar algumas das vertentes diretas de influência ambiental. Obviamente que os benefícios efetivos são muito superiores, mas para que fossem contabilizados, teria que ser considerado todo o espectro possível de efeitos, através de metodologia apropriada que não se encontra no âmbito deste trabalho.

Ficam de fora, por exemplo, redução nos custos da saúde (embora no global, numa percentagem ínfima) resultantes da existência de uma alternativa de substituição para a incineração ou deposição em aterro dos resíduos de EVA.

Tabela 12 – Quantificação de alguns dos benefícios ambientais e económicos do caso de estudo

Benefícios	Descrição
Ambientais	Redução de cerca de 180 toneladas/ano de EVA de Alta Densidade em Portugal ¹¹
	Redução na utilização de 180 toneladas de matéria-prima cortiça/ano ¹²
Económicos	Custos evitados de envio para aterro por parte dos produtores de resíduos num total de cerca de 7.300€/ano ¹³
	Redução de pelo menos 50% nos custos de aquisição da matéria-prima pela

¹¹ Resultados obtidos através da aplicação da fórmula (1) tendo como base os dados da tabela 7;

¹² Através da aplicação da fórmula (2) e considerando uma taxa de substituição de 100%, isto é, espera-se que 1 tonelada de EVA de Alta Densidade possa substituir 1 tonelada de matéria-prima cortiça;

¹³ Obtenção dos resultados através da aplicação da fórmula (3) e dos pressupostos referidos anteriormente (tabela 11);

	substituição da cortiça pelo EVA de Alta Densidade. ¹⁴
	Não foi quantificado o aumento das receitas adicionais pela venda do novo produto. ¹⁵

Fonte: Elaboração Própria

No processo de desenvolvimento deste produto não foram necessários investimentos adicionais em termos de tecnologia para o seu processamento. No entanto, existe sempre um investimento pelo desenvolvimento do processo de inovação relacionado com a alocação dos recursos humanos e realização de ensaios laboratoriais e industriais, mas que não foi possível quantificar neste trabalho, por falta de informação disponível. Além disto, a ACC é responsável pelo transporte dos resíduos das empresas produtoras até às suas instalações. Assim existe aqui um investimento da ACC em relação aos custos de transporte.

3.5 Discussão dos Resultados do estágio frente aos estudos revistos na literatura

Neste ponto far-se-á um breve sumário da questão em estudo no estágio, tendo como base um confronto com os vários tópicos analisados no enquadramento deste trabalho e respetivos resultados, a ver até que ponto há concordância, ou não, deste caso concreto com a literatura existente.

Como Lieder & Rashid (2016) referem, a economia circular é um novo modelo que considera aspetos relativos à escassez de recursos, ao impacte ambiental e benefícios económicos para as empresas. Como tal, foram considerados neste trabalho os conceitos de economia circular, uma vez que é também objetivo da empresa encontrar novas

¹⁴ Neste caso não foi aplicada nenhuma fórmula. O valor referido foi obtido através dos dados fornecidos pela empresa que consideram o preço da matéria-prima cortiça e o custo de aquisição dos resíduos de EVA de Alta Densidade que correspondem aos custos de transporte entre os produtores de resíduos e a ACC.

¹⁵ O produto Amorim ECO21dB foi lançado no mercado em julho de 2017. Como tal, ainda não existem dados suficientes para quantificar o aumento das vendas expectáveis.

soluções que respondam ao cenário de escassez da matéria-prima cortiça que, por conseguinte, deverá refletir-se num aumento do seu preço de aquisição. Além disto, a ACC foi criada com o propósito de reciclar todos os desperdícios de cortiça das outras empresas promovendo assim a circularidade deste material. Portanto este conceito de economia circular está na base da criação da ACC pelo que faz sentido para a empresa continuar a desenvolver esta estratégia.

A economia circular deve ser implementada ao longo de toda a cadeia dos produtos ou serviços e, para tal, as empresas podem adotar diferentes abordagens. No caso da ACC podem ser enumeradas várias abordagens baseadas na economia circular, nomeadamente ao nível micro a reciclagem de todos os desperdícios de cortiça, a reutilização das rolhas pós-consumo, provenientes do projeto GreenCork, a certificação pela ISO14001 que pode ajudar a empresa a reduzir os seus impactes ambientais através de uma maior eficiência no seu processo produtivo e ao nível meso a implementação de simbioses industriais dos seguintes resíduos/subprodutos e indústrias: pneus da indústria da borracha, plásticos de alta densidade provenientes de empresas recicladoras, poliuretano da indústria automóvel, espumas da indústria dos plásticos e EVA da indústria do calçado.

Neste contexto, o presente estágio focou-se na procura de novos resíduos/subprodutos de outras indústrias para a implementação de novas redes de simbioses industriais. Foram assim identificadas várias industriais e tipologias de resíduos/subprodutos, sendo que o resíduo que mais se destacou foi o de EVA de Alta Densidade. Foram realizados mais esforços de procura deste resíduo pelas suas propriedades e pelas quantidades disponíveis, tendo sido efetuadas oito parcerias para a recolha deste material, em Portugal.

Durante este processo de implementação de SI foram identificados vários tópicos que, pela sua relevância no tema da SI merecem uma particular atenção. Desta forma, foram discutidos os temas sobre as questões regulatórias, o papel da proximidade geográfica, o papel da eco inovação, a quantificação dos benefícios ambientais e económicos assim como a identificação das barreiras e fatores determinantes num contexto de SI através da comparação entre os resultados obtidos e a literatura relevante na área.

O projeto desenvolvido na ACC é exemplo de uma SI *self-organized* ou *bottom-up*, uma vez que este projeto surge da iniciativa da empresa que procura a obtenção de benefícios

através da troca física de resíduos e/ou subprodutos entre empresas de outras indústrias (Boons et al, 2016; Ghali et al., 2017).

Como referido por Ghali et al. (2017), as empresas têm de obter as informações necessárias para a criação destas sinergias. Para tal, no caso em estudo, como não estão disponíveis informações sobre a tipologia e quantidades dos resíduos produzidos pelas empresas foi necessário entrar em contato direto com as mesmas. Assim, como defendido por Lombardi & Laybourn (2012), Simboli et al (2014), Madsen et al. (2015) e Boons et al. (2016), é possível concluir que a colaboração e partilha de informação entre os *stakeholders* é um aspeto fundamental para a implementação da SI.

- **Questões Regulatórias**

As questões regulatórias ou legislativas ao nível da SI são muitas vezes referidas como barreiras à sua implementação. Neste ponto, o Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal é um documento muito relevante. A ACC é identificada neste documento como um exemplo de uma empresa que promove a circularidade de materiais, neste caso a cortiça. Este documento sugere ainda a criação de Acordos Circulares entre entidades internacionais que pode ser potencialmente relevante para ACC no caso da procura de resíduos fora de Portugal para ultrapassar algumas dificuldades encontradas ao nível do Regulamento do Movimento Transfronteiriço de Resíduos.

A desclassificação de resíduos para subprodutos assume também uma particular relevância, não tanto a nível nacional uma vez que a ACC já está licenciada para a gestão de resíduos, mas sobretudo ao nível internacional em específico com países fora da Comunidade Europeia.

Em Portugal, não existem bases de dados públicas com a informação das tipologias e quantidades de resíduos disponíveis e a recolha de informação é difícil. Assim, uma vez que as empresas já enviam esta informação para a APA através do MIRR por código LER (Lista Europeia de Resíduos), esta entidade poderia agilizar processos de simbioses industriais através do tratamento dos dados que dispõe.

Por fim, no âmbito da sua estratégia para a Economia Circular, o Ministério do Ambiente criou um portal de Economia Circular (*eco.nomia.pt*) bastante útil na divulgação de

notícias e eventos neste tema, assim como a divulgação de diferentes exemplos de ações de economia circular, como é o caso das simbioses industriais.

- **Proximidade Geográfica**

A proximidade geográfica é defendida por vários autores como um dos fatores de sucesso para a simbiose industrial quer ao nível da dimensão económica (redução do custo de transporte) quer ambiental (redução das emissões de CO₂ ao nível do transporte) (Rosa & Beloborodko, 2015).

Vários estudos tentam mostrar como este fator influencia na simbiose industrial (Jensen et al., 2011; Prosman et al., 2017). No decurso da realização deste estágio, chegou-se à conclusão que este é um fator relevante que pode ou não tornar a aquisição de determinado resíduo ou subproduto viável. No entanto, não é possível definir concretamente o que é ou não próximo porque depende de vários fatores, entre os quais:

- Tipo de produto e aplicação: O desenvolvimento de produtos de baixo ou alto valor acrescentado pode influenciar na compra de resíduos ou subprodutos mais ou menos próximos;
- Características dos resíduos ou subprodutos, particularmente a densidade: Materiais mais ou menos leves influenciam fortemente nos custos de transporte, isto é, materiais com uma menor densidade têm um maior custo de transporte (€/kg) e podem tornar inviável a sua aquisição em longas distâncias;
- Tecnologia: Os custos de processamento são um outro fator a ter em consideração, assim como a necessidade ou não de aquisição de tecnologia nova ou complementar que, neste caso, iria incrementar os custos.
- Preço dos resíduos ou subprodutos: A valorização dos resíduos ou subprodutos no mercado pode ser um outro fator que pode tornar inviável a sua aquisição. Este fator não está diretamente relacionado com a distância, contudo uma possível recolha numa empresa mais distante apresenta custos de transporte mais elevados, pelo que pode não haver margem para a valorização destes materiais.

No caso em estudo de EVA de Alta Densidade, apesar da designação do mesmo, este é um material de leve no entanto, neste momento, para o produto que foi desenvolvido, a sua recolha pode ser viável em empresas em Portugal ou Espanha.

- **Eco-Inovação**

Como referido por Mestre & Gil (2011) a cortiça é um dos materiais mais versáteis do mundo e que possui um grande potencial de inovação. Na ACC, já existem vários produtos que incorporam resíduos/subprodutos, nomeadamente o pneu, poliuretano, plásticos alta densidade, espumas e EVA. Como tal, é possível concluir que o setor da cortiça apresenta um grande potencial de inovação através da implementação de SI.

Assim, como defendem os autores Lombardi & Laybourn (2012) a SI surge como uma ferramenta para a eco-inovação e que, no caso em estudo, permitiu a criação do novo produto Amorim ECO21dB. Este é um novo produto para o setor da construção com incorporação de cortiça e resíduos de EVA de Alta Densidade, sendo um produto com um excelente desempenho para a aplicação para o qual foi desenvolvido, em comparação com um outro produto que apenas incorpore cortiça, permitindo assim a criação de valor. Este é um tipo de eco-inovação que, de acordo com Eco-Innovation Observatory (2016), envolve o desenho de um novo produto e também uma alteração ao nível do modelo de negócio, em que o produto é desenvolvido através da implementação de simbioses industriais entre várias empresas de diferentes indústrias.

Neste caso, como referido por Velenturf (2016) a colaboração é um aspeto essencial para o desenvolvimento do processo de inovação, nomeadamente nos processos de inovação em que os resíduos são utilizados como recursos. A necessidade de uma elevada quantidade de resíduos contribui para o alargamento da rede de fornecedores, ou seja, para a diversificação das fontes o que deverá permitir também uma maior segurança no abastecimento.

De realçar ainda que, no caso do produto Amorim ECO21dB, este foi desenvolvido tendo como base a tecnologia existente na ACC. Contudo, no futuro poderão ser consideradas tecnologias alternativas que permitam a criação de novos produtos que, com a tecnologia atual da empresa, não é possível. Isto significa que, um novo modelo de negócio baseado

na implementação de simbioses industriais, poderá envolver investimentos em diferentes tecnologias que permitam o processamento de diferentes tipos de resíduos ou subprodutos mas que, apesar disso, possam acrescentar valor à empresa.

- **Benefícios ambientais e económicos, riscos, barreiras e fatores determinantes**

Como referido anteriormente, a simbiose industrial pode permitir benefícios ambientais, nomeadamente pela redução de consumo de recursos e redução de resíduos enviados para aterro), assim como benefícios económicos como a redução de compra de matéria-prima virgem, redução dos custos de eliminação do resíduo e receita adicionais pela venda dos novos produtos (Chertow & Lombardi, 2005; Jacobsen, 2006; Dong et al, 2013; Guo et al., 2016). Além destes benefícios económicos podem ser gerados benefícios económicos indiretos relacionados a investimentos evitados, aumento da flexibilidade e segurança no abastecimento (Jacobsen, 2006).

Neste trabalho foi realizada uma quantificação preliminar de alguns benefícios económicos e ambientais, tendo como base o caso de estudo do resíduo de EVA de Alta Densidade. Os benefícios não são muito expressivos, quando comparados com outros casos de estudo de indústrias siderúrgicas, refinarias, químicas ou cimenteiras (Chertow & Lombardi, 2005; Jacobsen, 2006; Van Berkel et al., 2009; Dong et al., 2013; Guo et al., 2016). No entanto a indústria corticeira não é uma indústria pesada e este é um projeto muito recente e com um grande potencial pelo que estratégia deverá passar pela recolha de resíduos noutros países. Além disso, como já referido, foi só considerada uma parte limitada dos benefícios, cujos dados se conseguiram apurar.

Apesar dos benefícios esperados pela implementação deste projeto, existem também algumas barreiras e riscos do processo de desenvolvimento das SI:

- Falta de uma base de dados/plataforma com informações sobre as quantidades e tipologias de resíduos/subprodutos que existem assim como a falta de informação sobre as propriedades dos mesmos;
- Burocracia envolvida ao nível da legislação ambiental, principalmente em termos da importação de resíduos de países extra - Comunidade Europeia;

- Imprevisibilidade da reação do mercado face a um novo produto que incorpora resíduos/subprodutos;
- Possíveis riscos no fornecimento de resíduos: Em relação ao caso em estudo, riscos relativos à imprevisibilidade do mercado do calçado;
- Burocracia sobre a desclassificação de resíduos para subprodutos;
- Falta de plataformas eficazes que conciliem a oferta e procura de resíduos.

Por fim, segue aqui uma reflexão sobre os fatores que mais contribuíram para o desenvolvimento da rede de SI com o resíduo de EVA de Alta Densidade:

- A colaboração necessária para que as outras empresas divulguem informações sobre os seus resíduos e subprodutos;
- Elevada disponibilidade de resíduos ou subprodutos para viabilizar um eventual desenvolvimento de produto, tendo como base o conceito de eco-inovação;
- Aspectos geográficos relacionados com a localização geográfica que, por sua vez, tem um forte impacto sobre a viabilidade económica;
- Aspectos regulatórios principalmente relacionados com a importação de resíduos ao nível da legislação para o Movimento Transfronteiriço de Resíduos em países fora da Comunidade Europeia.
- Tecnologia e eco-inovação, a existência de uma equipa de I&D que se dedica ao desenvolvimento de novos produtos e a tecnologia adequada para o processamento desses resíduos.

Conclusão

As empresas apresentam um papel fundamental para a transição de um modelo económico linear para um modelo circular, seja a um nível micro, como por exemplo, a adoção de tecnologias mais limpas e de sistemas de gestão ambiental para a melhoria do seu desempenho ambiental, como também a um nível meso, onde se incluem várias abordagens entre as quais a implementação de SI para a troca de resíduos ou subprodutos entre empresas de diferentes indústrias.

A Amorom Cork, local em que foi realizado o estágio, constitui um exemplo duma implementação bem sucedida de SI, embora ainda numa fase preliminar

Em relação ao estágio desenvolvido foram identificados vários resíduos e subprodutos de outras indústrias. Para tal foram contactadas cerca de 400 empresas com uma taxa de resposta positiva de cerca de 43%. A principal indústria contactada foi a do calçado com 54% uma vez que existem vários resíduos desta indústria que podem ser incorporados com a cortiça. Foram contactadas empresas em Portugal (77%) mas também em outros países. Da pesquisa efetuada o principal resíduo identificado foi o de EVA de Alta Densidade proveniente da indústria do calçado.

Assim, para o desenvolvimento da rede de SI foi realizada uma procura mais aprofundada de empresas da indústria do calçado tendo resultado no estabelecimento de parcerias com oito empresas em Portugal. Para tal foi elaborada, em conjunto com a responsável de ambiente da ACC, uma especificação de produto de EVA de Alta Densidade para a definição das responsabilidades entre a empresa produtora de resíduos e a ACC, ao nível do transporte, armazenamento e características gerais do produto. A procura deste tipo de resíduos centrou-se não apenas em Portugal mas também noutros países, sendo que se chegou à conclusão que, neste momento, a recolha destes resíduos é viável para Portugal e Espanha. No caso da recolha de resíduos em Espanha, esta envolve a legislação sobre o Movimento Transfronteiriço de Resíduos e já existe um processo de MTR que está em desenvolvimento.

O desenvolvimento da rede de SI pode também ser considerado como um processo de eco inovação, sendo que na ACC, este culminou no desenvolvimento do produto *Amorim*

ECO21dB. A utilização dos resíduos de EVA de Alta Densidade no produto desenvolvido é muito positivo para a empresa, uma vez que permitiu excelentes resultados, em termos do desempenho técnico do produto.

Foi realizada também uma avaliação preliminar sobre os benefícios ambientais e económicos da recolha dos resíduos de EVA de Alta Densidade, tendo-se chegado à conclusão que este projeto permite o desvio de aterro de 180 toneladas de resíduos que, por sua vez, também permite a mesma quantidade de substituição da matéria-prima cortiça. Em relação aos benefícios económicos, para as empresas produtoras de resíduos estas envolvem custos evitados de cerca de 7.300€ e uma redução do custo de aquisição de matéria-prima, por parte da ACC, em, pelo menos, 50%. Estes benefícios não são muito significativos quando comparados com outras indústrias como a siderúrgica, química ou refinarias.

Os benefícios identificados, barreiras e fatores determinantes vão de encontro ao referido por vários estudos na literatura. A colaboração e partilha de informação entre empresas é um dos fatores essenciais para o desenvolvimento das parcerias. Em relação aos aspetos legislativos e regulatórios, a proposta sugerida pelo PAEC de Portugal sobre os acordos circulares pode ser uma mais-valia para o apoio de SI às empresas. Uma vez que a empresa utiliza vários tipos de resíduos diferentes na criação de novos produtos, nomeadamente o pneu, EVA, poliuretano, espumas e plásticos de alta densidade é possível afirmar que a SI é uma das ferramentas de eco inovação da ACC.

Um dos tópicos mais discutidos no âmbito da SI é o papel da proximidade geográfica sendo que não existe muito consenso sobre até que ponto este é ou não um fator de sucesso da SI. Através deste estudo, as conclusões indicam que os custos de transporte podem tornar inviável a recolha em locais mais distantes, mas não é possível definir o que é ou não próximo porque deve depender de vários fatores, entre os quais as características dos resíduos ou subprodutos e também do tipo de aplicação para o qual são utilizados.

Relativamente a trabalhos futuros, a quantificação dos benefícios económicos e ambientais na ACC é um tópico que pode ser mais aprofundado. Neste caso, podem ser incluídos não apenas os resíduos de EVA de Alta Densidade mas também os outros resíduos já utilizados pela empresa noutras redes de SI. Desta forma, seria possível mostrar qual a dimensão da rede de SI da empresa e a sua importância como fonte de

recepção de resíduos. Além disto, podia ser interessante a comparação de redes de SI diferentes (diferentes tipos de resíduos e subprodutos para aplicações distintas) numa mesma empresa. Para a quantificação dos benefícios ambientais, uma metodologia que parece ser indicada seria a avaliação do ciclo de vida do produto Amorim Eco21dB e comparação com produtos semelhantes existentes no mercado.

Finalmente e dado que o tema do movimento transfronteiriço de resíduos no âmbito da SI não é muito explorado na literatura, acha-se interessante o aprofundamento deste tópico em trabalhos futuros sendo que, uma das sugestões é o estudo dos benefícios ambientais de uma rede de SI entre empresas muito distantes entre si, devido ao impacto mais significativo ao nível dos transportes.

Referências Bibliográficas

Agência Portuguesa do Ambiente (2017), *Movimento Transfronteiriço de Resíduos (MTR)*. Disponível em <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=229>. Obtido em 03/03/2017.

Amorim Cork Composites (2017), *Amorim ECO21dB*. Disponível em <http://www.amorimcorkcomposites.com/en/materials-applications/flooring/underlays/amorim-eco21db/>. Obtido em 07/07/2017.

Andersen, M. S. (2007), “An introductory note on the environmental economics of the circular economy”, *Sustainability Science*, Vol. 2, N.º 1 pp. 133-140.

Associação Portuguesa da Cortiça (2015), *Brochura Ambiente*. Disponível em http://www.apcor.pt/wp-content/uploads/2015/07/Brochura_Ambiente_PT.pdf. Obtido em 09/08/2017.

Associação Portuguesa da Cortiça (2016), *Cortiça em números*. Disponível em http://www.apcor.pt/wp-content/uploads/2016/09/CORTI%C3%87A-em-n%C3%BAmeros_PT.pdf. Obtido em 05/03/2017.

Autoridade da Concorrência (2012), *Análise do Sector e da Fileira da Cortiça em Portugal*. Disponível em http://www.concorrenca.pt/vPT/Estudos_e_Publicacoes/Estudos_Economicos/Outros/Documents/AdC-Relatorio-Cortica_2012.pdf. Obtido em 05/03/2017.

Bonciu, F. (2014), “The European Economy: From Linear to a Circular Economy”, *Romanian Journal of European Affairs*, Vol. 14, N.º. 4, pp. 78-91.

Boons, F., Chertow, M., Park, J., Spekkink, W., Shi, H. (2016), “Industrial Symbiosis Dynamics and the Problem of Equivalence”, *Journal of Industrial Ecology*, DOI: 10.1111/jiec.12468.

Boulding, K. E. (1966), “The economics of the coming spaceship earth”, *Environmental Quality Issues in a Growing Economy: Essays from the Sixth RFF Forum*. H. Jarrett. Baltimore, John Hopkins University Press, pp. 3-14.

Chertow, M. R. (2000), “Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy”, *Annual Review of Energy and Environment*, Vol. 25, N.º 1, pp. 313-337.

Chertow, M. R., Lombardi, D. R. (2005), “Quantifying economic and environmental benefits of co-located firms”, *Environmental Science & Technology*, Vol. 39, N.º 17, pp. 6535-6541.

Comissão Europeia (2014a), Para uma Economia Circular: *Programa para acabar com os resíduos na Europa*. Disponível em [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0398R\(01\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0398R(01)&from=EN). Obtido em 03/12/16.

Comissão Europeia (2014b), *Scoping study to identify potential circular economy actions, priority sectors, material flows and value chains*, Luxembourg, Publications Office of the European Union.

Comissão Europeia (2014c), *Eco-innovation and Competitiveness*, Luxembourg, Publications Office of the European Union.

Comissão Europeia (2017a), *Implementation of the Circular Economy Action Plan*. Disponível em http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/implementation_report.pdf. Obtido em 02/07/2017.

Comissão Europeia (2017b), *Circular Economy*. Disponível em http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm. Obtido em 02/07/2017.

Comissão Europeia (2017c), *Horizon 2020*. Disponível em <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/what-horizon-2020>. Obtido em 30/07/17.

Comissão Europeia (2017d), *LIFE Programme*. Disponível em <http://ec.europa.eu/environment/life>. Obtido em 30/07/17.

Comissão Europeia (2017e), *COSME*. Disponível em <https://ec.europa.eu/easme/en/cosme>. Obtido em 30/07/17.

Comissão Europeia (2015), *Fechar o Ciclo – Plano de Ação da UE para a Economia Circular*. Disponível em http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF. Obtido em 03/12/2016.

Corticeira Amorim (2016), *Relatório de Sustentabilidade 2015*, Mozelos, Santa Maria da Feira. Disponível em: http://www.sustentabilidade.amorim.com/xms/files/RELATORIOS/Relat_sust_2015_w eb_protect.pdf. Obtido em 03/12/2016.

Costa, I., Ferrão, P. (2010), “A case study of industrial symbiosis development using a middle-out approach”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 10, pp. 984-992.

Crainer, S. (2013), “Squaring the Circle”, *Business Strategy Review*, Vol. 4, pp. 13-19.

Cutaia, L., Luciano, A., Barberio, G., Sbaffoni, S., Mancuso, E., Scagliarino, C., La Monica, M. (2015), “The Experience of the First Industrial Symbiosis Platform in Italy”, *Environmental Engineering and Management Journal*, Vol. 14, N.º 7, pp. 1521-1533.

Decreto-Lei n.º 73/2011 de 05 de setembro, *Diário da República n.º 171 – I Série*, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do desenvolvimento Regional, Lisboa.

Demertzi, M., Paulo, J. P., Arroja, L., Dias, A. C. (2016), “A carbon footprint simulation model for the cork oak sector”, *Science of the Total Environment*, Vol. 566, pp. 499-511.

Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 novembro de 2008 relativa aos resíduos e que revoga certas directivas, *Jornal Oficial da União Europeia*, Vol. L 312, Luxemburgo.

Dong, L., Zhang, H., Fujita, T., Ohnishi, S., Li, H., Fujii, M., Dong, H. (2013), “Environmental and economic gains of industrial symbiosis for chinese iron/steel industry: Kawasaki’s experience and practice in Liuzhou and Jinan”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 59, pp. 226-238.

Eco-Innovation Observatory (2016), *Policies and practices for eco-innovation up-take and circular economy transition*, Bruxelas.

EEA Grants (2017) *EEA Grants*. Disponível em <http://eeagrants.org/Who-we-are/EEA-Grants>. Obtido em 30/07/17.

- Ellen MacArthur Foundation (2013), *Towards the Circular Economy: An Economic and Business rationale for an accelerated transition – Vol.1*. Disponível em <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>. Obtido em 03/12/16.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015), *Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe*. Disponível em https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf. Obtido em 03/12/16.
- EUROCID (2017) *Fundo Europeu para Investimentos Estratégicos*. Disponível em http://www.eurocid.pt/pls/wsd/wsdwcot0.detalhe?p_cot_id=8642. Obtido em 30/07/17.
- European Environmental Agency (2016), *Circular economy in Europe Developing the knowledge base*, Luxembourg, Publications Office of the European Union.
- Fraccascia, L., Albino, V., Garavelli, C. A. (2017), “Technical efficiency measures of industrial symbiosis networks using enterprise input-output analysis”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 183, pp. 273-286.
- Frosch, R.A., Gallopoulos, N. E. (1989), “Strategies for manufacturing”, *Scientific American*, Vol. 261, pp. 144-152.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., Hultink, E. J. (2017), “The Circular Economy – A new sustainability paradigm?”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 143, pp. 757-768.
- Ghali, M. R., Frayret, J. M., Robert, J. M. (2016), “Green social networking: concept and potential applications to initiate industrial synergies”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 115, pp. 23-35.
- Ghali, M. R., Frayret, J. M. Ahabchane (2017), “Agent-based model of self-organized industrial symbiosis”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 161, pp. 452-465.
- 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*, Vol. 114, pp. 11-32.

Green Cork (2017), *O Projeto*. Disponível em <http://www.greencork.org/o-projeto/>. Obtido em 29/05/2017.

Guo, B., Geng, Y., Sterr, T., Dong, L., Liu, Y. (2016), “Evaluation of promoting industrial symbiosis in a chemical industrial park: A case of Midong”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 135, pp. 995-1008.

Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (2013), *IFN6 – Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados Preliminares*. Lisboa. Disponível em <http://www.icnf.pt/portal/florestas/ifn/resource/ficheiros/ifn/ifn6-res-prelimv1-1>. Obtido em 11/07/2017.

Jacobsen, N. B. (2006), “Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark: A quantitative assessment of economic and environmental aspects”, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 10, N. ° 1-2, pp. 239-255.

Jensen, P. D., Basson, L., Hellowell, E. E., Bailey, M. R., Leach, M. (2011), “Quantifying ‘geographic proximity’: Experiences from the United Kingdom’s National Industrial Symbiosis Programme”, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 55, pp. 703-712.

Karlsson, M., Wolf, A. (2008), “Using an optimization model to evaluate the economic benefits of industrial symbiosis in the forest industry”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16, N. ° 14, pp. 1536-1544.

Lieder, M., Rashid, A. (2016), “Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 115, pp. 36-51.

Lombardi, D. R., Laybourn, P. (2012), “Redefining Industrial Symbiosis: Crossing Academic-Practitioner Boundaries”, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 16, pp. 28-37.

Madsen, J. K., Boisen, N., Nielsen, L. U. (2015), “Industrial Symbiosis Exchanges: Developing a Guideline to Companies”, *Waste and Biomass Valorization*, Vol. 6, pp. 855-864.

Mattila, T. J., Pakarinen, S., Sokka, L. (2010), “Quantifying the total environmental impacts of an industrial symbiosis-a comparison of process-, hybrid and input– output

life cycle assessment”, *Environmental science & technology*, Vol. 44, N.º 11, pp. 4309-4314.

Mestre, A., Gil, L. (2011), “Cork for sustainable product design”, *Ciência & Tecnologia dos Materiais*, Vol. 23, N.º 3-4, pp. 52-63.

Ministério do Ambiente (2017), *Liderar a Transição: Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal 2017-2020*, Proposta em fase de consulta pública, Lisboa.

Paquin, R. L., Busch, T., Tilleman, S. G. (2015), “Creating economic and environmental value through industrial symbiosis”, *Long Range Planning*, Vol. 48, pp. 95-107.

Pearce, D., Turner, K. (1990), *Economics of natural resources and the environment*, Harvester Wheatsheaf, Hertfordshire, United Kingdom.

Prosman, E. J., Waehrens, B. V., Liotta, G. (2017), “Closing Global Material Loops: Initial Insights into Firm-Level Challenges”, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 21, N.º 3, pp. 641-650.

Pujari, D. (2006), “Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance”, *Technovation*, Vol. 26, pp. 76-85

Regulamento (CE) N.º 1013/2016 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de junho de 2006, relativo a transferências de resíduos, Jornal Oficial da União Europeia, Vol. L190, Luxemburgo.

Rodrigues de Sousa, E. M., Santos, M. N. S., Varela, M. C., Henriques, J. (2007), *Perda de Vigor dos Montados de Sobro e Azinho: Análise da Situação e Perspectivas*. Disponível em http://www.inia.pt/fotos/gca/livro_causas_doc_sintese_1369127896.pdf. Obtido em 03/03/2017.

Rosa, M. Beloborodko, A. (2015), “A decision support method for development of industrial synergies: case studies of Latvian brewery and wood-processing industries”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 105, n.º pp. 461-470.

Simboli, A., Taddeo, R. Morgante, A. (2014), “Analysing the development of Industrial Symbiosis in a motorcycle local industrial network: the role of contextual factors”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 66, pp. 372-383.

Spekkink, W. (2015), *Industrial Symbiosis as a Social Process: Developing theory and methods for the longitudinal investigation of social dynamics in the emergence and development of industrial symbiosis*. Rotterdam. Erasmus University Rotterdam. PhD thesis.

Tseng, M. L., Bui, T. D. (2017) “Identifying eco-innovation in industrial symbiosis under linguistic preferences: A novel hierarchical approach”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 140, pp. 1376-1389.

UNEP (1989), *Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal*. Disponível em <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-e.pdf>. Obtido em 03/03/2017.

Van Berkel, R., Fujita, T., Hashimoto, S. Fujii, M. (2009), “Quantitative Assessment of Urban and Industrial Symbiosis in Kawasaki, Japan”, *Environmental Science & Technology*, Vol. 43, N.º 5, pp. 1271-1281.

Velenturf, A. P. M., Jensen, P. (2015), “Promoting Industrial Symbiosis: Using the Concept of Proximity to Explore Social Network Development”, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 20, N.º 4, pp. 700-709.

Velenturf, A. P. M. (2016), “Promoting industrial symbiosis: empirical observations of low-carbon innovations in the Humber region, UK”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 128, pp. 116-130.

Zanatta, M. (2013), *A obsolescência programada sob a ótica do direito ambiental brasileiro*, Ciências Jurídicas e Sociais da Faculdade de direito da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Zattera, A. J., Bianchi, O., Zeni, M., Ferreira, C. A. (2005), “Caracterização de Resíduos de Copolímeros de Etileno-Acetato de Vinila – EVA”, *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, Vol. 15, N.º 1, pp. 73-78.

Zhang, Y., Zheng, H., Chen, B., Su, M., Liu, G. (2015), “A review of industrial symbiosis research: theory and methodology”, *Front. Earth Sci.*, Vol. 9, pp. 91-104.

Anexo B – Exemplos de Plataformas e Projetos de SI e EC

Iniciativa	Âmbito Geográfico	Descrição
Eco.nomia	Portugal	Iniciativa do Ministério do Ambiente em Portugal com o objetivo de partilhar informação sobre economia circular, nomeadamente a divulgação das vantagens e oportunidades de financiamento junto dos consumidores e empresas, assim como a criação de um fórum de divulgação de projetos colaborativos na área de economia circular (eco.nomia.pt).
Mercado Organizado de Resíduos (MOR)	Portugal	Plataforma eletrónica de negociação, lançada em 2010 e reconhecida pela Agência Portuguesa do Ambiente. É gerida por entidades privadas e podem ser transacionados resíduos para valorização ou eliminação e também subprodutos e materiais reciclados. As empresas podem aceder à plataforma através do pagamento de uma anuidade. Em média, por ano estão inscritas entre 80 e 90 empresas. Desde 2011, os tipos de resíduos mais transacionados foram cerca de 795 toneladas de embalagens de vidro (código LER 15 01 07), 528 toneladas de papel e cartão (código LER 20 01 01), 277 toneladas de embalagens de plástico (código LER 15 01 02) e 245 toneladas de embalagens de papel e cartão (código LER 15 01 01). ¹⁶ (http://www.moronline.pt/)
Economiecirculaire	França	Plataforma de partilha de informação sobre projetos que existem, incentivando a criação de novos projetos em diferentes áreas como a mobilidade, energia, sinergias industriais, serviços, entre outros. Esta plataforma permite, por exemplo a criação de comunidades privadas por tema de interesse ou por região e um mapa com várias iniciativas em território francês (economiecirculaire.org).
Nederland Circulair	Holanda	Plataforma web onde as empresas podem registar-se e ter acesso a informação, partilhar desafios e exemplos de soluções. Nesta plataforma, uma das particularidades é a partilha dos desafios sobre a sustentabilidade nos negócios através de um <i>helpdesk</i> . Por outro lado, é também possível partilhar soluções de sucesso que podem inspirar e aproximar outros membros da comunidade (https://www.circulairondernemen.nl).
National Industrial Symbiosis Programme (NISP)	Reino Unido	Programa introduzido no Reino Unido em 2003 por Peter Laybourn, inspirado numa experiência no Golfo do México. Esta é uma plataforma internacional aberta a todos os setores com o objetivo de uma maior eficiência na utilização dos recursos. Alguns dos resultados deste Programa incluem: custos evitados de cerca de 1,1 mil milhões de euros, vendas

¹⁶ Estes dados foram obtidos através do contacto por email do portal MOR Online em 17/06/2017.

		adicionais de 1,4 mil milhões de euros, mais de 10.000 empregos criados ou salvaguardados, 45 milhões de toneladas de materiais recuperados e reutilizados, redução 39 milhões de toneladas de carbono, 71 milhões de toneladas de água potável extraída evitada (http://www.nispnetwork.com/).
FISS (Finnish Industrial Symbiosis System)	Finlândia	Plataforma nacional para a promoção da Simbiose Industrial baseado na experiência do NISP. Existem a nível regional responsáveis que colocam em prática esta abordagem através da facilitação da troca de informação e <i>networking</i> , ajudando as empresas a identificar novas sinergias, oportunidades de negócio e novos parceiros. Todas as informações e oportunidades identificadas são arquivadas numa base de dados SYNERGie que permite a monitorização das sinergias criadas e respetivos benefícios, assim como a identificação de potenciais novas oportunidades. Até ao momento estão envolvidas neste projeto 599 empresas e 4573 recursos (http://www.industrialsymbiosis.fi/).
Industrial Symbiosis in Sweden	Suécia	Projeto desenvolvido por uma equipa de investigação da Universidade de Linköping com o objetivo de promover as redes de simbiose industrial na Suécia, no âmbito do Mestrado em Gestão Ambiental e Energia. Para tal são selecionadas regiões e recolhidas informações sobre a mesma. Para cada região é selecionado um grupo de trabalho. Através de visitas e entrevistas a <i>stakeholders</i> chave, são elaborados e publicados relatórios sobre os dados obtidos (http://www.industriellekologi.se/symbiosis/).
Industrial Symbiosis Service	Irlanda do Norte	Serviço que providencia às empresas apoio nas áreas de eficiência na utilização dos recursos, legislação e gestão de resíduos. Entrou em vigor em 2007 e desde então conseguiu os seguintes resultados: custos evitados de 9 milhões de libras, vendas adicionais de 13,5 milhões de libras, investimento provado de 1,88 milhões de libras, criação de 33 empregos, 45 empregos salvaguardados; desvio na deposição de resíduos de 202.089 toneladas e redução de CO2 de 261.510 toneladas. Utiliza a base de dados SYNERGie. Este serviço é apoiado pela Invest Northern Ireland e financiado em parte pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (https://www.investni.com/support-for-business/industrial-symbiosis.html).
SMILE Resource Exchange	Irlanda	Serviço gratuito para as empresas que promove sinergias através da plataforma <i>online</i> ou assistência técnica. Os recursos não são sujeitos a taxas ou a preços abaixo do valor de mercado. É gerido pela Macroom E., um centro empresarial em parceria com a Agência de Proteção Ambiental, Autoridades Locais e escritórios empresariais locais. Até 2016, estavam registados 1400 membros, apoio direto a 1644 sinergias, mais de 300 casos de sucesso e custos

		evitados €2.1m (correspondente a transação de mais de 8.000 toneladas de resíduos) (http://www.smileexchange.ie/).
SymNet	Bacia do Mar Negro	Projeto SymNet (Industrial Symbiosis Network for Environment Protection and Sustainable Development in Black Sea Basin) apoiado pela Comissão Europeia entre 2011 e 2013. Tem como objetivo reduzir a degradação ambiental nesta Bacia e promover o desenvolvimento económico e social através da implementação de simbioses industriais (http://www.projectsymnet.eu/).
Plataforma de SI na Sicília	Sicília, Itália	Plataforma de SI criada entre 2011 e 2015, desenvolvida e implementada na região da Sicília, em Itália. Este projeto foi promovido pela agência italiana para as novas tecnologias, energia e desenvolvimento económico sustentável (ENEA). Teve como objetivo o fornecimento de uma metodologia e um instrumento para a implementação da simbiose industrial à escala regional de apoio às PME para impulsionar oportunidades simbióticas na região. Foram envolvidas 80 empresas, 400 outputs e 180 inputs e foram identificadas mais de 690 potenciais oportunidades (Cutaia et al., 2015)
FISSAC Project	Europa – Setor Construção	Projeto FISSAC (Fostering Industrial Symbiosis for a Sustainable Resource Intensive Industry across the extended Construction Value Chain) apoiado no âmbito do programa Horizon 2020 entre 2015 e 2020. Reúne <i>stakeholders</i> que atuam ao longo da cadeia de valor do setor da Construção e Demolição para o desenvolvimento de uma metodologia e plataforma Web para facilitar a troca de informação que pode apoiar a criação de redes de simbiose industrial (https://fissacproject.eu/en/).
RESYNTEX Project	Europa – Setor Têxtil e Químico	Projeto RESYNTEX (A new circular economy concept: from textile waste towards chemical and textile industries feedstock) apoiado pelo Programa Horizon2020. Tem como objetivo a produção de matérias-primas secundárias a partir de desperdícios têxteis. Este projeto conta com a participação de 20 parceiros (associações industriais, empresas, PME e Institutos de investigação) em 10 países diferentes (http://www.resyntex.eu/).
RESLAG	Europa – Setor Metalúrgico	Projeto RESLAG – <i>Turning waste from steel industry into valuable low cost feedstock for energy intensive industry</i> financiado pelo HORIZON 2020. Tem como objetivo a valorização das escórias como matéria-prima para 4 aplicações inovadoras (http://www.reslag.eu/).
CABRISS	Europa – Setor fotovoltaico	Projeto CABRISS (<i>Implementation of a Circular Economy based on recycled, reused and recovered indium, silicon and silver materials for photovoltaic and other applications</i>) financiado pelo HORIZON2020. Tem como objetivo a promoção de economia circular, essencialmente, no setor

		fotovoltaico através da SI (https://www.spire2030.eu/cabriss).
R2PI	Europa	Projeto R2PI (Transition from linear 2 circular: policy and innovation) financiado pelo programa HORIZON2020 entre 2016 e 2019. Este projeto centra-se na identificação de modelos de negócios sustentáveis para a Economia Circular e na proposta de políticas para o apoio desses modelos (http://www.r2piproject.eu/).
MAESTRI-SPIRE	Europa	Projeto que tem como objetivo promover a sustentabilidade das indústrias transformadoras da UE através da criação de uma plataforma que fomente a ecoeficiência das empresas e a inovação para a implementação de SI. É um projeto financiado no âmbito do programa Horizon 2020 que será desenvolvido durante 4 anos cujos resultados deverão permitir agregar informação sobre produtos eco-inovadores e processos e serviços adequados aos utilizadores finais industriais e também soluções que envolvam aspetos técnicos, económicos, legislativos e políticos (http://maestri-spire.eu/).
Circular Economy Industry Platform	Europa	Plataforma que constitui uma ferramenta Web gerida pela <i>BusinessEurope</i> (Organização representante das empresas europeias com o objetivo de defender o seu crescimento e a competitividade). Tem como objetivo a divulgação de exemplos de inovação ao nível da indústria. Através de uma estratégia <i>bottom-up</i> , tem também o objetivo de realçar os desafios regulatórios e não regulatórios que as empresas enfrentam para desenvolver iniciativas na área da economia circular (http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm).
Reloop Platform	Internacional	Associação Internacional sem fins lucrativos com sede em Bruxelas. É um plataforma que reúne industria, governos e organizações não-governamentais de países europeus e não europeus. Esta rede tem como objetivo fomentar a criação de novas oportunidades que permitam benefícios ambientais e económicos entre os diferentes <i>stakeholders</i> , facilitando a partilha de informação entre os mesmos. Além disto, tem ainda o objetivo de influenciar os decisores políticos na adopção de políticas que promovam a Economia Circular (http://reloopplatform.eu/).
Circular Economy 100	Internacional	Programa da Ellen MacArthur Foundation com o objetivo de juntar as maiores empresas globais, governos, universidades e empresas inovadoras para a criação de uma plataforma onde todas as empresas têm acesso a informação facultada pela Fundação, com possibilidade de criação de parcerias e formação (https://www.ellenmacarthurfoundation.org/ce100)
MarketplaceHUB	Internacional	Ferramenta desenhada para promover a utilização sustentável dos recursos através da aceleração de oportunidades de reutilização para matérias-primas secundárias a nível global.

		Este mapa apresenta uma visão global dos mercados de materiais existentes e das redes de sinergias industriais em todo o mundo, passíveis de ser pesquisáveis por tipo de material e localização. Esta ferramenta disponibiliza também casos de estudo de sucesso neste âmbito (http://marketplacehub.org/).
Green Industry Platform	Internacional	Esta é uma plataforma lançada em 2009, iniciativa da Organização de Desenvolvimento Industrial das Nações Unidas (UNIDO) – <i>Green Industry Initiative</i> . Esta iniciativa providencia um fórum para a mobilização da indústria global para práticas mais sustentáveis através de um aumento da eficiência dos processos industriais assim como a redução dos impactes negativos sobre o ambiente tendo como base os princípios de <i>Green Industry</i> (http://www.greenindustryplatform.org/).
TRIS Project	Europa	Projeto financiado pela União Europeia através do Programa <i>Interreg Europe</i> ¹⁷ denominado por <i>Transition Regions towards Industrial Symbiosis</i> (TRIS) que será implementado em cinco regiões da UE (Espanha, Itália, Hungria, Reino Unido e Suécia) entre 2016 e 2021. Tem como objetivo introduzir práticas de SI para o apoio aos decisores políticos para aumentar a competitividade das PMEs (https://www.interregeurope.eu/TRIS/).
SYMBI Project	Europa	Projeto <i>Industrial Symbiosis for Regional Sustainable Growth and a Resource Efficient Circular Economy</i> (SYMBI) financiado pelo programa <i>Interreg Europe</i> da UE que será implementado entre 2016 e 2021 em sete países europeus (Espanha, Itália, Grécia, Eslovénia, Hungria, Polónia e Finlândia). Tem como objetivo a implementação de políticas de desenvolvimento regional e programas para a promoção da EC e SI (https://www.interregeurope.eu/symbi/).
E-symbiosis	Grécia	Projeto financiado pelo Programa LIFE para a criação de um Website e uma plataforma WEB de SI entre 2010 e 2014. Este projeto envolveu 1000 PMEs de 25 setores industriais diferentes. A base de dados criada tem informação sobre a localização das empresas, código da atividade económica, informação sobre os fluxos de resíduos e suas propriedades e a capacidade das instalações. A plataforma está disponível em: http://esymbiosis.clmsuk.com/ .
ISDATA	Internacional	Plataforma aberta com um repositório de dados para a recolha e fornecimento de informação estruturada de SI. Os objetivos desta plataforma são a recolha de informação sobre as

¹⁷ Interreg Europe: Programa da União Europeia para o apoio a Autoridades Públicas Locais e Regionais em projetos que se enquadram em 4 categorias: I&D, competitividade das PMEs, Economia de baixo-carbono e Ambiente e Eficiência dos Recursos.

		melhores práticas disponíveis, o fornecimento de uma classificação para a categorização dos tipos de resíduos e sugestões automáticas dos códigos de atividade económica, o mapeamento e a integração noutras bases de dados, a recolha de informação sobre as propriedades dos materiais (http://isdata.org/).
--	--	--

Anexo C – Política de Gestão da ACC



POLÍTICA DE GESTÃO DA ACC

A Amorim Cork Composites tem como actividade principal, a produção de granulados de cortiça e aglomerados compósitos. Cientes da importância da **satisfação dos nossos Clientes, da Sociedade em Geral e para o Desenvolvimento Sustentável da Organização**, assumimos a **melhoria contínua** bem como o **cumprimento dos requisitos legais e outros**, como factores determinantes para garantir o retorno do capital para os nossos Accionistas, bem como a possibilidade de opção para as gerações vindouras.

Compromisso Ambiental

Identificamos e avaliamos os aspectos ambientais das nossas actividades, com o **objectivo da minimizar os impactes daí decorrentes**, nomeadamente, emissões, ruído e consumo energético. Numa perspectiva da **prevenção da poluição**, optamos pelas melhores tecnologias disponíveis, desde que economicamente viáveis, contribuindo assim para a **preservação do Meio Ambiente**, garantindo o cumprimento da **legislação aplicável bem como outros compromissos** relacionados com os nossos aspectos ambientais.

Compromisso Social

Identificamos e avaliamos os perigos inerentes às nossas actividades, de forma a **minimizar os riscos** daí decorrentes **prevenindo, deste modo, lesões, ferimentos e danos, bem como acidentes de trabalho e doenças profissionais**, contribuindo assim para a melhoria da qualidade de vida dos nossos Colaboradores. Melhoramos o nosso desempenho em temas de Segurança e Saúde do Trabalho, envolvendo não só os nossos colaboradores mas também todos os que conosco trabalham. Asseguramos as boas práticas de Segurança e Saúde do Trabalho, que garantam o cumprimento da legislação aplicável, bem como outros compromissos assumidos pela Empresa.

•
AMORIM CORK COMPOSITES, SA
Rua de Melalças, 260, P.O. Box 1
4536-902 VFR Mozelos
PORTUGAL
•

•
T + 351 227 475 300
F + 351 227 475 301
E acc@amorim.com

•
C.S.: € 40.000.000,00
Registo C.R.C. Santa Maria da Feliz e
CN: PT 502 546 255

Page 1 of 2

www.amorimcorkcomposites.com



POLÍTICA DE GESTÃO DA ACC

Compromisso com a Cadeia de Custódia Florestal

Preferenciamos a cortiça proveniente de florestas bem geridas, certificadas através do sistema de certificação florestal do Forest Stewardship Council® (FSC®), e/ou Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC).

Não comercializamos produtos certificados FSC ou PEFC em cuja composição tenha entrado as seguintes categorias de matéria-prima florestal:

- a) Matéria-prima explorada ilegalmente;
- b) Matéria-prima explorada em violação dos direitos tradicionais e civis;
- c) Matéria-prima explorada em florestas nas quais os altos valores de conservação são ameaçados pelas actividades de gestão;
- d) Matéria-prima explorada em florestas em processo de conversão para plantações ou para usos não florestais do solo;
- e) Matéria-prima proveniente de florestas nas quais foram plantadas árvores geneticamente modificadas.

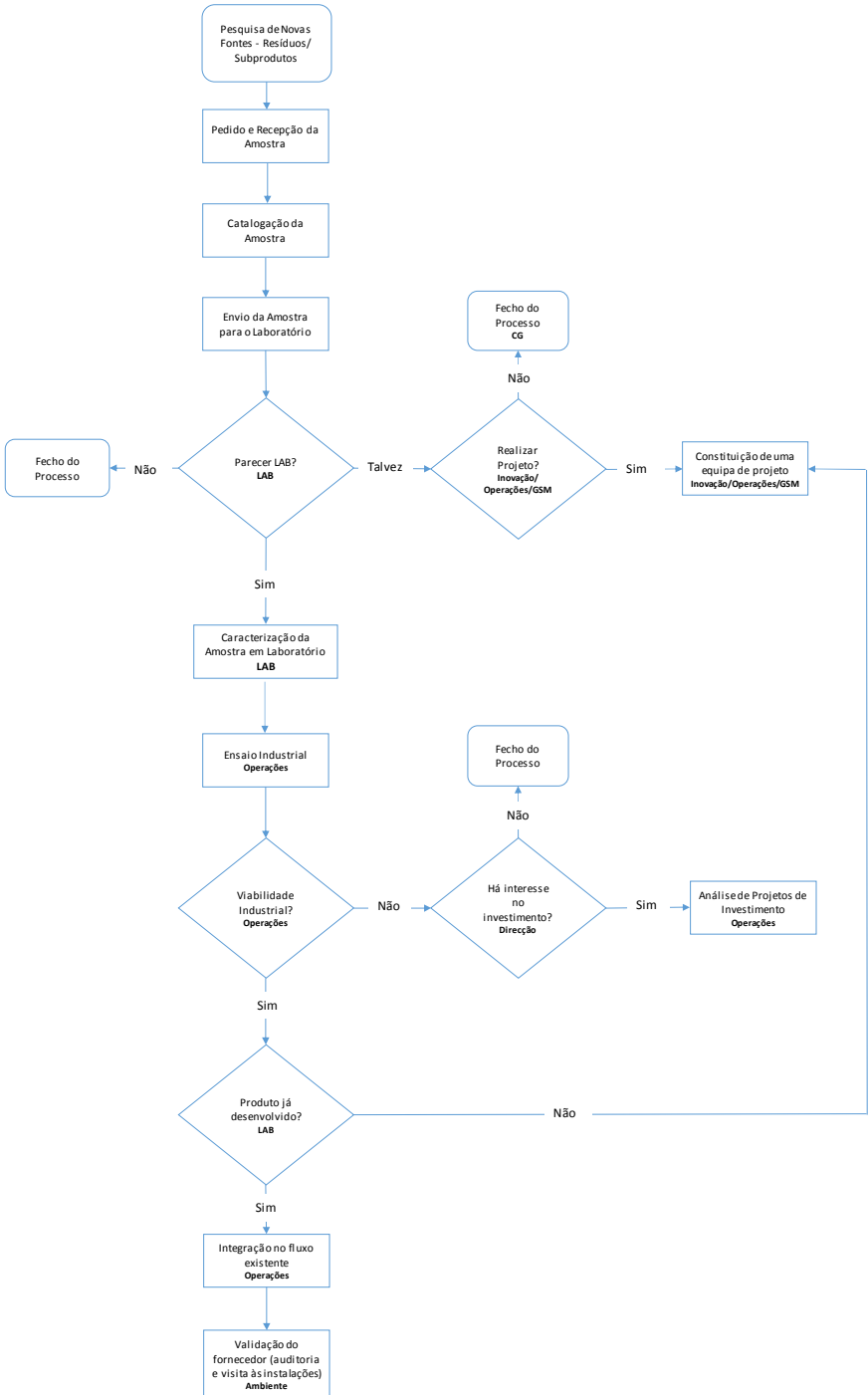
Cumprimos os requisitos das normas de cadeia de responsabilidade FSC e PEFC aplicáveis à nossa actividade, incluindo os requisitos sociais e de Segurança e Saúde do Trabalho, bem como os requisitos legais aplicáveis ao comércio de cortiça.

O Conselho de Administração e a Direcção Executiva, assumem a responsabilidade pelo sucesso desta Política de Gestão, como factor relevante para a sustentabilidade do negócio.


João Pedro Azevedo
Director Geral
Setembro 2016

Anexo D - Fluxograma de Economia Circular na ACC

FLUXOGRAMA - ECONOMIA CIRCULAR



Fonte: Elaboração Própria

Anexo E - Especificação do produto EVA de Alta Densidade



Amorim Cork Composites

Especificação de produto para subcontratação

Produto EVA de Alta Densidade RQS N/A

Referência N/A

Comprimento N/A Tolerância N/A Desenho

Largura N/A Tolerância N/A Amostra Padrão

Espessura N/A Tolerância N/A

Acabamento N/A

Marcação N/A

Descrição de produto

1 - Responsabilidades da ACC

1.1 Recolha e Transporte
- A ACC é responsável pelo transporte de toda a quantidade de resíduos de EVA produzidos pelo fornecedor.

2 - Responsabilidades do fornecedor

2.1 - Armazenamento
- Idealmente, os resíduos deverão estar armazenados em local seco. Contudo, se não houver condições para tal, poderão estar ao ar livre.

2.2 - Tipos de material e Aspeto Visual
- Os resíduos enviados deverão estar isentos de qualquer tipo de lixo e de qualquer outro material que não seja EVA.
- Caso haja alguma alteração às formulações ou aspeto visual dos resíduos enviados, esta deve ser comunicada à ACC e o fornecedor deve aguardar a confirmação da aprovação ou não da alteração.
- Na tabela seguinte encontram-se alguns exemplos de tipos de resíduos que podem ser enviados:

Tipo de Material	Aspeto Visual
Restos de Solas / Crops de EVA com defeitos	
Restos de Placas de EVA	
Jitos de EVA	

2.3 - Registo das GAR no SIRAPA
É responsabilidade do fornecedor o registo das GAR no SIRAPA

3 - Controlo de Recepção
A ACC fará de uma forma aleatória o controlo à recepção. No entanto, no momento do consumo do material, o controlo será feito a 100%. Desta forma, caso sejam detetadas anomalias nesta fase, procederemos à devolução do material, independentemente da data de aquisição.

4 - DOCUMENTOS ASSOCIADOS
Cada carga tem de, obrigatoriamente, ser acompanhada pelos seguintes documentos:
- Guia de Modelo A (responsabilidade do transportador);
- Guia de transporte.

Embalagem:

As embalagens podem ou não ser fornecidas pela ACC:
- No caso das embalagens fornecidas pelo fornecedor, a ACC deve retomá-las ao mesmo.
- Nos outros casos, a ACC deve fornecer as embalagens limpas, de forma periódica ou sempre que o fornecedor solicitar.

Todas as embalagens devem ser bem acondicionadas e, no caso dos bigbags, estes devem ser dispostos na vertical.

Cada embalagem deve ser identificada com uma etiqueta com o nome do fornecedor e tipo de material. As etiquetas serão fornecidas pela ACC e devem ser colocadas pelo transportador.

Características técnicas

A cor, a espessura e o formato não são relevantes.
A densidade real do EVA deve situar-se entre 150kg/m³ e 350kg/m³.

Fonte: Elaboração Própria