



FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2016/2017

**Avaliação dos aspetos ambientais significativos usando a
perspetiva de ciclo de vida: o caso da FERESPE - Fundição
de Ferro e Aço, Lda.**

MARIA CAROLINA FERREIRA DUQUE

**Dissertação submetida para obtenção do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE**

Presidente do Júri: Luís Filipe Malheiros de Freitas Ferreira (Professor Catedrático do
Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais da Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto)

Orientador académico: Belmira de Almeida Ferreira Neto

(Professora auxiliar do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Orientador na empresa: Sandra Coimbra

(Responsável pelo Departamento de Qualidade, Ambiente e Segurança da Ferespe)

“Have the courage to follow your heart and intuition. They somehow know what you truly want to become.”

-Steve Jobs

Resumo

Atualmente o setor industrial faz parte dos maiores responsáveis pela problemática ambiental existente no planeta Terra, visto que recorre de uma forma excessiva a diversos recursos naturais necessários para os seus processos produtivos. Devido a esta utilização recorrente e em grande escala, estes recursos não têm a capacidade de se repor naturalmente. De acordo com esta crescente problemática, a visão e consciência das Organizações tem vindo a evoluir num sentido mais sustentável e ecológico, e deste modo, a adoção de normas sustentáveis e ambientais também.

A presente dissertação de mestrado foi desenvolvida em ambiente empresarial na Ferespe - Fundação de Ferro e Aço, Lda, com apoio do CATIM - Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica.

O objetivo deste trabalho é o de analisar os aspetos ambientais da Ferespe tendo em consideração a perspetiva de ciclo de vida que constitui um requisito na nova versão da norma ISO 14001:2015.

Para tal foram identificados os aspetos ambientais associados aos processos de Design e Desenvolvimento, Aquisição de produtos, serviços aos fornecedores, Transporte e Fim de Vida, de modo a identificar, numa perspetiva de ciclo de vida, potenciais opções de melhoria. Atualmente a empresa já complementa em muitos setores medidas e recursos sustentáveis mas, ainda assim, há muitos fatores e ações de melhoria a serem ainda tomadas.

Posteriormente e, para os aspetos ambientais avaliados pela Ferespe como significativos, foi realizada uma avaliação de impactes ambientais usando a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida. Desta avaliação foi possível evidenciar que processos como a combustão de gás natural e o transporte de produto da Ferespe possuem, comparativamente, uma contribuição mais significativa para a maior parte das categorias de impacto ambiental estudadas.

Abstract

Currently, the industrial sector is one of the main responsible for the environmental problem on Planet Earth, since it uses too many natural resources necessary for its production processes. Due to this recurrent and large-scale use, these resources do not have the capacity to recover naturally. Due to this growing problem, organizations' vision and awareness has evolved in a more sustainable and ecological sense, and thus, the adoption of sustainable and environmental norms as well.

This dissertation was developed in a business environment at Ferespe - Iron and Steel Foundry, with the support of CATIM - Technological Support Center for the Metalworking Industry.

The objective of this work is to analyze the environmental aspects of Ferespe taking into account the life cycle perspective that is a requirement in the new version of ISO 14001: 2015.

To this, the environmental aspects associated with the Design and Development, Product Acquisition, Supplier Services, Transportation and End of Life processes were identified, in order to recognize potential options for improvement in a life cycle perspective. Nowadays the company already complements in many sectors measures and sustainable resources, but still, there are many factors and actions of improvement to be still taken.

Subsequently, and for the environmental aspects evaluated by Ferespe as significant, an environmental assessment and impacts were carried out using the Life Cycle Assessment methodology. From this evaluation it was possible to show that processes such as natural gas combustion and Ferespe product transportation have a more significant contribution to most of the environmental impact categories studied.

Agradecimentos

Começo por agradecer à minha orientadora académica, Prof. Belmira Neto que ao longo de todos estes meses se prontificou a ajudar-me na realização desta dissertação e me demonstrou a importância do rigor em tudo o que fazemos.

De seguida, quero agradecer à Eng^a. Sandra Coimbra e ao Dr. Jorge Casais, sem os quais não tinha sido possível ter tido o privilégio de poder estagiar na Ferespe, uma empresa que em pouco tempo me incutiu valores importantes como entreaajuda, Organização, tolerância, objetividade e rigor no nosso trabalho, desde a tarefa mais minimalista à mais importante. Agradeço-lhes também por todo o apoio, ajuda, conhecimento e compreensão.

Agradeço também à Eng^a. Cláudia Ribeiro e à Eng^a. Patrícia Soares pelo auxílio nos momentos de dúvida e por todo o apoio prestado.

A todos os docentes da minha faculdade, Faculdade de Engenharia, por todo o conhecimento que adquiri e pelo apoio na minha formação académica.

Aos meus amigos, que mais uma vez demonstraram que o são, pelo suporte que me deram, pela paciência que tiveram comigo, pela ajuda e pelo incentivo incansável.

Agradeço ao meu namorado Frederico, por toda a paciência, força, apoio, ânimo nos momentos mais difíceis, e por mais uma vez estar ao meu lado numa etapa tão importante da minha vida.

À minha avó, e ao meu avô que sei que está sempre comigo de alguma forma, responsáveis pela pessoa que sou hoje e por toda a sabedoria que me ensinaram durante estes 25 anos de vida.

À minha restante família, que de algum modo sempre me incentivaram a nunca desistir do que realmente queria.

Agradeço também à minha irmã Luísa, que é e vai ser sempre o meu orgulho e que mudou a minha vida desde o momento em que nasceu e finalmente, aos meus pilares, as pessoas mais importantes da minha vida, que sem as quais não estaria aqui hoje, que sempre me ensinaram a não desistir, mesmo quando tudo corre mal, e que me mostraram que depois da tempestade e dos momentos de aflição e luta, vem mesmo a bonança e o sentimento de dever cumprido. Agradeço aos meus pais por não desistirem de mim e a eles dedico este trabalho.

Índice

Resumo	VI
Abstract	VIII
Agradecimentos	X
Índice de Figuras	XIII
Índice de Tabelas	XIII
Capítulo 1 - Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos do trabalho	1
1.3. Estrutura da dissertação	2
Capítulo 2. A Gestão Ambiental e a perspectiva do Ciclo de Vida	3
2.1. Sistema de Gestão Ambiental: Norma ISO 14001	3
2.1.1. Transição da norma NP EN ISO 14001: 2004 para versão de 2015	5
2.1.2. Requisitos da Norma NP EN ISO 14001:2015	6
2.2.1. Introdução	8
2.2.2. Metodologia	11
Capítulo 3: A perspectiva do Ciclo de Vida na avaliação dos aspetos ambientais significativos da FERESPE	16
3.1. Descrição da Empresa.....	16
3.2.Descrição do Processo Produtivo	18
3.3. A perspectiva do ciclo de vida na avaliação dos aspetos ambientais.....	20
3.4. A perspectiva do ciclo de vida aplicada à Ferespe.....	23
3.4.1. Design e desenvolvimento.....	24
3.4.2. Requisitos ambientais de compra de produtos e serviços e comunicação de requisitos ambientais relevantes aos fornecedores.....	27
3.4.3 Impactes ambientais significativos associados ao transporte ou distribuição	28
3.4.4. Utilização, tratamento de fim-de-vida e destino final dos produtos e serviços.....	29
3.5. Avaliação quantitativa dos impactes ambientais para os aspetos ambientais significativos	30
3.5.1. Definição do Objetivo e do âmbito	31
3.5.2 Avaliação de Impacte Ambiental (AICV).....	33
Capítulo 4 - Conclusão	42
Referências bibliográficas	44
Anexos	47

Índice de Figuras

Figura 1- Plan Do Check Act (BSI, 2016)	4
Figura 2- Etapas do ciclo de vida	9
Figura 3- Elementos de AICV	12
Figura 4- Relações comerciais da Ferespe (ano 2017)	16
Figura 5- Processo de produção da Ferespe	19
Figura 6- Fronteiras das fases consideradas no estudo.	32
Figura 7- Representação gráfica das categorias de impacto e da quantidade de cada processo presente pelo método CML no SimaPro.....	37

Índice de Tabelas

Tabela 1- Aspectos modificados ou adicionados pela nova versão da ISO 14001 (ISO,2015)	6
Tabela 2- Requisitos da Norma 14001:2015 (APCER, 2015)	7
Tabela 3-Softwares para executar uma ACV	13
Tabela 4- Bases de dados para complementar os estudos de AVC	14
Tabela 5- Métodos de avaliação de impacto	14
Tabela 6- Exemplos de estudo de ACV	22
Tabela 7- Aspectos ambientais associados à fase de design da Ferespe	25
Tabela 8- Categorias de impacto e respetivas unidades para a metodologia de avaliação de impactes usada neste trabalho.....	31
Tabela 9 - Fluxos de materiais e energia relevantes associados aos aspetos ambientais significativos da Ferespe em 2016. Valores expressos por tonelada de produto Ferespe (ferro fundido) em 2016.....	33
Tabela 10- Tabela 10- Resultados obtidos para cada aspeto ambiental (consumo de energia elétrica, o consumo de gás natural, o consumo de madeira usada nas paletes, o transporte de matéria-prima desde o fornecedor até à Ferespe e o transporte do produto final.....	35
Tabela 11- Identificação dos processos e poluentes que estão na base de cada categoria de impacto.....	38

Capítulo 1 - Introdução

1.1. Enquadramento

A sustentabilidade é um conceito em constante evolução e apareceu com a necessidade e preocupação de melhorar o desempenho ambiental das Organizações, sendo cada vez mais imprescindível por parte das indústrias (UNEP, 2009).

Assim, os sistemas de gestão ambiental passaram a ser integrados pelas Organizações devido a um crescente desenvolvimento económico e tecnológico de modo a reduzir os fenómenos poluentes, otimizar a utilização de recursos e satisfazer as necessidades socioeconómicas. Deste modo, a gestão ambiental constitui uma vertente estratégica e crucial para todas as Organizações envolvidas em mercados onde a competição cresce dia após dia assim como a sua evolução (Santos G., 2008).

A preocupação ambiental tem aumentado por parte das Organizações, que têm vindo a investir e a desenvolver ações e soluções de melhoria para as suas atividades de modo a reduzir os problemas ambientais a que se associam. Para isso, houve uma necessidade de cumprimento de regulação imposta e a implementação de normas ambientais desenvolvidas para melhorar a qualidade a nível ambiental através da certificação do sistema de gestão ambiental (Curran M., 2006). Esta certificação passa por cumprir e seguir os requisitos apresentados nas normas ISO - Organização Internacional de Normalização. A versão mais recente da Norma ISO 14001, específica para a implementação de Sistemas de Gestão ambiental (ISO 14001, 2015), refere-se à importância da realização de uma perspetiva de ciclo de vida relativa à Organização de modo a fazer um levantamento dos aspetos ambientais existentes e das ações de melhoria que podem ser realizadas para reduzir os aspetos ambientais. Deste modo requer-se que no âmbito da implementação de um sistema de gestão ambiental se tenha em consideração a perspetiva do ciclo de vida.

1.2. Objetivos do trabalho

Esta dissertação tem por objetivo incluir a perspetiva do ciclo de vida na análise de aspetos ambientais avaliados como significativos na empresa Ferespe - Fundição de aço e ferro, Lda. Esta consideração passa pela avaliação dos impactos ambientais de alguns aspetos ambientais da empresa avaliados como significativos. Esta avaliação realiza-se usando a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida.

De modo a realizar estes objetivos principais, foi necessário concretizar alguns objetivos secundários no âmbito desta dissertação tais como:

- Compreender o contexto organizacional da Ferespe e o seu processo produtivo;
- Realizar uma análise dos processos implementados na empresa, bem como dos aspetos ambientais associados a cada um deles apresentando sugestões de mudança e de melhoria;
- Compreender o funcionamento da avaliação de ciclo de vida assim como os métodos e bases de dados utilizados para a realização da mesma.
- Levantamento dos consumos relativos ao ano de 2016 para realizar a avaliação do ciclo de vida dos aspetos ambientais significativos da Ferespe.

Para que estes objetivos fossem concretizados foi necessário utilizar informação disponibilizada pela empresa como:

- Avaliar os aspetos ambientais associados ao processo produtivo da Ferespe e identificar os mais significativos.

1.3. Estrutura da dissertação

A presente dissertação de mestrado encontra-se dividida em quatro capítulos.

O Capítulo 1 apresenta a relevância do tema abordado e os objetivos pretendidos para este estudo.

No Capítulo 2 é abordada a gestão ambiental e a importância da presença da norma ISO 14001 nas Organizações, bem como os requisitos e mudanças da nova versão. Neste capítulo também é feita uma abordagem acerca da metodologia da avaliação do ciclo de vida, baseada na norma ISO 14040.

O Capítulo 3 aborda a perspetiva do ciclo de vida, onde inicialmente é feita uma breve descrição da Ferespe e uma perspetiva de ciclo de vida da mesma. Seguidamente, é realizada uma avaliação quantitativa dos impactes ambientais significativos da Ferespe.

Por fim, no Capítulo 4 são apresentadas as conclusões obtidas ao longo deste trabalho.

Capítulo 2. A Gestão Ambiental e a perspectiva do Ciclo de Vida

2.1. Sistema de Gestão Ambiental: Norma ISO 14001

Nos tempos correntes, tem-se vindo a assistir a um desenvolvimento económico e a uma exponencial conquista tecnológica em todo o mundo. Este desenvolvimento tecnológico, embora tenha gerado um grande crescimento económico e social na comunidade, também veio contribuir para a destruição e degradação da qualidade ambiental do planeta.

Deste modo, a consciência ambiental apresenta cada vez mais um cariz mundial e nos dias de hoje atravessa ainda inúmeras adversidades resultantes do consumo de recursos naturais não renováveis bem como a má gestão e utilização de alguns componentes como ar, solo e água. Neste sentido, face às crescentes problemáticas ambientais, têm sido desenvolvidas ações com o objetivo de prevenir e minimizar os impactos ambientais negativos, efeitos adversos sobre o ambiente bem como a maximização de eventuais impactos ambientais positivos ou efeitos benéficos sobre o meio ambiente (Apcer, 2015).

Os sistemas de gestão ambiental (SGA) vieram com a necessidade de criar e implementar uma gestão consciente do ambiente nas Organizações. Atualmente, este passo constitui uma responsabilidade e obrigação por parte das Organizações em prol da proteção do ambiente, pelo que suscita a adoção de práticas de gestão ambiental por entidades consoante o tipo de indústria e atividade em que se encontram inseridas (Apcer, 2015). A certificação por parte das Organizações de sistemas de gestão ambiental discriminados na norma ISO 14001 consiste numa ferramenta indispensável para as entidades demonstrarem o compromisso voluntário para a melhoria contínua da sua responsabilidade ambiental (Apcer, 2015).

Assim, o SGA consiste numa parcela do sistema global de gestão de uma entidade ou Organização e permite à mesma desenvolver, implementar, rever e manter a política ambiental que foi por si definida. A metodologia utilizada neste processo consiste no ciclo de melhoria contínua ou PDCA - Plan, Do, Check, Act - (Figura 1) que tem por objetivo apoiar o estabelecimento de um plano para as atividades da Organização. Este plano tem o intuito de minimizar o seu impacto no ambiente, responsabilizar todos os elementos pelo seu cumprimento, realizar uma verificação periódica dos indicadores

estabelecidos, e reestruturar o plano de gestão ambiental quando se verificar a alteração dos valores estipulados (PME, 2014).

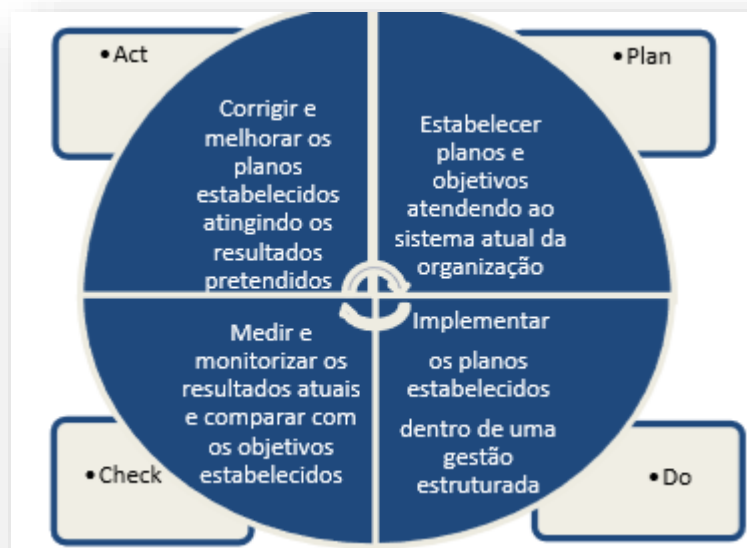


Figura 1- Plan Do Check Act (Bsi, 2016)

Um SGA que cumpra os requisitos da Norma, permite à Organização fazer uma gestão dos aspetos ambientais, proporcionando um conjunto de ferramentas de controlo e de apoio, de modo a melhorar o seu desempenho ambiental através da otimização da eficácia dos processos da Organização (PME, 2014).

Neste momento (Junho 2017) a Ferespe encontra-se ainda em fase de certificação seguindo os requisitos da norma ISO 14001:2015, de modo a proceder de um modo sustentável e preocupado com o ambiente. Esta certificação terá vantagens na colocação da empresa no mercado, mas também irá exercer e contribuir para uma maior consciência ambiental por parte de todos os seus envolventes, desde trabalhadores, fornecedores, prestadores de serviços e clientes. A realização da perspectiva de ciclo de vida por parte da Ferespe relacionada com os aspetos ambientais que a constituem irá, assim, contribuir para uma maior valorização da mesma no mercado visto que irá aumentar o nível de certificação que a empresa possuirá num futuro próximo.

2.1.1. Transição da norma ISO 14001:2004 para versão de 2015

As normas consistem em documentos de carácter voluntário que incluem requisitos técnicos. A necessidade da sua existência tem como base dar resposta a problemáticas do ramo técnico industrial, apesar de atualmente já abranger áreas mais amplificadas como serviços, sistemas de gestão, questões de ordem ambiental, inovação e responsabilidade social. Assim, a normalização é um benefício para negócios novos ou outros já existentes visto que é um meio de garantir aos clientes que os produtos ou serviços possuem um grau de qualidade, segurança e respeito pelo ambiente adequado (IPQ, 2017).

As normas ISO são revistas a cada 5 anos, de modo a garantir que se encontram atualizadas. A norma ISO 14001 mais recente foi publicada a 15 de Setembro de 2015 e a partir desta data, as empresas têm um prazo de 3 anos para se adaptarem aos seus novos requisitos. Até 15 de setembro de 2018 as entidades certificadas devem realizar uma auditoria de transição de modo a manterem os seus certificados válidos.

A norma NP EN ISO 14001:2015 veio dar resposta às questões mais recentes na gestão ambiental, assim como a análise de risco e potenciais oportunidades, maior compromisso de liderança e envolvimento das partes interessadas. Apesar de se verificarem muitas semelhanças com a versão anterior (Norma NP EN ISO 14001:2004), foram apresentadas algumas atualizações em certas áreas, estando as principais listadas na Tabela 1 (Apcer, 2015).

De modo a cumprir com os requisitos da nova versão da mesma, esta dissertação foca o ponto da perspectiva de ciclo de vida introduzido, através da realização de uma avaliação de impactes para os aspetos ambientais da Ferespe, considerados significativos.

Tabela 1- Aspectos modificados ou adicionados pela nova versão da ISO 14001 (Apcer, 2015).

Aspeto novo ou modificado	Descrição
Resultados pretendidos do SGA	Os resultados são os estabelecidos pela própria norma: melhorar o desempenho ambiental, cumprir as obrigações de conformidade e atingir os objetivos ambientais.
Análise do contexto (questões internas e externas)	Consiste num aspeto novo e de nível estratégico, onde as questões externas devem incluir as condições ambientais afetadas pela Organização ou suscetíveis de as afetar.
Partes interessadas	A nova norma detalha mais a determinação das Partes Interessadas, tendo em conta as suas necessidades e expectativas. Desta análise resulta a obrigação de conformidade que a Organização tem ou opta por cumprir.
Liderança	Verifica-se uma maior exigência na liderança e compromisso de gestão de topo. Deixa de haver a figura do representante da gestão. As responsabilidades podem ser delegadas pela gestão de topo, embora o mesmo não se verifique com a responsabilização do SGA.
Política Ambiental	Compromisso com a proteção do ambiente é atualizado, sendo incluída a prevenção da poluição, assim como o uso sustentável de recursos, mitigação e adaptação às alterações climáticas, bem como à proteção da biodiversidade e dos ecossistemas.
Riscos e oportunidades	A nova versão estabelece que as Organizações devem determinar riscos e oportunidades referentes aos aspetos ambientais, as obrigações da conformidade e outras questões no sentido de garantir que o SGA possa atingir os resultados estabelecidos, prevenir ou reduzir efeitos indesejáveis e atingir uma melhoria contínua.
Obrigações de conformidade	Expressão para substituir “Requisitos legais e outros requisitos que a Organização subscreve”.
Perspetiva de ciclo de vida	A Organização deve passar a considerar o ciclo de vida dos produtos e serviços em diversos pontos de grande importância, não só na determinação dos aspetos ambientais, mas também no controlo ambiental.
Objetivos ambientais e planeamento para os atingir	O conceito meta ambiental deixa de existir, assim como o de programa de gestão ambiental. É descrito com maior detalhe o planeamento para atingir os objetivos, tendo em conta os indicadores.
Avaliação do desempenho	Este novo requisito estabelece que a Organização deve realizar uma avaliação do seu desempenho ambiental e da eficácia do SGA, sendo auxiliada por indicadores.

A secção seguinte detalha os aspetos relevantes da metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida que serão usados no âmbito desta dissertação.

2.1.2. Requisitos da Norma NP EN ISO 14001:2015

No processo de compreender as necessidades e expectativas no ambiente, e um consequente desempenho ambiental satisfatório, cada Organização deve adotar e implementar novas técnicas de gestão. Deste modo, é possível a mesma demonstrar conformidade cumprindo requisitos legais aplicáveis e outros que a própria Organização opte por cumprir. É de realçar que o objetivo da Norma não é essencialmente o cumprimento de requisitos legais, mas permitir uma melhoria contínua do desempenho

ambiental. Assim, a Organização terá de aplicar os requisitos presentes na Norma ISO 14001:2015, nas secções 1 a 10, de modo a estar em conformidade com a mesma. As secções 1 a 3 consistem numa abordagem mais teórica da norma, logo os requisitos a cumprir consistem nas secções 4 a 10, apresentados na Tabela 2 (Apcer, 2015).

Tabela 2- Requisitos da Norma 14001:2015 (Apcer, 2015).

	Descrição
Secção 4: Contexto da Organização	Requisito novo onde é requerida a determinação de questões externas e internas englobando problemas e obrigações de conformidade. Estas terão impacto ou poderão afetar a capacidade de cumprimento de objetivos pretendidos no SGA. Devem ser identificadas as PI adequadas, englobando clientes, comunidades, fornecedores e Organizações não-governamentais, bem como as necessidades e expectativas associadas a estas. A escolha das PI pode ser modificada ao longo do tempo consoante as necessidades da Organização.
Secção 5: Liderança	Secção destinada à gestão de topo ¹ das Organizações de modo a esclarecer o papel da liderança relativamente à gestão ambiental. Esta entidade tem o dever de ditar o rumo e conduzir a Organização, clarificando a razão da sua existência, definindo os seus objetivos bem como a melhor forma de utilizar os recursos e atingir os objetivos. Desta forma, a gestão de topo é responsável legal da Organização e, além disso, deve empenhar-se na melhoria contínua do SGA de modo a otimizar o desempenho ambiental. Para isso, deverá garantir que o SGA seja disponibilizado, informado, mantido e compreendido por todas as partes interessadas. De modo a facilitar a gestão ambiental, deve ser executada uma divisão e atribuição de responsabilidades por parte da alta administração com o objetivo de facilitar a mesma gestão.
Secção 6: Planeamento	Secção onde se verificam mais alterações em relação à versão anterior. Veio complementar a nova forma de interpretar e administrar ações preventivas numa Organização, permitindo-lhe focalizar-se no desenvolvimento e uso de um processo planeado. Deste modo, deve ser encontrado no planeamento do SGA um equilíbrio entre as necessidades e os recursos disponíveis de modo a alcançar uma melhoria entre eficácia e eficiência. Outro ponto é a necessidade de determinar os R&O aquando o planeamento do SGA. Riscos e Oportunidades (R&O) são considerados “efeitos adversos potenciais”, no que toca a ameaças e “efeitos benéficos potenciais”, no que toca a oportunidades. A abordagem aos R&O por parte das Organizações pode ser feita de variadas formas, qualitativas ou quantitativas, sendo alguns exemplos a análise SWOT, o preconizado na ISO 31000, ou simplesmente determiná-los de acordo com as suas práticas.
Secção 7: Suporte	As Organizações necessitam determinar e fornecer todos os recursos necessários para estabelecer, implementar, manter e o SGA permanentemente. Deste modo, precisará de determinar a competência dos trabalhadores de modo a verificar se o seu trabalho afeta o desempenho ambiental da entidade, a sua capacidade de cumprir as obrigações de conformidade que lhe foram atribuídas e garantir que recebem formação contínua adequada. Assim, cabe às Organizações transmitir a todas as pessoas que lá trabalham que as funções por elas desempenhadas têm

¹ Também denominada por alta direção, consiste na pessoa ou grupo de pessoas que dirige e controla a Organização ao mais alto nível.

Descrição	
	impacto no cumprimento da legislação ambiental aplicada e que o mesmo pode não estar em conformidade com o SGA.
Secção 8: Operacionalização	A Organização tem o dever de planejar, executar e controlar os processos, internos ou subcontratados, necessários para que os requisitos do SGA sejam cumpridos, tendo em conta a perspetiva do ciclo de vida (Apcer, 2015). Este requisito corresponde à parcela “Do” (Fazer) do Ciclo PDCA e à operacionalização dos sistemas e tem como objetivo assegurar os resultados pretendidos, bem como implementar as ações determinadas no processo do planeamento, ou seja, as ações que se destinam a tratar aspetos ambientais significativos, as obrigações de conformidade e os R&O.
Secção 9: Avaliação de desempenho	“A Organização deve monitorizar, medir, analisar e avaliar o seu desempenho ambiental”, sendo que a informação relativa a este mesmo desempenho deve ser comunicada interna e externamente. São estabelecidos os requisitos da fase “Check” e de parte da fase “Act” do ciclo PDCA. Aqui, a gestão de topo terá de rever os resultados da análise e da avaliação de modo a tomar decisões. Na nova versão, existem novas exigências acerca da avaliação de conformidade por parte da Organização e os consequentes resultados devem ser registados. Quando é verificada uma falha na conformidade, devem ser logo determinadas e implementadas as ações que irão possibilitar a reposição do estado de conformidade.
Secção 10: Melhoria	“A Organização deve determinar oportunidades de melhoria e implementar ações necessárias para atingir os resultados pretendidos do seu sistema de gestão ambiental”. É exigido que a Organização faça uma revisão da eficácia das ações corretivas implementadas, verificando se a sua implementação teve impacto nos problemas assinalados e se não se verificam recorrências. Algumas formas de demonstrar melhoria passam por alterar os produtos, bens ou serviços com o objetivo de melhorar a gestão do seu ciclo de vida, implementar alterações nos processos de modo a reduzir os impactes ambientais e melhorar o desenvolvimento ambiental.

2.2. A metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ISO 14040:2015)

2.2.1. Introdução

A Avaliação do Ciclo de Vida veio auxiliar as Organizações a identificar os aspetos ambientais associados mais relevantes e quantificar o impacte ambiental gerado em cada processo, de modo a minimizá-los ou mesmo evitá-los. Este ciclo de vida pode ser relativo a um produto, processo, serviço ou atividade. Por outras palavras, consiste na história do produto desde a fase de extração de matérias-primas, produção, distribuição, consumo, utilização e transformação em resíduo onde é finalmente rejeitado (Brant F., 2017).

A ACV, ou em inglês, “Life Cycle Assessment” (LCA), surgiu na década de 60, de modo a dar resposta a estudos que tinham como objetivo analisar o consumo de matérias-primas, energia e recursos. O primeiro estudo de análise do ciclo de vida foi

realizado nos Estados Unidos da América, em 1965, designado por Análise do Recurso e do Perfil Ambiental (REPA - Resource and Environmental Profile Analysis). O estudo foi elaborado pelo Midwest Research Institute (MRI) para a empresa Coca-Cola (Barnthouse et al., 1998; SAIC, 2006). Em 1972, USEPA encomendou ao MRI a elaboração de um estudo de ACV de embalagens envolvendo a indústria do vidro, do aço, do alumínio, do papel e do plástico, bem como todos os fornecedores das respetivas indústrias (Perdigão, 2013). Em 1979, foi fundada a Sociedade de Toxicologia Ambiental e Química (SETAC) que tinha como principal objetivo servir, como uma sociedade profissional sem fins lucrativos, para promover abordagens multidisciplinares para o estudo de questões ambientais (Zabalza et al., 2012). A partir de 1993, a Organização Internacional de Normalização (ISO) encomendou a um pequeno grupo de especialistas do SETAC, a formulação de uma recomendação sobre a necessidade de padronização da ACV.

Com o passar do tempo, o interesse pela Avaliação do Ciclo de vida aumentou por parte das indústrias, o que levou à fundação de instituições dedicadas a este método e ao lançamento de livros e guias para a prática, até que em 1997 a Organização Internacional para a Normalização (ISO, International Organization for Standardization) publicou a ISO 14040 (Avaliação do Ciclo de Vida- Princípios e enquadramento). Deste modo, a Organização deverá avaliar detalhadamente que etapas do ciclo pode controlar e influenciar, visto que estas podem variar muito consoante o contexto em que a mesma se insere. Normalmente, a perspectiva do ciclo de vida considera as seguintes fases, representadas no esquema da Figura 2: extração de recursos, processamento de material, fabricação do produto, distribuição, uso e fim de vida útil (Bsi, 2016).



Figura 2- Etapas do ciclo de vida

A avaliação do ciclo de vida da Organização pode auxiliar variados fatores tais como identificar oportunidades de melhoria nos aspetos ambientais do produto/serviço em vários pontos do seu ciclo de vida, na tomada de decisões industriais, nas Organizações governamentais e não-governamentais, na seleção de indicadores pertinentes de desempenho ambiental (incluindo técnicas de medição, no departamento de marketing, através de declarações ambientais, programas de rotulagem ecológica, entre outros). Resumindo, esta avaliação proporciona uma mudança que irá consequentemente provocar um aumento da responsabilidade das Organizações (ISO, 2008).

Naturalmente, também existem alguns inconvenientes quando se pretende aplicar esta metodologia. Alguns destes passam por (ISO, 2008):

- ✓ Tempo de estudo (por vezes os estudos de ACV arrastam-se por grandes períodos);
- ✓ Para a tomada de decisão não deve ser utilizada somente a informação obtida num estudo de ACV. Esta deve ser complementada com outras ferramentas de gestão ambiental, como por exemplo, avaliação do desempenho ambiental, gestão de risco, avaliação de impacte ambiental, etc.;
- ✓ As escolhas e aspetos tidos em conta na ACV podem ser subjetivos;
- ✓ A precisão dos estudos de ACV está limitada pela acessibilidade ou disponibilidade de dados e pela sua qualidade.

Vantagens da aplicação da ACV

Segundo a norma ISO 14040, são inúmeras as vantagens da aplicação da ACV. Este método é útil (ISO, 2008):

- Na identificação de oportunidades de melhoria do desempenho ambiental;
- No marketing comercial;
- Na tomada de decisão;
- Na informação aos decisores na indústria, em Organizações governamentais e não-governamentais;
- Na reformulação de produtos ou processos;
- Na análise dos balanços ambientais associados a produtos ou processos, de modo a possibilitar a redução de impacte ambiental;
- Na quantificação de descargas ambientais para o ar, água e solo;
- Na identificação da fase do ciclo de vida com maior impacte ambiental.

2.2.2. Metodologia

A ACV é constituída por quatro fases, sendo elas:

- 1) Definição do objetivo e do âmbito,
- 2) Análise do Inventário,
- 3) Avaliação de impactes ambientais,
- 4) Interpretação.

A fase 1 consiste na definição do objetivo e do âmbito. O objetivo tem em conta a aplicação pretendida, as razões que levam à realização do estudo e o público a que se destinam. Por sua vez, o âmbito engloba o sistema e as funções a estudar, a unidade funcional, a fronteira, os procedimentos de alocação, as categorias de impacto e interpretação a serem usadas, requisito de dados, pressupostos, limitações, revisão crítica (se for necessário) e o tipo e formato requerido para o estudo (ISO, 2008).

A fase 2 consiste no Inventário do Ciclo de Vida (ICV) onde são recolhidos dados de cálculo para quantificação de entradas e saídas. Este é um processo iterativo visto que consoante os dados que são recolhidos, poderá haver identificação de novos requisitos e/ou limitações que exijam alterações para que os objetivos consigam ser alcançados. Nesta fase são estimados os consumos de recursos e a emissão de poluentes.

A fase 3 consiste na Avaliação de Impacte de Ciclo de Vida (AICV) e tem como principal enfoque avaliar a significância dos impactes ambientais potenciais, usando os resultados da fase 2 (ICV). A AICV pode ser auxiliada por variados métodos de avaliação de impacto, tendo cada um deles um conjunto de categorias de impacto associado. De modo a realizar uma análise mais específica, divide-se a AICV em diferentes elementos, sendo os obrigatórios Classificação e Caracterização e os opcionais Normalização, Agregação e Ponderação (ISO, 2008).

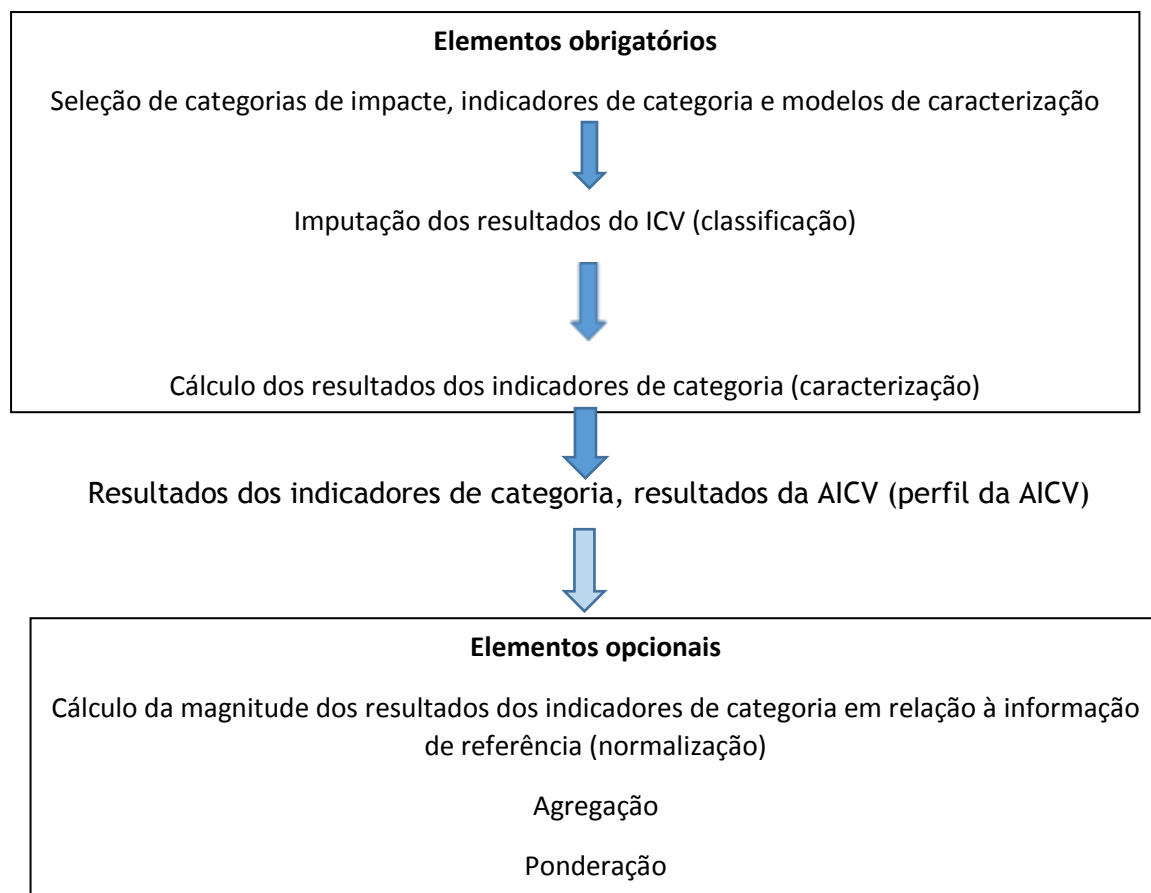


Figura 3- Elementos de AICV (ISO, 2008)

Na Classificação são distribuídos os dados do inventário pelas categorias de impacto definidas. Na Caracterização é realizado o cálculo dos resultados dos indicadores das categorias selecionadas através do uso de fatores de caracterização.

A Normalização dos resultados é efetuada através do cálculo da magnitude dos resultados do indicador de categoria relativamente a uma informação de referência. A Agregação é a atribuição das categorias de impacto a um ou mais conjuntos pré-estabelecidos na definição de objetivo e âmbito, e pode envolver hierarquização e ordenação. Consiste em efetuar escolhas de valor de acordo com critérios definidos por diferentes indivíduos, sociedades ou Organizações. A Ponderação atribui pesos às diferentes categorias de impacto baseando-se na sua importância ou relevância. São obtidos indicadores únicos agregados das categorias de impacto. Neste cálculo são utilizados fatores de ponderação, sendo os mesmos baseados em escolhas de valor, não possuindo assim uma base científica (ISO, 2008).

Por fim, a Interpretação do Ciclo de Vida é a quarta e última fase da ACV. Nesta fase, os resultados obtidos em cada uma das fases anteriores são analisados,

identificando-se os aspetos mais significativos. Os resultados devem estar em concordância com o objetivo e âmbito definidos na primeira etapa de modo a que seja possível obter conclusões e realizar recomendações com o objetivo de estabelecer estratégias de melhoria (ISO, 2008).

Devido à crescente necessidade de utilização da Avaliação de Impacte Ambiental, ao longo do tempo têm sido desenvolvidas aplicações informáticas de modo a auxiliar e facilitar a metodologia de ACV. Atualmente, já existem vários modelos e softwares disponíveis e os mesmos facilitam a realização do inventário do ciclo de vida, assim como no cálculo dos impactes e na interpretação dos respetivos resultados. Deste modo, a grande vantagem do usufruto destes softwares é a possibilidade de obtenção de resultados de uma forma mais rápida e concreta (Mendes et al., 2016).

Embora este tipo de softwares seja de fácil utilização e compreensão, é necessário que haja uma interpretação prévia da metodologia da ACV. Cada software de ACV é diferente no que toca a inserção dos dados e visualização dos seus resultados. Na seguinte Tabela 3 apresentam-se alguns exemplos dos softwares existentes para executar uma ACV onde são também mencionadas as entidades que os desenvolveram bem como o país de onde são originários.

Tabela 3-Softwares para executar uma ACV

Software	Entidade	País de Origem
openLCA	GreenDelta	Alemanha
BEES	National Institute for Standards and Technology (NIST), Building and Fire Research Laboratory	Estados Unidos da América
ECO-it	Pre-Sustainability	Holanda
GaBi	PE International	Alemanha
GREET	Argonne National Laboratory	Estados Unidos da América
IDEMAT 2005	Delft University of Technology	Holanda
SimaPro	Pre-Sustainability	Holanda
Umberto	Ifu Hamburg GmbH	Alemanha

Todos os softwares têm associadas bases de dados que auxiliam na execução do Inventário do Ciclo de Vida (ICV). Na Tabela 4 estão apresentados alguns exemplos de bases de dados existentes para complementar os estudos de ACV (Mendes et al., 2013).

Tabela 4- Bases de dados para complementar os estudos de AVC

Bases de dados	Entidade	Origem
Ecoinvent	Ecoinvent centre	Suíça
Agri-Footprint	Agri-Footprint	Holanda
European Life Cycle Database (ELCD)	Diversas entidades, associações e Organizações europeias	União Europeia
U.S. Life Cycle Inventory (LCI) Database	National Renewable Energy Laboratory	Estados Unidos da América
IVAM LCA	IVAM Environmental Reserach	Holanda
GEMIS	Athena Oko-Institut	Alemanha
Athena database	Athena Institute	Canadá

A avaliação de impactes ambientais é feita por um método, que pode variar, que por sua vez está implementado no software utilizado. Os métodos de AICV podem ser caracterizados consoante a região onde se encontram (consideram os impactes ambientais globais e/ou referentes a regiões específicas) ou de acordo com o nível de avaliação do impacte (*midpoint*, *endpoint* ou *combinado*). No midpoint, a caracterização do método utiliza indicadores localizados ao longo do mecanismo ambiental (processos físicos, químicos e biológicos para uma dada categoria de impacte) antes de alcançar o ponto final da categoria. No endpoint, a caracterização engloba todo o mecanismo ambiental até ao seu ponto final. No combinado, consideram-se as vantagens dos dois níveis anteriores (Mendes et al., 2013). Enquanto os métodos midpoint fornecem resultados mais fidedignos, os métodos endpoint são considerados mais fáceis de compreender sendo assim utilizados para tomadas de decisão (Mendes et al., 2013). Na Tabela 5 encontram-se apresentados alguns exemplos de métodos de avaliação de impacte que são utilizados mais frequentemente.

Tabela 5- Métodos de avaliação de impacte

Método	Abordagem	País de Origem
CML - IA	Midpoint	Holanda
Eco-Indicator	Endpoint	Holanda/ Suíça
EDIP 2003	Midpoint	Dinamarca
EPS (Environmental Priority System) 2000	Endpoint	Suécia
Impact 2002+	Midpoint/Endpoint	Estados Unidos da América
LIME	Midpoint/Endpoint	Japão
LUCAS	Midpoint	Canadá
ReCiPe	Midpoint/Endpoint	Holanda

Método	Abordagem	País de Origem
TRACI 2.1	Midpoint	Estados Unidos da América

Capítulo 3: A perspetiva do Ciclo de Vida na avaliação dos aspetos ambientais significativos da FERESPE

3.1. Descrição da Empresa

A FERESPE- Fundição de Ferro e Aço, Lda. produz peças técnicas com aplicação em sistemas de elevada exigência. Os materiais mais utilizados na produção são aços inoxidáveis-duplex, super-duplex e super-austeníticos, aços de média e baixa liga e ferros fundidos de alta liga.

Atualmente a empresa produz peças para vários setores, incluindo Indústrias de Energia, Petróleo e Gás, GNL (Gás liquefeito) e Criogénico, Água e Águas Residuais, Refinaria e Petroquímica, Química, Energia Nuclear, Ferroviária, Construção, Reparação Naval, Pasta de Papel, Mineira e Extrativa, entre outras. A empresa está posicionada num nicho de mercado de pequenas e médias séries.

De modo estratégico, a FERESPE comercializa os seus produtos em mercados externos, estabelecendo relações comerciais com países como Holanda, França, Áustria, Bélgica, Alemanha, Reino Unido, Dinamarca, Suécia, Suíça, Itália, Noruega, Espanha e Estados-Unidos (Figura 4).



Figura 4- Relações comerciais da Ferespe (ano 2017)

A FERESPE foi fundada em 1981 e aí iniciou a produção de ferros de alta liga e aços ligados. Seguidamente, em 1984, a empresa arrancou com a produção de aços de baixa e média liga e aços inoxidáveis. Mais tarde, em 1996, a FERESPE foi certificada pela ISO 9001, estabeleceu relações comerciais com diversos países, apostou no ramo Ferroviário, Petroquímico e da Pasta de Papel e aumentou as suas relações com entidades científicas. Já em 2004 foi sujeita a Certificações e Qualificações nos mercados Ferroviário e de Energia, Oil & Gas, distinguindo-se a nível nacional e internacional pela produção de peças técnicas em Aços Inoxidáveis Super-duplex e Aços Inoxidáveis Super Austeníticos. Em 2009, faleceu o fundador Eng.º Jorge Macedo Casais, mas a sua visão de perceção do futuro da empresa e da sua gestão permaneceram bem presentes até aos dias de hoje.

A política de Qualidade, Ambiente e Segurança da FERESPE está diretamente ligada aos seus clientes e ao contexto interno e externo. Deste modo, consegue uma plena satisfação das necessidades dos clientes e restantes PI, assim como a proteção ambiental e dos colaboradores no que toca a segurança e saúde no trabalho. Algumas das medidas contribuintes para a concretização da mesma Política passam por (Ferespe, 2017):

- ✓ Estruturação em termos funcionais, havendo um destaque da subordinação direta à Gerência do Departamento da Qualidade, Ambiente e Segurança;
- ✓ Tomada de consciência de que a equipa que constitui o DQAS é a representante dos clientes, do ambiente e dos colaboradores em simultâneo;
- ✓ Constante e periódica avaliação por parte da gestão de topo (Gerência) e de toda a equipa de gestão;
- ✓ Vigilância constante de não-conformidades dos produtos, assim como das reclamações dos clientes com vista à sua redução para níveis compatíveis com o nicho do mercado onde a empresa se encontra;
- ✓ Vigilância constante do cumprimento das suas obrigações de conformidade aplicáveis ao produto e aos fatores ambientais e os fatores relativos à segurança e saúde no trabalho;
- ✓ Medidas de promoção à proteção do ambiente, com especial atenção para a ecoeficiência (minimização de custos) e a prevenção de poluição, mesmo em situações acidentais;

-
- ✓ Compromisso com os colaboradores, através de medidas preventivas e corretivas, de modo a reduzir riscos profissionais e consequente melhoria das condições de trabalho;
 - ✓ Permanente atenção aos parceiros de negócio a montante, de maneira a que o nível de qualidade com que a FERESPE se compromete juntos dos clientes seja possível de manter.

3.2.Descrição do Processo Produtivo

O processo produtivo da FERESPE (Figura 5) inicia-se com a preparação de metais armazenados no parque de sucatas. Neste parque, as principais matérias-primas (sucatas de fundição) encontram-se divididas consoante o tipo de liga: aço inoxidável, aço de carbono, ferro fundido e ferros de alta liga.

Depois de serem sujeitas à preparação, as cargas metálicas são transportadas para a zona de Fusão. A empresa possui quatro fornos de indução. A temperatura de fusão é controlada com o auxílio de um pirómetro de imersão e, quando o metal fundido se encontra à temperatura final desejada, é colhida uma amostra de modo a efetuar a análise de composição química no espectrómetro de emissão. Se a composição não for a desejada, é necessário fazer um ajuste da composição através da adição de algum elemento, de modo a acertar a composição química do banho. Simultaneamente a este processo ocorre a preparação de moldações com areias autosecativas usando resinas furânicas no misturador (esta areia é regenerada mecanicamente, termicamente ou é usada areia nova). Os machos são preparados mecanicamente pelo processo Novanol (resina básica Novanol e dióxido de carbono) ou manualmente (resina furânica ácida mais catalisador ácido). Quando as moldações estão prontas, é feita a passagem do metal líquido para um colherão, onde posteriormente é realizado o vazamento para as moldações. Depois de arrefecidas, é feito um abate das peças, que consiste na separação entre a areia e o cacho metálico. No cacho metálico fica alguma areia aderida; a peça é submetida a uma primeira granalhagem de modo a remover a areia da superfície metálica. Este processo dá-se através da projeção de granalha de aço na peça. De seguida, é realizada a operação de corte de gitos por oxi-gas, elétrodo ou com rebarbadeira, de acordo com o tipo de material metálico com que se está a trabalhar. Após a passagem por estas operações, é realizado um primeiro controlo, que consiste na inspeção visual da peça e onde se determina se a peça é sucata ou se segue para as fases seguintes de acabamento. As peças que seguem são sujeitas a processos de rebarbagem, onde são retiradas as rebarbas e excessos de material. Seguidamente é feita uma

segunda granalhagem e um segundo controlo de qualidade (final). Nesta etapa, as peças que apresentam defeitos com forma e dimensão possíveis de recuperação, são submetidas a soldadura ou nova rebarbagem. Consoante o tipo de metal, pode ser necessário realizar um tratamento térmico à peça, de modo a conferir à mesma as propriedades finais requeridas. Dependendo das exigências ou características requeridas pelo cliente, é possível realizar ensaios não destrutivos (ultra-sons, radioscopia, magnetoscopia, líquidos penetrantes) de modo a realizar o controlo de qualidade do produto final.

No final, as peças são expedidas, sendo antes devidamente embaladas e acondicionadas.

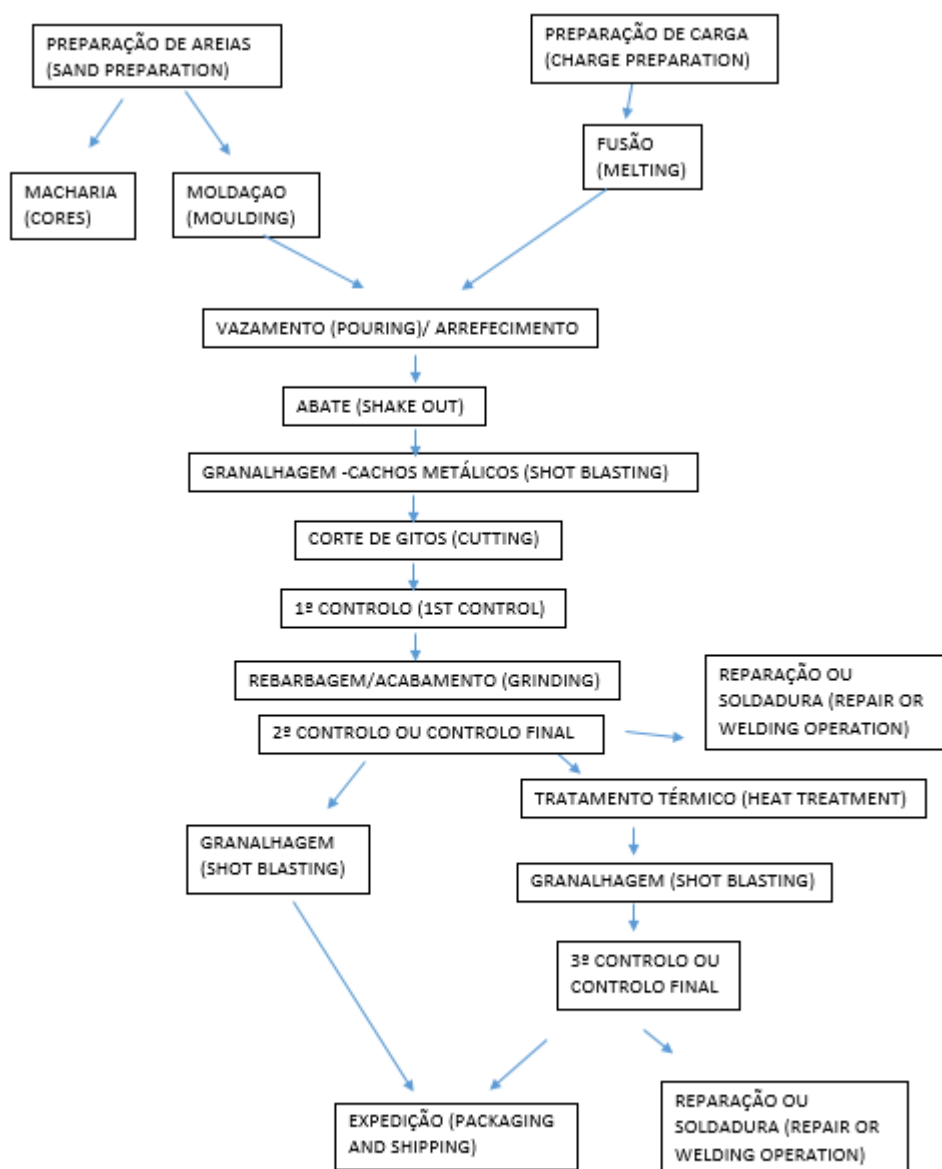


Figura 5- Processo de produção da Ferespe

3.3. A perspetiva do ciclo de vida na avaliação dos aspetos ambientais

A perspetiva de ciclo de vida consiste, como o nome indica, em avaliar todo o ciclo de vida de um produto ou processo, integrando todas as “etapas consecutivas e interligadas de um sistema de produto (ou serviço), desde a obtenção de matérias-primas, ou a sua produção a partir de recursos naturais até ao destino final” (CEN, 2015).

Esta abordagem à gestão ambiental vai além do foco tradicional no local de produção e processos associados de modo a incluir o impacto ambiental de um produto ao longo do seu ciclo de vida e, assim, contribuir para uma produção/serviço o mais sustentável possível (Pires A., 2016). Através da consideração do ciclo de vida as entidades podem, entre outros, melhorar a sua imagem, reduzir o uso de recursos, reduzir emissões para o ambiente, aumentar as suas relações com as partes interessadas, suscitar valor para potenciais acionistas (Remmen et al., 2007).

A nova versão na norma ISO 14001 indicia a necessidade de considerar a existência de aspetos ambientais resultantes das atividades, produtos e serviços a montante e a jusante da Organização. Deste modo, cada Organização deve identificar os aspetos ambientais das atividades dos fornecedores e subcontratados com os quais tem contacto (ISO, 2015).

A inclusão da perspetiva de ciclo de vida numa Organização traduz-se em ideias, oportunidades e desafios, contribuindo assim para que a mesma perdure a sua continuidade, melhore a gestão do risco e aumente a inovação. A perspetiva de ciclo de vida requer que seja analisado todo o processo e as respetivas interfaces de um ponto de vista geral, tornando possível verificar onde as decisões tomadas a montante se tornam limitantes para os problemas a jusante. As diferentes etapas de um ciclo de vida podem estar dependentes de várias Organizações. Deste modo, a visão do ciclo de vida vai muito mais além da minimização de impactes ambientais adversos de um produto ou serviço e constitui a busca contínua pela inovação e oportunidade (Bsi, 2016).

A nova versão da norma requer que a Organização deve passar a considerar o ciclo de vida dos produtos e serviços em diversos pontos de grande importância, não só na determinação dos aspetos ambientais, mas também no controlo operacional. No controlo operacional estão englobados os seguintes aspetos (Apcer, 2015):

- **Design e desenvolvimento;**
- **Requisitos ambientais de compra de produtos e serviços;**
- **Comunicação de requisitos ambientais relevantes aos fornecedores;**

- Potenciais **impactes** ambientais significativos associados ao **transporte ou distribuição**;
- **Utilização, tratamento de fim-de-vida e destino final** dos produtos e serviços.

A interpretação da Norma NP ISO 14001:2015, no que se refere à perspetiva de ciclo de vida, considera necessário fazer um levantamento qualitativo do ciclo de vida material associado aos seus serviços e produtos (Apcer, 2015). Assim, a leitura feita indica que é necessário realizar uma análise de cada etapa para que a mesma possa estar sob controlo ou influência da Organização, passando por aquisição de matérias-primas, produção, transporte, utilização e fim-de-vida. A adoção desta perspetiva poderá traduzir-se numa abordagem bastante alargada, visto que certas etapas do ciclo podem estar sob controlo de diferentes Organizações. Assim, havendo uma compilação de todas as perspetivas, é possível apresentar pontos de vistas comuns (Bsi, 2016).

Quando se aplica a perspetiva de ciclo de vida, constata-se que, por vezes, há produtos para os quais os impactes, depois de saírem do local onde foram produzidos, são superiores aos impactes da sua produção. Assim, a norma requer um estudo tendo em conta a perspetiva do ciclo de vida e, por isso, deve identificar os aspetos e impactes ambientais no sentido de encontrar medidas de controlo e melhoria para os aspetos ambientais (Bsi, 2016).

De modo a analisar sucintamente quais os impactes ambientais associados a produtos do sector de fundição, foram revistos dois estudos de ACV, um foca a fundição de ferro cinzento e, o outro, um estudo à produção de aço em sistema convencional (Tabela 6).

Tabela 6- Exemplos de estudo de ACV

	Estudo 1 (Mitterpach et al., 2017)	Estudo 2 (Burchart-Korol D., 2011)
Estudo	“Environmental evaluation of grey cast iron via life cycle assessment”	“Evaluation of environmental impacts in iron-making based on LCA”
Descrição do estudo	Criação de um modelo de ACV para uma fundição de ferro cinzento fundido.	Utilização da Avaliação do Ciclo de Vida segundo a norma EN ISO 14040:2006 nos processos de fabrico de ferro - identificar e quantificar o impacte ambiental.
Unidade funcional	1 Tonelada de ferro fundido	1 Tonelada de aço líquido
Método e software	Recipe Endpoint (SimaPro 8)	Eco-indicator 99 (SimaPro 7)
Fronteiras do estudo	Matéria-prima, consumo de eletricidade, consumo de gás natural, emissão de poluentes (forno de fusão), descargas de água, resíduos.	Coque, sinter, emissões de fornos, gases provenientes de coque, antracite, eletricidade, pellets, escórias, gás natural, ferro.
Etapas da ACV	Definição de âmbito e objetivo, inventário de ciclo de vida, interpretação de ciclo de vida.	Definição de âmbito e objetivo, inventário de ciclo de vida, interpretação de ciclo de vida.
Categorias avaliadas	Saúde humana (alterações climáticas), depleção de ozono, toxicidade humana, formação de oxidante fotoquímico, formação de matéria particulada, radiação ionizada, ecossistemas (alterações climáticas), acidificação terrestre, eutrofização de água doce, ecotoxicidade terrestre, de água doce e marinha, ocupação de terreno agrícola, ocupação de terreno urbano, transformação de terreno natural, depleção metálica e depleção fóssil.	Carcinogéneos, orgânicos respiráveis, inorgânicos respiráveis, alterações climáticas, radiação, depleção de ozono, ecotoxicidade, acidificação/eutrofização, uso de território, minerais e combustíveis fósseis.
Conclusões	O consumo de matéria-prima e de energia são dois fatores com grande contribuição para as categorias de impacte. O impacte	O ACV fornece uma abordagem que considera os possíveis impactes ambientais de todas as etapas de produção, uso de produto e fim de vida.

	Estudo 1 (Mitterpach et al., 2017)	Estudo 2 (Burchart-Korol D., 2011)
	negativo na qualidade do ecossistema e os impactes na saúde humana são minimizados através da gestão e manuseamento de materiais e do consumo de energia. Deve ser encontrada uma aplicação direta para a areia de fundição de sílica de modo a reduzir os resíduos produzidos. A transformação de resíduos industriais em matéria-prima é um passo para alcançar um desenvolvimento industrial permanentemente sustentável. Reduzir os consumos de matéria-prima, de energia, da libertação de emissões na atmosfera, o consumo de água, a produção de resíduos sólidos constituem em si medidas sustentáveis.	Este método permite selecionar novas tecnologias e idealizar melhores produtos. O combustível fóssil é a principal fonte de emissões de gases de efeito de estufa. A poupança de energia é uma estratégia importante para a redução de CO₂.

3.4. A perspectiva do ciclo de vida aplicada à Ferespe

A Ferespe, no âmbito do “*ainda em processo*” de certificação do sistema de gestão ambiental da empresa, possui uma lista de aspetos ambientais avaliados em relação à sua significância. O procedimento utilizado foi o de classificar os aspetos ambientais segundo a sua quantidade, seguida de uma quantificação do impacte quanto à sua gravidade e finalmente quanto ao seu grau de controlo (todos de 1 a 3). Por último, a significância foi calculada em situações normais, onde se multiplicaram os três fatores, e assim se determinou os aspetos ambientais significativos (significância acima de 10). Esta metodologia foi desenvolvida numa etapa anterior à realização do estágio assim como a lista de aspetos ambientais, que foi elaborada focando os aspetos relativos ao funcionamento da unidade fabril. A lista total dos aspetos ambientais do processo produtivo da FERESPE é apresentada na Tabela A.1. do Anexo 1. Com base nessa tabela, os aspetos ambientais significativos são os consumos de energia elétrica, de gás natural e de madeira.

Esta listagem de aspetos ambientais não tem em linha de conta uma perspetiva do ciclo de vida. Para que a análise considerasse a perspetiva, seria necessário que a extração de matéria-prima, o transporte, o design do produto, o transporte do mesmo, a utilização e o fim-de-vida fossem contemplados. No sentido de examinar o ciclo de vida na avaliação dos aspetos ambientais, foram realizados dois passos. O primeiro consiste na consideração do ciclo de vida dos produtos e serviços em diversas atividades (listadas em baixo). Para cada uma destas são apresentadas algumas ações a realizar com vista à sua melhoria:

- Design e desenvolvimento;
- Requisitos ambientais de compra de produtos e serviços;
- Comunicação de requisitos ambientais relevantes aos fornecedores;
- Impactes ambientais significativos associados ao transporte ou distribuição;
- Utilização, tratamento de fim-de-vida e destino final dos produtos e serviços.

O segundo passo consiste na avaliação dos impactes ambientais dos aspetos considerados anteriormente como significativos, através do uso da matriz de avaliação de significância usada na empresa. Esta avaliação é apresentada na secção 3.5.

3.4.1. Design e desenvolvimento

Considerando a perspetiva de ciclo de vida, a Organização deverá avaliar o design e desenvolvimento dos seus produtos/serviços. Para tal, deve ser efetuado um levantamento das entradas associadas a requisitos ambientais para os produtos/serviços. Nesta atividade deve ser avaliado o contexto já existente de modo a identificar tendências futuras para contribuir para o conhecimento de novas oportunidades e riscos. Estes passam pelo conhecimento da perigosidade ambiental das matérias-primas, tendências de legislação, preocupação sobre o uso de recursos, posicionamento da concorrência face a questões ambientais e novos produtos, novas tecnologias. O processo de design e desenvolvimento é uma mais-valia para determinar a medida em que se pode introduzir medidas e mudanças que aumentem o desempenho ambiental, de modo a que se consiga minimizar os impactes dos produtos e introduzir melhorias numa perspetiva de médio e longo prazo (Apcer, 2015).

A Ferespe é uma empresa que produz peças em ferro fundido e aço por encomenda e cujo design não é desenvolvido na empresa mas sim no cliente final que projetou a peça requerida. Apenas o desenvolvimento é realizado pela Ferespe e apenas

esta atividade será avaliada. Em seguida são identificados os aspetos ambientais desta etapa da Ferespe (Tabela 7).

Tabela 7- Aspetos ambientais associados à fase de design da Ferespe

Aspeto ambiental gerado no desenvolvimento	Descrição
Consumo de energia elétrica	A energia elétrica utilizada na Ferespe é contratada a uma empresa - Galp Energia - que obtém parte da energia em fontes de energia renovável (média de 30% da energia consumida mensalmente, dividido em energia hídrica, eólica e cogeração renovável). A mesma empresa fornece um serviço com tarifas duais visto que é abastecido à Ferespe tanto energia elétrica como gás natural. Dentro do mercado de serviços de energia elétrica com tarifas duais, existem quatro empresas no mercado português - Goldenenergy, Galp Energia, EDP e Endesa. Dentro da concorrência, a empresa solicitada é a mais rentável e a que fornece um serviço com uma maior percentagem de energia renovável (Selectra, 2017).
Consumo e produção (resíduos) de papel	A Ferespe usa papel branco, ou seja, não é reciclado. Embora seja uma política da empresa reutiliza-lo ao máximo, quando tal não é possível fazer, o papel é separado de modo a que seja posteriormente reciclado. Tirando esta medida, outra que pode ser implementada neste aspeto ambiental é a redução da utilização do mesmo e optar pelo uso de papel reciclado ao invés do branco. Esta medida seria muito mais sustentável, embora tivesse custos acrescidos de compra visto que o papel reciclado existente no mercado para utilização em impressoras é mais caro.
Consumo e produção (resíduos) de toners e tinteiros	Estes produtos são muito usados no processo de desenvolvimento da empresa. Os tinteiros utilizados na Ferespe não são do tipo mais sustentável uma vez que não são tinteiros reciclados. Embora os tinteiros e toners em fim-de-vida sejam separados para posterior reciclagem, a empresa poderia optar por produtos reciclados, onde haveria um menor impacto para o ambiente e uma redução de preço dos mesmos.
Consumo e produção (resíduos) de lâmpadas	As lâmpadas consumidas na Ferespe não são de baixo consumo, ou seja, são comparativamente grandes consumidoras de energia elétrica e possuem durabilidade curta. Quando as lâmpadas chegam ao fim-de-vida, são separadas para posterior reciclagem. Assim, neste aspeto, não são evidenciadas todas as medidas sustentáveis possíveis a serem implementadas na empresa. Além de se optar por lâmpadas

Aspeto ambiental gerado no desenvolvimento	Descrição
	ecológicas, ainda pode ser melhorado o consumo, que pode vir a ser diminuído tentando aproveitar ao máximo a luz natural e o horário económico de consumo.
Consumo e produção (resíduos) de pilhas	Atualmente, a Ferespe já opta pela utilização de pilhas recarregáveis eletricamente o que, embora seja uma vantagem em termos de quantidade de resíduo, principalmente por os resíduos das pilhas serem bastante tóxicos, é uma desvantagem no que toca o consumo de energia elétrica. Estas pilhas têm muito mais durabilidade temporal comparativamente com as pilhas alcalinas ou salinas visto que possuem um ciclo de vida muito maior. Quando chegam ao fim-de-vida são separadas para posterior reciclagem. Neste aspeto ambiental, a Ferespe já cumpre as medidas sustentáveis, sendo ainda possível reduzir a utilização das mesmas.
Consumo de produtos químicos (Desmoldante)	O desmoldante é utilizado na estação de carpintaria da Ferespe onde são elaborados os moldes para produção das peças. O desmoldante utilizado não é ecológico. Deste modo, o uso de um produto mais ecológico seria menos nocivo para o meio ambiente. Neste caso, seria uma vantagem a nível ambiental o uso de um tipo sustentável (base vegetal) de modo a não ser tão prejudicial, embora o custo do mesmo fosse maior e seria bastante mais difícil encontrar o mesmo no mercado português. A redução da utilização deste produto seria também uma medida sustentável a adotar.
Consumo e produção (resíduos) de madeira	A madeira é utilizada nos moldes na secção de Carpintaria da Ferespe. A madeira utilizada é reutilizada internamente de moldes mais antigos, por isso é um recurso sustentável. Quando a mesma chega ao fim-de-vida, é separada para reciclagem, embora o ciclo de vida deste produto seja bastante longo quando se encontra bem conservado.
Produção de ruído	No processo de desenvolvimento há a produção de ruído na estação de carpintaria. Deste modo, este aspeto ambiental poderia ser reduzido elaborando um isolamento sonoro do local e colocação de portas isolantes de modo a não haver propagação do mesmo. O ruído pode também ser reduzido diminuindo a utilização da fonte de emissão de ruído, optando por uma maquinaria mais recente e com menos emissão ou por uma cabine de insonorização (OSHA, 2005).

3.4.2. Requisitos ambientais de compra de produtos e serviços e comunicação de requisitos ambientais relevantes aos fornecedores

Focando apenas no processo produtivo e nas atividades diretamente associadas ao processo de produção da Ferespe, a empresa recorre a produtos/serviços externos no que toca à matéria-prima, incluindo energia e materiais auxiliares e ao destino final dos resíduos produzidos. Ao realizar determinada influência nos mesmos, é possível, a uma Organização como a Ferespe, prevenir e minimizar o risco de adquirir produtos pouco sustentáveis e posteriormente transmitir essa insustentabilidade ao cliente final. Assim, devem ser solicitados alguns requisitos ambientais aos fornecedores por parte da empresa, de modo a que haja o mínimo de garantia de sustentabilidade na aquisição da matéria-prima e na deposição dos resíduos produzidos para uma reciclagem correta e certificada (Apcer, 2015).

Deste modo, a Ferespe possui, atualmente, uma comunicação contínua com os fornecedores externos. Seguidamente, são descritas as ações previamente realizadas pela Ferespe e as ações realizadas no âmbito da dissertação:

- Ações previamente realizadas pela Ferespe:
 - ✓ Solicitar elementos cruciais às entidades (fornecedores e serviços) como comprovativo de certificação da entidade - a Ferespe possui cópias de documentos solicitados às entidades prestadoras de serviços (fornecedores e subcontratados) onde está evidenciada a certificação dos mesmos para a função que realizam com a Ferespe. Neste documento, além de ser evidenciada a atividade a que se destinam, é detalhado o tipo de resíduo admissível a ser rececionado (no caso dos destinatários de resíduos), estando implícito o seu código LER.

Comparando com a versão anterior da norma, onde era permitido à Organização decidir se comunicava ou não externamente os aspetos ambientais significativos, a nova versão obriga a que esta comunicação seja realizada (Apcer, 2015).

- Ações realizadas no âmbito da dissertação:
 - ✓ Comunicação do papel que as entidades fornecedoras de serviços e produtos devem manter a nível de sustentabilidade. Foi realizado um documento com vista à sensibilização dos fornecedores e subcontratados de modo a informá-los acerca do papel importante que desempenham no meio ambiente, sendo comunicadas as vantagens de possuir um sistema de gestão ambiental, bem como os pontos obrigatórios a cumprir a nível

ambiental. O documento desenvolvido encontra-se na Figura A.1. (Anexo A.1).

- ✓ Questionário de avaliação do desempenho ambiental dos subcontratados. Foi realizado previamente um inquérito para todas as entidades/serviços subcontratados pela empresa de modo a fazer um levantamento de dados acerca de cada entidade e do seu funcionamento sustentável (existência de sistema de gestão ambiental implementado, produção de resíduos e emissões para a atmosfera, descarga de águas residuais industriais, emissão de ruído para o ambiente, consumo de água, consumo de combustível, consumo de energia elétrica, a gestão dos mesmos e se são cumpridos os requisitos legais associados). No âmbito da dissertação foi realizada uma primeira interpretação e o registo das respostas, tendo também sido executada uma classificação de cada uma das entidades através de uma escala enviada pelo CATIM. Esta ação ainda se encontra a ser trabalhada, não estando ainda concluída.

3.4.3 Impactes ambientais significativos associados ao transporte ou distribuição

Quando se refere a ciclo de vida de um produto, o transporte/distribuição, tanto da matéria-prima para a Ferespe como o da distribuição do produto para os clientes finais, não pode ser negligenciado.

Na empresa são utilizados automóveis, que realizam a deslocação dos funcionários às instalações da Ferespe e a clientes que se localizem nas proximidades, e são subcontratados camiões, que são utilizados para fazer o transporte de matéria-prima para a Ferespe e o transporte dos produtos para o cliente final.

✓ Transporte por camião

O camião é utilizado em dois tipos de transporte: no transporte de matéria-prima dos fornecedores para a Ferespe e no transporte dos produtos da Ferespe para os clientes finais.

Verificou-se que seria possível reduzir a quantidade de emissões optando por veículos pesados mais recentes e ecológicos, tanto por parte dos fornecedores como por parte dos clientes finais. Um exemplo seria o camião MAN TGS, onde é utilizado um motor a gasóleo, que cumpre as indicações da norma Euro 6, possui um funcionamento binário e o consumo de combustível é reduzido (MAN, 2016).

Outras medidas a serem implementadas seriam identificar continuamente fornecedores mais próximos da Ferespe, desde que continuassem garantidas as exigências da empresa em termos comerciais, recolher informação das empresas de transporte de modo a poder optar por entidades que utilizem transportes que funcionam com combustíveis menos poluentes como propano e gás natural.

✓ Transporte por Automóvel

A Ferespe possui uma vasta frota automóvel para a mobilidade dos trabalhadores, tanto para funções da empresa como para assuntos privados dos mesmos. Todos os veículos pertencentes à frota da Ferespe possuem a tecnologia *Blue Motion Technology*, que consiste numa tecnologia de melhor aproveitamento energético, ou seja, os automóveis são concebidos pela marca de forma a reduzir o consumo de combustível e a quantidade de emissões poluentes para a atmosfera, através de variadas técnicas como forma mais aerodinâmica, baixa altura de marcha, sistema automático start-stop, sistema de carregamento de bateria programado (alternador só corre quando necessário, entre outras (Loveday E., 2010).

Apesar de a Ferespe já optar por veículos recentes e com uma tecnologia sustentável (*Blue Motion Technologie*), existem outras opções possíveis de tomar pela empresa de modo a tornar o setor do transporte ainda mais sustentável e ecológico. Algumas sugestões passam por optar por veículos com outro tipo de combustível, como por exemplo, veículos elétricos ou híbridos, de modo a diminuir o consumo de gasóleo e, por sua vez, diminuir a produção de emissões poluentes na atmosfera.

3.4.4. Utilização, tratamento de fim-de-vida e destino final dos produtos e serviços

Os produtos da Ferespe são unicamente metálicos e, embora o possam variar, o tipo de utilização, tratamento de fim-de-vida e destino final são muito semelhantes. De acordo com a nova versão da Norma, é requerido que a Organização tenha presente a necessidade de fornecer informações relevantes acerca dos produtos e comunicar aos destinatários e utilizadores dos produtos os potenciais impactes ambientais significativos dos mesmos associados ao transporte, utilização, tratamento de fim-de-vida e destino final dos mesmos. Estas informações são cruciais para os clientes diretos da empresa e para os futuros utilizadores do produto final.

O controlo exercido pela Ferespe a partir do momento em que o produto produzido é expedido é marginal. As peças ficam a cargo dos utilizadores finais dos

produtos e o conhecimento dos aspetos ambientais relacionados com o produto nas etapas de utilização, tratamento ou destino final do produto não são conhecidos. O único aspeto ambiental evidente será a produção de resíduos, no que toca a resíduos de expedição (suportes e embalagens), partículas metálicas provenientes do desgaste das peças e o consumo de combustíveis fósseis aquando do transporte das mesmas. As medidas que podem ser tomadas para a diminuição do impacto destes aspetos será, como já foi referido, optar por transportes ecológicos com combustíveis renováveis e a utilização de suportes das peças reutilizáveis de modo a diminuir o consumo de cartão e madeira.

Relativamente aos produtos produzidos pela Ferespe, peças em ferro ou aço, apenas se sabe que, aquando o seu fim-de-vida, é possível realizar uma reutilização do mesmo de modo a fazer uma reciclagem enviando as peças para o sucateiro onde serão novamente valorizadas. Contudo, há peças que não permitem esta medida e, nestes casos, o destino final das peças será a separação e posterior tratamento final das mesmas por entidades gestoras de resíduos.

3.5. Avaliação quantitativa dos impactes ambientais para os aspetos ambientais significativos

Nesta secção é realizada uma avaliação dos impactes ambientais através do uso da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida para os quatro aspetos ambientais significativos: o consumo de energia elétrica, o consumo de gás natural, o consumo de madeira usada nas paletes, o transporte de matéria-prima desde o fornecedor até à Ferespe e o transporte do produto final até ao cliente.

Primeiramente foi efetuada uma caracterização do caso de estudo, apresentando as etapas de ciclo de vida associadas à Ferespe e posteriormente irá ser realizada uma descrição das seguintes etapas da metodologia do ACV. Por fim, serão apresentados e analisados os resultados obtidos, pelo programa Sima Pro 8.3.0.0 e pela base de dados Ecoinvent 3.3. O SimaPro permite a modelização de sistemas e produtos do ponto de vista do seu ciclo de vida, baseando-se nos critérios definidos nas normas ISO 14040 e ISO 14044.

Considerando que o objetivo é a avaliação do impacto ambiental associado aos aspetos ambientais significativos é necessário realizar um levantamento de dados e quantidades, que se consideram dados primários e posteriormente é necessário utilizar alguns dados secundários obtidos na base de dados Ecoinvent. Foi utilizada a versão SimaPro 8.3.0.0 e o método de avaliação de impactes é o CML-IA baseline V3.04/EU25.

As categorias de impacto consideradas, as respetivas abreviaturas e unidades encontram-se apresentadas na Tabela 8.

Neste estudo a interpretação será realizada identificando o(s) processo(s) com maior contribuição para as categorias de impacto. Contudo, um estudo mais detalhado permitirá analisar qual o recurso/poluinte na base de cada contribuição dos processos para cada categoria.

Tabela 8- Categorias de impacto e respetivas unidades para a metodologia de avaliação de impactes usada neste trabalho

Categoria de impacto ambiental da metodologia CML	Abreviatura	Unidades
Depleção abiótica	DA	kg Sb eq
Depleção abiótica (combustíveis fósseis)	DA(CF)	MJ
Aquecimento global	AG	kg CO ₂ eq
Depleção da camada de ozono	DCO	kg CFC-11 eq
Toxicidade humana	TH	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicidade de água doce	EA	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicidade marinha	EM	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicidade terrestre	ET	kg 1,4-DB eq
Oxidação fotoquímica	OF	kg C ₂ H ₄ eq
Acidificação	A	kg SO ₂ eq
Eutrofização	E	kg PO ₄ --- eq

3.5.1. Definição do Objetivo e do âmbito

3.5.1.1. Definição do Objetivo

O objetivo deste estudo consiste em avaliar os potenciais impactes ambientais associados aos aspetos ambientais identificados como significativos pela empresa.

O público-alvo deste estudo será a Ferespe para dar resposta ao requisito relacionado com a consideração do ciclo de vida na análise dos aspetos ambientais presente na nova versão da ISO 14001 (NP EN ISO 14001:2015).

3.5.1.2. Definição do âmbito

O sistema em estudo engloba o processo de produção da Ferespe, desde o transporte de matéria-prima até à Ferespe, passando pela produção das peças e todas

as etapas que este processo engloba (apresentados no capítulo 3.2.), até à expedição e transporte das peças até ao cliente.

Os aspetos ambientais significativos escolhidos para a realização desta avaliação são o consumo de energia elétrica, o consumo de gás natural, o consumo de madeira nas paletes e o transporte de matéria-prima dos fornecedores para a Ferespe e do produto final da Ferespe para os clientes.

A unidade funcional considerada foi de 1 tonelada de produto produzido no ano de 2016.

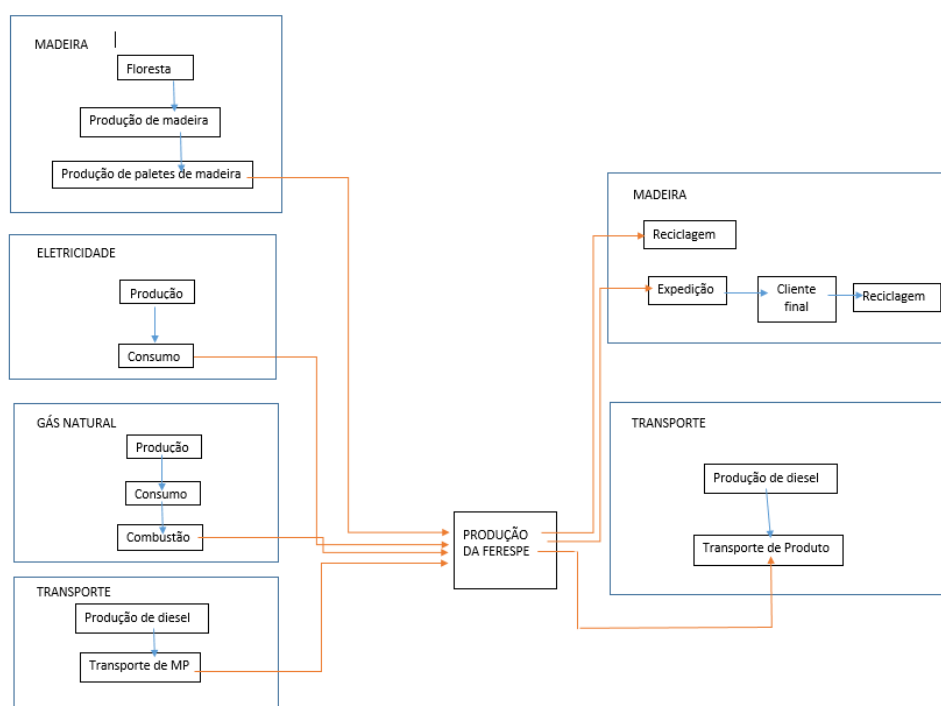


Figura 6- Fronteiras das fases consideradas no estudo.

3.5.1.3. Inventário do Ciclo de Vida (ICV)

O Inventário do Ciclo de Vida (ICV) quantifica os fluxos relevantes relativos aos aspetos ambientais significativos da Ferespe em 2016. O inventário dos fluxos de entrada e saída dos respetivos aspetos ambientais foi realizado, e está apresentado na Tabela 9. Todos os valores utilizados no inventário estão expressos em relação à UF.

Tabela 9 - Fluxos de materiais e energia relevantes associados aos aspetos ambientais significativos da Ferespe em 2016. Valores expressos por tonelada de produto Ferespe (ferro fundido) em 2016. A produção da Ferespe em 20016 = 605,408 t.

Aspetos ambientais significativos de 2016	Quantidade	Unidades
Madeira	2322	paletes
Energia elétrica	2797	kW/t
Gás Natural	3941	MJ/t
Diesel consumido (transporte de MP)	1936	L/t
Diesel consumido (transporte do produto)	9528	L/t

3.5.2 Avaliação de Impacte Ambiental (AICV)

A avaliação de impactes ambientais na ACV requer a inclusão de passos obrigatórios como a Classificação/Caracterização e outros opcionais como Normalização, Agregação e Ponderação. O resultado é um indicador que expressa o impacte ambiental das atividades envolvidas reportado à unidade funcional e ao sistema avaliado. Neste estudo, irão ser analisadas as etapas obrigatórias de classificação/caracterização.

As categorias de impacte selecionadas para o estudo encontram-se listadas na secção 3.5. e os resultados da AICV provenientes do software utilizado irão ser analisados na secção 3.5.2.2., que corresponderá ao processo de Interpretação da metodologia de ACV.

3.5.2.1. Imputação dos Resultados do ICV - Classificação

Este procedimento é realizado de forma automática quando se usa o software SimaPro. Os resultados de ICV são combinados com as categorias de impacte selecionadas aquando da seleção do método de avaliação de impactes a utilizar.

3.5.2.2. Cálculo dos Resultados dos Indicadores de Categoria - Caracterização

Na fase de Caracterização, as dimensões dos impactes são calculadas para cada indicador. Os resultados do ICV, ao serem combinados com as categorias de impacte selecionadas, são quantificados com base na unidade atribuída à respetiva categoria, que consiste no fator de caracterização. Este é multiplicado pela carga ambiental relativa às categorias de impacte e posteriormente é feito um somatório dos resultados das multiplicações, obtendo assim o resultado do impacte para cada categoria.

Na Tabela 10 estão apresentados os resultados obtidos para cada processo ambiental (consumo de energia elétrica, consumo de gás natural, consumo de madeira

usada nas paletes, transporte de matéria-prima desde o fornecedor até à Ferespe e transporte do produto final até ao cliente), por categoria de impacte ambiental.

Tabela 10- Resultados obtidos para cada aspeto ambiental (consumo de energia elétrica, consumo de gás natural, consumo de madeira usada nas paletes, transporte de matéria-prima desde o fornecedor até à Ferespe e transporte do produto final

Categoria de impacto	Abrev.	Unidades	Total	Produção de combustível e transporte			Consumo de eletricidade	Produção e consumo de gás natural			Consumo de paletes		
				Produção de diesel	Transporte de produto	Transporte de MP	Eletricidade	Produção de gás natural	Consumo de gás natural (fornecimento)	Combustão de gás natural	Produção de paletes	Gestão de fim de vida (Reciclagem de madeira pelo cliente final)	Gestão de fim de vida (envio da madeira para Reciclagem pela Ferespe)
Depleção abiótica	DA	kg Sb eq	6,14E+00	7,58E-09	1,00E-01	6,97E-06	3,73E-03	3,44E-03	3,53E-04	7,12E-02	6,43E-02	-6,26E+00	-1,30E-01
Depleção abiótica (Combustíveis Fosseis)	DA(CF)	MJ	7,13E+06	1,33E+00	9,31E+05	6,49E+01	1,66E+05	2,51E+06	1,65E+05	3,08E+06	3,44E+05	-5,80E+04	-1,20E+03
Aquecimento global	AG	kg CO2 eq	2,90E+05	1,32E-02	5,60E+04	3,90E+00	1,40E+04	1,40E+04	1,27E+03	1,90E+05	1,92E+04	-5,23E+03	-1,08E+02
Depleção da camada de ozono	DCO	kg CFC-11 eq	3,97E-02	1,62E-08	1,12E-02	7,81E-07	1,08E-03	3,54E-04	8,09E-04	2,48E-02	1,93E-03	-4,12E-04	-8,54E-06
Toxicidade humana	TH	kg 1,4-DB eq	5,56E+04	3,67E-03	2,21E+04	1,54E+00	3,10E+03	1,53E+03	9,07E+02	1,27E+04	2,59E+04	-1,05E+04	-2,17E+02
Ecotoxicidade de água doce	EA	kg 1,4-DB eq	1,58E+04	1,57E-03	4,93E+03	3,44E-01	2,17E+03	8,61E+02	3,29E+02	7,78E+03	6,02E+03	-6,16E+03	-1,28E+02
Ecotoxicidade marinha	EM	kg 1,4-DB eq	5,71E+07	5,82E+00	1,37E+07	9,53E+02	1,60E+07	2,69E+06	1,21E+06	2,37E+07	1,65E+07	-1,63E+07	-3,38E+05
Ecotoxicidade terrestre	ET	kg 1,4-DB eq	1,80E+02	2,34E-05	8,45E+01	5,89E-03	1,55E+01	1,42E+01	1,29E+00	8,33E+01	6,24E+01	-7,95E+01	-1,65E+00
Oxidação fotoquímica	OF	kg C2H4 eq	5,72E+01	8,13E-06	8,95E+00	6,24E-04	3,92E+00	9,54E+00	1,46E+00	2,46E+01	1,12E+01	-2,40E+00	-4,98E-02
Acidificação	A	kg SO2 eq	7,49E+02	1,36E-04	1,82E+02	1,27E-02	9,68E+01	1,38E+02	2,84E+01	2,65E+02	9,86E+01	-5,89E+01	-1,22E+00
Eutrofização	E	kg PO4--- eq	1,15E+02	1,69E-05	3,91E+01	2,72E-03	1,63E+01	5,93E+00	8,36E-01	4,30E+01	3,21E+01	-2,17E+01	-4,49E-01

A Figura 8 representa graficamente as categorias de impacto estudadas bem como a contribuição de cada um dos processos presentes para cada uma das categorias. A cor amarela representa a combustão de gás natural, a cinzenta representa a reciclagem de madeira, a laranja representa o transporte de produto, a vermelha representa a produção de paletes e o amarelo-torrado o consumo de eletricidade.

Numa visão geral, o processo que mais contribui para todas as categorias de impacto é a combustão de gás natural, seguido do transporte de produto. O gás natural é usado na macharia e na moldação, na preparação de carga e fusão/vazamento, na recuperação de areia, no corte de gitos e nas áreas sociais (refeitório e balneários). Os produtos da Ferespe têm como destino Holanda, França, Áustria, Bélgica, Alemanha, Reino Unido, Dinamarca, Suécia, Suíça, Itália, Noruega e Espanha.

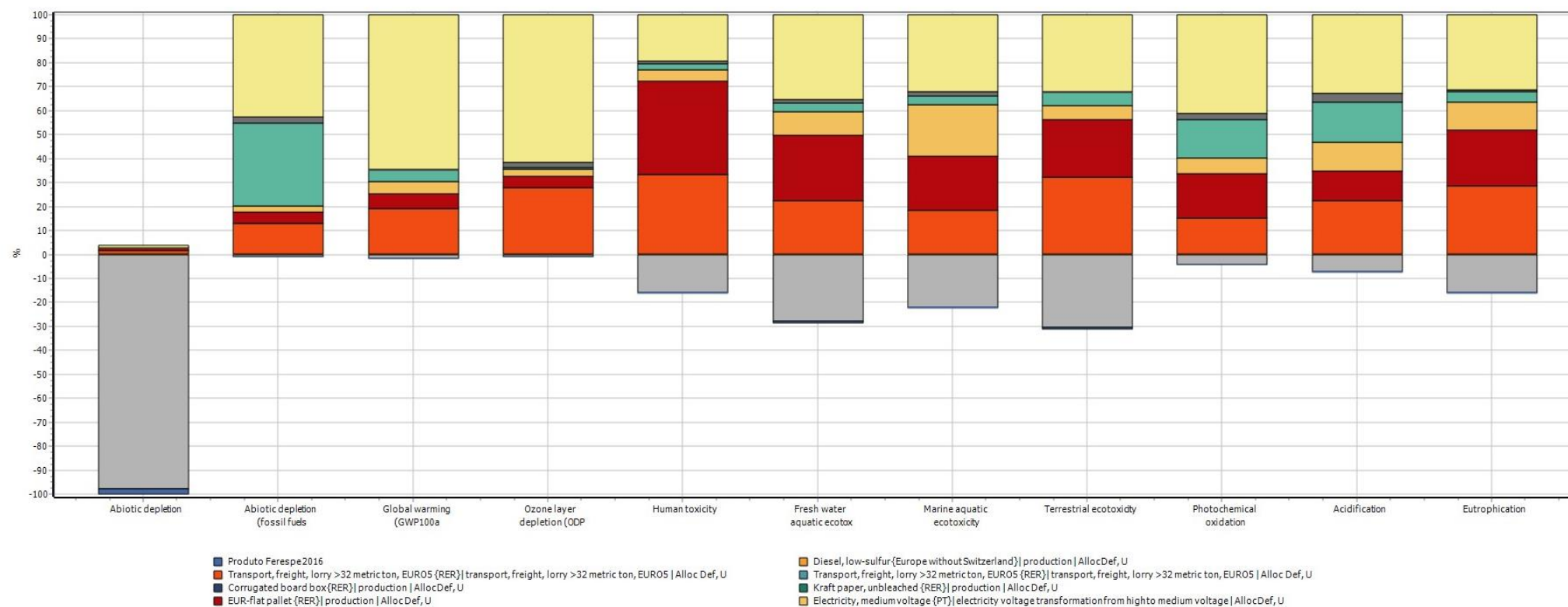


Figura 7- Representação gráfica das categorias de impacto avaliadas segundo o método CML IA por processo.

A Tabela 11 evidencia os processos e substâncias que estão na base de cerca de dois terços (67%) da quantidade total de substâncias que contribuem para essa categoria. Deste modo são evidenciados os princípios causadores de cada categoria de impacto e o foco de atenção para a redução do mesmo.

Tabela 11- Identificação dos processos e poluentes que estão na base de cada categoria de impacto

Categoria de impacto	Abreviatura	Processo(s) e substâncias que contribuem com pelo menos 66% do valor total para cada uma das categorias de impacto estudadas	
Depleção abiótica	DA	Reciclagem de madeira pelos clientes finais (+)	
Depleção abiótica (Combustíveis Fósseis)	DA (CF)	Produção de gás (Gás natural)	Combustão de gás natural (Gás natural)
Aquecimento global	AG	Combustão de gás natural (Dióxido de carbono, fóssil)	
Depleção da camada de ozono	DCO	Combustão de gás natural (metano, bromoclorodifluoro)	Transporte de produto (metano, bromotrifluoro)
Toxicidade humana	TH	Transporte de produto (Antimônio, ar)	Produção de paletes (Benzeno, água)
Ecotoxicidade de água doce	EA	Reciclagem de madeira pelos clientes finais (+)	Combustão de gás natural (Níquel, água)
Ecotoxicidade marinha	EM	Combustão de gás natural (Berílio)	Produção de paletes (Fluoreto de hidrogénio)
Ecotoxicidade terrestre	ET	Transporte de produto (Mercúrio, ar)	Combustão de gás natural (Crómio, solo)
Oxidação fotoquímica	OF	Produção de paletes (Dióxido de enxofre)	Combustão de gás natural (Dióxido de enxofre)
Acidificação	A	Transporte de produto (Dióxido de enxofre)	Combustão de gás natural (Dióxido de enxofre)
Eutrofização	E	Transporte de produto (Fosfato, água)	Combustão de gás natural (Fosfato, água)

A depleção abiótica consiste na redução ou diminuição contínua de fatores abióticos e, neste caso, o processo que mais contribui para esta categoria é a reciclagem

da madeira. Os valores negativos são devidos ao impacte positivo da reciclagem da madeira no ambiente. A reciclagem da madeira das paletes em fim de vida é, devido ao seu valor de mercado, total. Então este aproveitamento vai diminuir o impacte negativo da produção de paletes e na depleção abiótica refletem-se estes efeitos positivos.

Na depleção abiótica, associada ao uso de combustíveis fósseis, está a produção de gás natural e a combustão do mesmo. A substância presente em maior quantidade em ambos é o gás natural que, em ambos os processos, está presente em grandes quantidades e que sofre perdas e fugas constantes ao longo destes processos.

O processo que mais contribui para a categoria do aquecimento global é a combustão de gás natural. A substância presente em maiores quantidades em ambos é o dióxido de carbono (fóssil), uma vez que neste processo há uma libertação deste poluente atmosférico que, por sua vez, irá contribuir para um crescente aumento do aquecimento global. O dióxido de carbono consiste num dos poluentes mais prejudiciais para o aquecimento global (CCDRN, 2017).

Na depleção da camada de ozono, os processos com maior influência são a combustão de gás natural e o transporte de produto até ao cliente. Ambos os processos emitem grandes quantidades de variantes do metano, sendo esta a substância mais presente, apesar do composto se apresentar sob formas diferentes para cada processo. Visto que o gás natural consiste numa mistura de hidrocarbonetos leves encontrada no subsolo, na qual o metano tem uma participação superior a 70 % em volume, é justificável esta quantidade avultada de metano libertado para a atmosfera. Deste modo, este processo irá contribuir para a depleção da camada de ozono (GALP, 2017). No transporte de produto, o metano constitui um dos poluentes atmosféricos provenientes da queima de combustível fóssil e, deste modo, consiste numa substância muito nociva para a depleção da camada de ozono (CCDRN, 2017).

Na categoria da toxicidade humana, o transporte de produto e a produção de paletes constituem as atividades mais relevantes em termos de impacte ambiental. No transporte de produto, a substância presente em maiores quantidades é o Antimónio (ar) que é utilizado no fabrico de automóveis (baterias e revestimentos de carros) que se degrada e contamina a atmosfera. A natureza dos compostos de antimónio é a responsável pela toxicidade humana. Estes compostos libertados para a atmosfera são absorvidos pelo trato respiratório e como são pouco solúveis em água ficam retidos nos pulmões durante longos períodos de tempo, podendo traduzir-se em problemas respiratórios, cardiovasculares, gastrointestinais, dérmicos, ao nível do sistema reprodutivo, carcinogénicos e genéticos (Sundar S., Chakravarty J., 2010). Na produção de paletes, a substância que mais contribui para a toxicidade humana é o Benzeno

(lançado na água), que será proveniente das emissões industriais associadas à produção das paletes e de vernizes, tintas e colas utilizadas na produção das mesmas (ITC, 2017). As implicações na saúde humana deste composto passam por tonturas, dores de cabeça, irritação da pele e das vias respiratória, desmaios quando há uma exposição aguda por inalação, mas aquando de uma exposição crónica pode causar problemas ao nível do sistema reprodutor, problemas sanguíneos (alteração da composição), leucemia, e até mesmo morte (Machado C., 2011).

Na categoria de ecotoxicidade de água doce, os processos mais influentes são a combustão de gás natural e a reciclagem de madeira. A substância mais prejudicial comum aos três processos é o Níquel (emitido para a água). O níquel é utilizado na produção de condutas de gás natural e as escórias da sua produção contribuem para a contaminação de água doce por lixiviação aquando depositadas em aterro. Por sua vez a reciclagem de madeira veio diminuir a influência negativa do processo de produção de paletes no que se refere à ecotoxicidade de água doce.

Na ecotoxicidade marinha, os principais processos que contribuem para o impacto são a combustão de gás natural e a produção de paletes de madeira. No processo de combustão de gás natural, a substância em maior quantidade é o berílio, cuja aplicação é feita no fabrico de ligas cobre-berílio, utilizadas na produção de condutas (Fogaça J., 2017). As escórias da produção das ligas aquando da sua deposição são lixiviadas e o composto é transferido para as águas marinhas. Na produção de paletes de madeira, a substância em maior quantidade é o fluoreto de hidrogénio, que consiste numa substância resultante do processo de combustão de carvão para a produção de energia elétrica, um recurso muito utilizado na produção de paletes (CETESB, 2014).

Relativamente à ecotoxicidade terrestre, os processos mais intervenientes para esta categoria de impacto são o transporte de produto e a combustão de gás natural. No transporte de produto, a substância em maior quantidade é o mercúrio, que é considerado uma substância tóxica a nível terrestre e que é proveniente da produção de aço associado à extração de carvão (CIRSMA, 2017). Na combustão de gás natural, a substância mais evidente é o crómio que é libertado para o solo quando da deposição de escórias resultantes da produção de aço inoxidável (liga de ferro e crómio) usado na construção de condutas para o transporte de gás natural (Monteiro et al., 2014).

Na categoria de oxidação fotoquímica, os processos mais contribuidores são a produção de paletes e a combustão de gás natural. Como o próprio termo indica, os oxidantes fotoquímicos consistem em poluentes secundários originários da queima de combustíveis fósseis. Assim, a substância mais evidente para os dois processos é o dióxido de enxofre (Souza L., 2017). No que se refere à combustão de gás natural, este

poluente é emitido através das emissões resultantes da queima do gás natural (CCDRN, 2017). Na produção de paletes de madeira, esta substância é libertada na queima de carvão para a produção de energia elétrica (PCS, 2013).

Na categoria de impacto da acidificação, os processos mais intervenientes são o transporte de produto e a combustão de gás natural. Para todos os processos, a substância mais relevante é o dióxido de enxofre, um dos principais causadores de acidificação terrestre. No transporte de produto e na combustão de gás natural, esta substância é emitida uma vez que está presente nas emissões resultantes da queima de combustíveis fósseis (CCDRN, 2017).

A eutrofização também constitui uma categoria de impacto deste estudo e os processos que mais contribuem para a mesma são o transporte de produto e a combustão de gás natural. Esta categoria deriva de um aumento de concentração de fosfatos e nitratos (Rocha C., 2008). Para os dois processos, a substância existente em maiores quantidades é o fosfato. Este composto é também derivado da queima de combustíveis fósseis, tanto no caso do transporte do produto para o destino final e da queima de gás natural nas várias secções de produção da Ferespe onde é utilizado este combustível (CCDRN, 2017).

Com a realização da ACV é possível concluir, como já foi referido, que a combustão de gás natural e o transporte do produto da Ferespe até ao cliente final são os processos com maior influência em termos de contribuição para as várias categorias de impacto ambiental. Fazendo uma posterior interpretação e associação dos resultados à realidade da empresa, será possível converter os resultados deste estudo em ações de melhoria de modo a proporcionar uma progressão na qualidade ambiental da empresa.

Capítulo 4 - Conclusão

O sistema de gestão ambiental apoiado por normas mundiais de referência como a ISO 14001:2015, consiste numa referência de extrema relevância para as Organizações, visto que demonstra o compromisso voluntário das mesmas com a permanente melhoria do desempenho ambiental. Esta norma introduziu vários fatores significativos diferentes da versão anterior, sendo importante relevar para o âmbito desta dissertação a introdução de uma perspetiva de ciclo de vida. Esta ferramenta veio propor a identificação dos aspetos ambientais associados às Organizações e o estudo dos respetivos impactes ambientais associados.

Esta dissertação foi realizada em âmbito empresarial, em parceria com um estágio curricular na empresa Ferespe- Fundação de Ferro e Aço, que se encontra numa fase de certificação ambiental. Primeiramente, no âmbito desta dissertação, foi realizada uma perspetiva de ciclo de vida dos aspetos ambientais associados ao processo produtivo da Ferespe. Foi feito um levantamento dos aspetos ambientais associados a cada fase da perspetiva de ciclo de vida e uma posterior análise da mesma. Foram referidas medidas de melhoria ou alternativas para as etapas de Design e Desenvolvimento, Requisitos ambientais de compra de produtos e serviços bem como a Comunicação de requisitos ambientais relevantes aos fornecedores, Impactes ambientais significativos associados ao transporte e Utilização, tratamento de fim-de-vida e destino final dos produtos e serviços. Atualmente a empresa já contempla em muitos setores medidas e recursos sustentáveis mas, ainda assim, há muitos fatores e ações de melhoria a serem tomados. No âmbito deste trabalho, foram identificadas propostas de melhoria para cada uma das etapas mencionadas.

Embora a norma ISO 14001:2015 não obrigue a elaboração de uma avaliação de ciclo de vida, foi realizada uma no âmbito desta dissertação, onde foram contabilizados apenas os aspetos ambientais significativos da Ferespe, significância atribuída previamente pelo CATIM, que são o consumo de energia elétrica, o consumo de gás natural e o consumo de madeira. Juntamente a estes aspetos ambientais, foram incluídos a avaliação o transporte de matéria-prima e o transporte de produto. Através do SimaPro foi possível determinar os processos associados a cada categoria de impacto, tendo sido os mais significativos o transporte de produto, visto que o mesmo é feito por toda a Europa incluindo grandes distâncias, e a combustão de gás natural, um recurso muito utilizado na indústria metalúrgica.

Ao longo da dissertação complementada pelo estágio na Ferespe foi possível constatar a importância da certificação ambiental nas Organizações bem como a relevância que lhes proporciona na visão do mercado. A perspectiva de ciclo de vida e a avaliação de ciclo de vida constituem ferramentas indispensáveis às Organizações e que têm de ser realizadas periodicamente de modo a acompanhar as mudanças e ações de melhoria tomadas ao longo do tempo de modo a tornar as empresas cada vez melhores a nível de sustentabilidade.

Referências bibliográficas

- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2005. Redução e controlo do ruído. Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho, Disponível em <https://osha.europa.eu/pt/tools-and-publications/publications/factsheets/58/view>, acedido a 2 de Março de 2017.
- APCER, 2015. Guia do Utilizador ISO 14001:2015. 14001 - GUIA1/1. Disponível em <https://www.apcergroup.com/portugal/index.php/pt/guias-e-publicacoes>, acedido a 14 de Abril de 2017.
- Barnthouse, L., Fava, J., Humphreys, K., Hunt, R., Laibson, L., Noesen, S., Young, J., 1998. Life-Cycle Impact Assessment: The State-of-the-Art. Florida, USA: Society of Environmental Toxicology and Chemistry.
- Brant, F. F., 2017. Como avaliar o ciclo de vida para atender a ISO 14001:2015? Disponível em <https://pt.linkedin.com/pulse/como-avaliar-o-ciclo-de-vida-para-atender-iso-140012015-brant>, acedido a 19 de Junho de 2017.
- Bsi, 2016. ISO 14001:2015 Uma perspectiva gerencial sobre ciclos de vida. Disponível em [https://www.bsigroup.com/LocalFiles/pt-BR/Whitepapers/14001_Ciclo de Vida.pdf](https://www.bsigroup.com/LocalFiles/pt-BR/Whitepapers/14001_Ciclo_de_Vida.pdf), acedido a 23 de Maio de 2017.
- Burchart-Korol, D., 2011. Evaluation of Environmental Impacts in Life Cycle Assessment, Metal. Brno, Czech Republic.
- CCDRN, 2017. Principais Fontes de Emissão de Poluentes. Disponível em http://www.ccdrn.pt/sites/default/files/ficheiros_ccdrn/ambiente/fontes.pdf, acedido a 30 de Março de 2017.
- CEN, 2015. ISO 14001:2015. European Committee for Standardization.- Bruxelas.
- CETESB, 2014. Flúor e fluoretos. Disponível em <http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/Flúor-e-fluoretos.pdf>, acedido a 7 de Abril de 2017.
- CIRSMA, 2017. Metal: história, composição, tipos, produção e reciclagem. Disponível em <http://www.recicloteca.org.br/material-reciclavel/metall/>, acedido a 12 de Maio.
- Curran, M. A., 2006. Life Cycle Assessment: Principles and Practice. Disponível em <https://19-659-fall-2011.wiki.uml.edu/file/view/Life+Cycle+Assessment+Principles+and+Practice.pdf/249656154/Life+Cycle+Assessment+Principles+and+Practice.pdf>, acedido a 1 de Junho de 2017.
- Ferespe, 2017. Empresa - FERESPE. Disponível em <http://ferespe.com/company/?lang=pt-pt>, acedido a 4 de Maio de 2017.
- Fogaça, J., 2017. Berílio- O tóxico elemento berílio - Mundo Educação. Disponível em <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/berilio.htm>, acedido a 29 de Abril de 2017.
- IPQ, 2017. A Importância da Normalizacao. Disponível em

- http://www1.ipq.pt/pt/normalizacao/a_importancia_da_normalizacao/Pages/A-Importancia-da-Normalizacao.aspx, acessado a 12 de Maio de 2017.
- ISO, 2008. Gestão ambiental Avaliação do ciclo de vida- Princípios e enquadramento (ISO 14040:2008).
- ISO, 2015. Sistemas de gestão ambiental - Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização. (ISO 14001:2015)
- ITC, 2017. Benzene. International training center, Italy.
- Loveday, E., 2010. Passat BlueMotion enters record books after going 1,527 miles without refueling; that's 74.8 mpg - Autoblog. Disponível em <https://www.autoblog.com/2010/10/04/passat-bluemotion-enters-record-books-running-1-527-miles-withou/>, acessado a 8 de Junho de 2017.
- Machado, C., 2011. Os riscos do Benzeno - Proteção Respiratória. Disponível em <http://www.protecaorespiratoria.com/os-riscos-do-benzeno/>, acessado a 13 de Abril de 2017.
- MAN., 2016. Visão geral do camião MAN TGS no transporte de distribuição | MAN Camiões Portugal. Disponível em <https://www.truck.man.eu/pt/pt/transporte-de-distribuicao/tgs/resumo/Resumo.html>, acessado a 11 de Março de 2017.
- Mendes, N. C., Bueno, C., & Ometto, A. R., 2016. Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: revisão dos principais métodos. Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.
- Mitterpach, J., Hroncová, E., Ladomerský, J., & Balco, K., 2017. Environmental evaluation of grey cast iron via life cycle assessment. Journal of Cleaner Production, 148, 324-335.
- PCS., 2013. Contaminantes do ar. Disponível em http://www.csustentavel.com/wp-content/uploads/2013/10/AR_contaminantes1.pdf, acessado a 31 de Março de 2017.
- Perdigão, M., 2013. Análise de Ciclo de Vida de duas soluções de ETICS. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Pires, A. R., 2016. Sistemas de Gestão da Qualidade - Ambiente, Segurança, Responsabilidade Social, Indústria e Serviços e Educação. Disponível em <http://www.silabo.pt/livros.asp?num=452>, acessado a 20 de Junho de 2017.
- PME, 2014. Sistemas De Gestão Ambiental- Porquê Implementar? Disponível em <http://pme.pt/sistemas-gestao-ambiental-porque-implementar/>, acessado a 16 de Maio de 2017.
- Rocha, C., 2008. Eutrofização - Poluição de Águas. Ecologia, InfoEscola. Disponível em <http://www.infoescola.com/ecologia/eutrofizacao/>, acessado a 5 de Abril de 2017.
- Santos, G., 2008. Sistemas Integrados de Gestão - Qualidade, Ambiente e Segurança. Disponível em http://www.naturfun.pt/index.php?route=product/product&product_id=653, acessado a 25 de Abril de 2017.
- SAIC, 2006. Life Cycle Assessment: Principles and Practice. Scientific Applications International Corporation. Ohio: U.S Environmental Protection Agency.
- Selectra, 2017. A melhor contratação de electricidade. Disponível em

- <https://lojaluz.com/melhor-contratacao-electricidade>, acessado a 8 de Março de 2017.
- Souza, L. A., 2017. Oxidantes fotoquímicos. Mundo Educação. Disponível em <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/oxidantes-fotoquimicos.htm>, acessado a 21 de Abril de 2017.
- Sundar, S., & Chakravarty, J., 2010. Antimony Toxicity. International Journal of Environmental Research and Public Health, 7(12), 4267-4277. Disponível em <https://doi.org/10.3390/ijerph7124267>, acessado a 24 de Março de 2017.
- UNEP, 2009. Life Cycle Management. Disponível em <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1208xPA-LifeCycleApproach-Howbusinessusesit.pdf>, acessado a 14 de Junho de 2017.
- Zabalza, I., Aranda, A., & Scarpellini, S., 2012. Manual explicativo da ACV aplicada ao setor da construção. Lisboa: LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia.

Anexos

Tabela A.1. Matriz de avaliação da significância dos aspetos ambientais do processo produtivo da Ferespe.

		Condição de operação		Atividade/Produto/Serviço																				Impacte Ambiental						Grau de Controlo		Avaliação da significância												
Aspeto Ambiental	Complemento	N	E	Macharia (manual e mecânica) e Moldação (manual e mecânica)	Preparação da carga e fusão/vazamento	Abate (Shake-out)	Recuperação da areia (arrefecedor, regeneração)	Granalhagem cachos metálicos	Corte de gitos	Rebarbagem (também para recuperação interna)	Soldadura (recuperação interna)	Tratamento térmico	Granalhagem	Embalamento e Expedição	Controlo de qualidade	Carpintaria (de moldes)	Manutenção de máquinas e infraestruturas	Compressores, 2 RAC	Sistemas de arrefecimento com água (piscina e 4 torres de arrefecimento)	Rede elétrica e PT	Rede de abastecimento (2 furos e ETA)	Sistema de aquecimento (aquecedores)	Arrefecimento de telhados	Armazéns de moldes	Armazenamentos: Matérias-primas, produtos químicos, resíduos, fluxos de materiais	Estacionamento e jardins (com pomar)	Transporte interno (empilhadores)	Áreas sociais (Refeitório, balneários, WCs, escritórios e vestiários)	Transporte exterior (frota de veículos)	DR	CSA	PA	DCO	EE	PS	C	I	RL	Q/P	G	GC	Resultado		
Consumo de energia	Energia elétrica	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X		X		X		X							X		S	3	2	2	12
Consumo de energia	Gás natural	X		X	X		X		X																			X		X							X		S	2	3	2	12	
Consumo de energia	Gás propano	X												X								X							X		X						X		S	1	3	2	6	

[illegible]

[illegible]

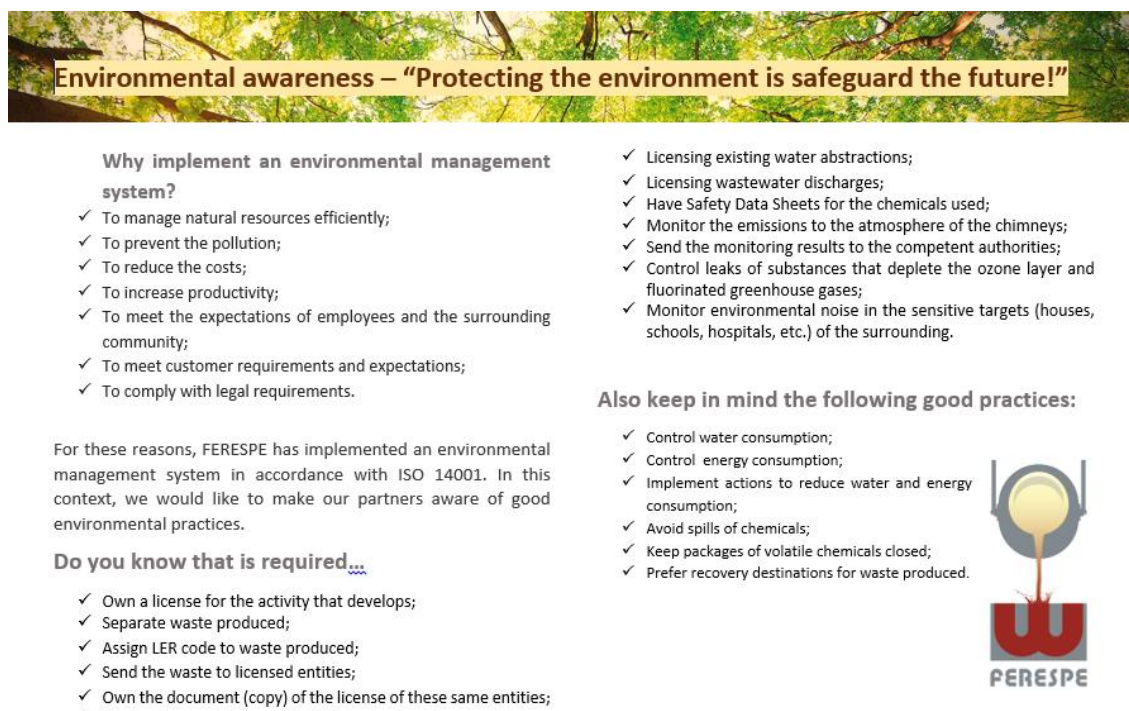


Figura A.1. Folheto de sensibilização ambiental para os fornecedores