E-Cycle

ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE EEE

AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA DE UM RADIADOR ELÉTRICO

PLANO DE PREVENÇÃO DA E-CYCLE

2021

Índice

1. Introdução …… 2

2. Equipamentos Elétricos e Eletrónicos (EEE) e o Ambiente …… 3

3. Radiador Elétrico …… 5

3.1 Materiais utilizados …… 5

4. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) – Ferramenta …… 6

5. Fases do Ciclo de Vida do Radiador Elétrico …… 7

5.1 Extração de Matéria-Prima e fabrico de componentes …… 7

5.2 Transporte entre várias fases do Ciclo …… 7

5.3 Processo Produtivo do Radiador …… 8

5.4 Venda e Utilização …… 8

5.5 Fim-de-Vida …… 8

6. Estudo de Avaliação de Ciclo de Vida do Radiador Elétrico …… 10

1. Introdução

Enquanto Entidade Gestora do fluxo de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (EEE) em Portugal, a E-CYCLE – Associação de Produtores de EEE sentiu a necessidade de dirigir o seu plano de Prevenção para as questões ambientais e legais existentes atualmente, no que se refere a este tipo de resíduos.

Para isso, considerou-se que seria uma vantagem para as empresas associadas da E-CYCLE a realização do estudo da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) de alguns tipos de EEE considerados prioritários na legislação em vigor. Nomeadamente pertencentes à Categoria 1 – Equipamentos de Regulação de Temperatura, por conterem no seu interior substâncias químicas consideradas perigosas e preocupantes para o meio ambiente.

Com o auxílio desta ferramenta ambiental, é possível retirar informações importantes relativas ao impacto ambiental associado à produção dos EEE, contemplando todas as fases do seu ciclo de vida – desde a obtenção de Matéria-Prima até ao seu Fim-de-vida. Este estudo também permite efetuar uma análise completa das várias fases contempladas no ciclo, tendo em consideração as entradas e saídas de materiais e energia bem como as suas implicações a nível ambiental. Deste modo é possível auferir quais as etapas com mais impactes ambientais e respetivas categorias de impacte para que seja possível identificar e implementar oportunidades de melhoria, nomeadamente ao nível da obtenção de matéria prima e do processo produtivo.

Um dos EEE alvo destes estudos é o Radiador Elétrico, neste caso produzido pela empresa Foursteel, Lda., produtora de equipamentos de regulação de temperatura em aço, mais especificamente toalheiros e radiadores. Com a sua participação, tornou-se possível aplicar a ACV à produção desta tipologia de equipamento de um modo prático e direto, tendo havido a oportunidade de acompanhar todo o processo produtivo.

Além disso, foi realizada parceria com uma entidade do sistema científico, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Assim, foi possível associar este estudo com a realização da dissertação de mestrado de um aluno do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente.

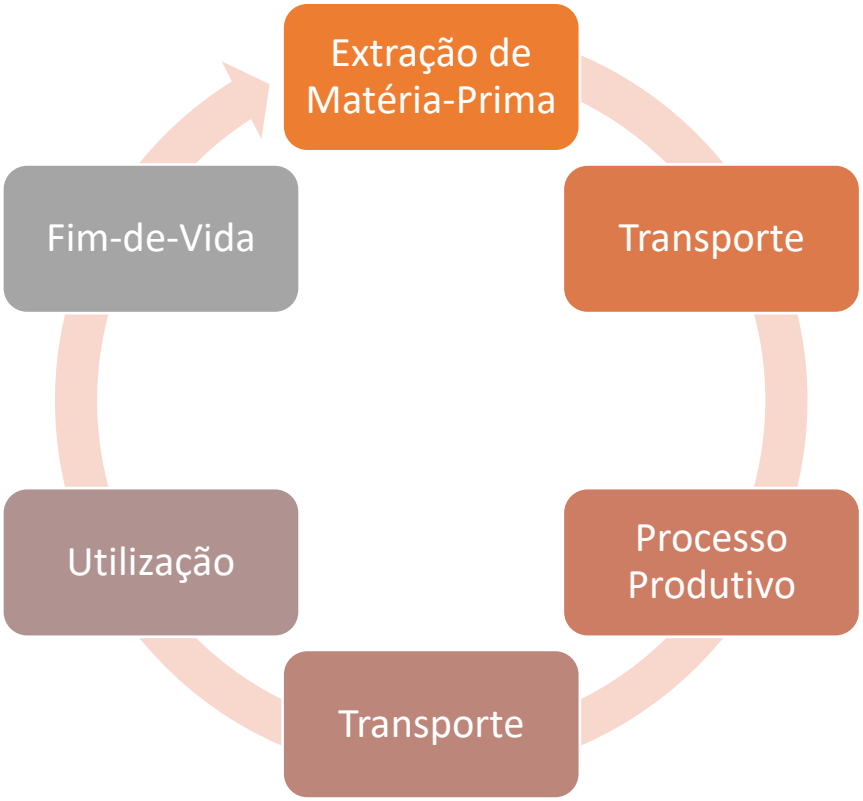
Dada a utilidade que os resultados obtidos neste estudo integrante do Plano de Prevenção da E-CYCLE tiveram para as empresas do seu Sistema Integrado (Produtores, Centros de Receção, Operadores de Tratamento de Resíduos), considerou-se oportuna a realização deste guia resumo, resultante do referido estudo para que cada um possa consultá-lo e fazer uso das oportunidades de melhoria identificadas.

2. Equipamentos Elétricos e Eletrónicos (EEE) e o Ambiente

O crescimento populacional e o desenvolvimento da sociedade contribuem diariamente para uma mudança nos padrões de consumo e, consequentemente, um aumento da produção de bens materiais.

Este aumento e constante desenvolvimento surge sobretudo nos **equipamentos elétricos e eletrónicos**, presentes e indispensáveis para a realização das tarefas do quotidiano. Dado este **avanço tecnológico** e a contínua expansão deste mercado, observa-se que os ciclos destes equipamentos são cada vez mais curtos provocando a sua **substituição de forma mais acelerada**.

Posto isto, torna-se claro que a implicação deste consumo descontrolado tem consequências nefastas ao nível da **qualidade do ambiente**, começando pela extração de matérias-primas para produção do equipamento, o transporte, a produção, a utilização e o fim-de-vida, mais concretamente no que toca ao resíduo gerado por ele quando não é mais utilizado ou viável de reparação. Todas estas etapas fazem parte do "**Ciclo de Vida**" de um produto.



Para a produção de EEE são utilizados **variados tipos de materiais** como metal, plástico, mistura de ambos, vidro, minerais, fibras, produtos químicos (perigosos), entre outros. Dada a complexidade da sua composição e devido à sua constante atualização, torna-se fundamental proceder a um correto encaminhamento e tratamento dos mesmos quando se tornam resíduos e chegam à etapa de fim-de-vida.

Quando chegam ao estatuto de **resíduo**, no momento do seu desmantelamento e trituração por parte de operadores de tratamento de resíduos devidamente licenciados, deve ser feita uma separação de acordo com as **frações** estipuladas legalmente, de modo a poder dar seguimento a cada uma delas dando sempre prioridade às formas de **valorização** existentes: preparação para reutilização, reciclagem e valorização energética. Assim, é possível evitar a emissão de **substâncias nocivas** para o ambiente e a saúde humana, assim como dar cumprimento a todas a normas e regulamentos aplicáveis em Portugal.

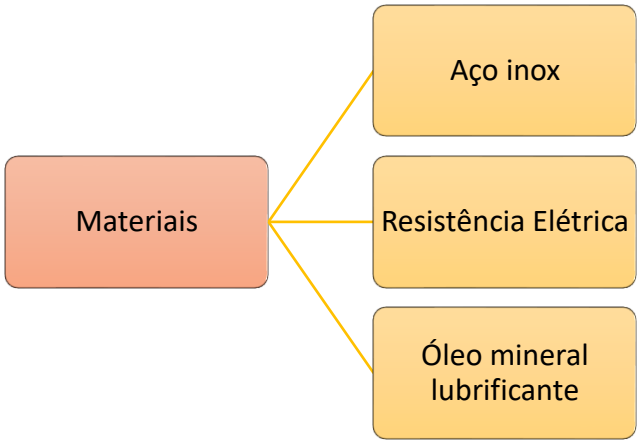
3. Radiador Elétrico

- ⇨ Funcionamento através de corrente elétrica;
- ⇨ Resistência elétrica no interior;
- ⇨ Aquecimento do óleo térmico circulante;
- ⇨ Calor interior dissipado para o meio ambiente através do aquecimento da estrutura metálica;

3.1. Materiais utilizados

Entre os vários materiais disponíveis no mercado (ferro fundido, alumínio, vidro, pedra), no radiador em estudo é utilizado o **aço inox na estrutura**, material que apresenta condutividade térmica inferior à do ferro e alumínio, tendo um aquecimento e transferência de calor mais rápido. Este fator é vantajoso ambientalmente, visto que o aquecimento é feito com menor consumo de energia elétrica.

Além do material utilizado na estrutura, o radiador elétrico do estudo contem no seu **interior** uma **resistência elétrica e fluido térmico** (óleo mineral lubrificante).



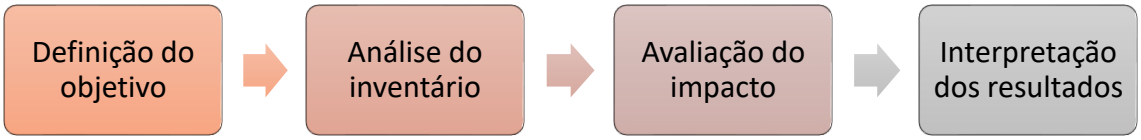
4. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) - Ferramenta

- ⇨ Identifica e quantifica a energia e materiais utilizados (entradas), os resíduos e emissões (saídas) no ciclo de vida de um produto, englobando todas as etapas desde a extração da matéria-prima até ao fim de vida.

- ⇨ Objetivo principal: Avaliar o impacte ambiental de todas essas entradas e saídas em cada uma das etapas.

- ⇨ Metodologia definida na norma **ISO 14040:2008** e requerimentos e diretrizes para realização de um estudo de ACV na norma **ISO 14044:2010**.

- ⇨ Deve incluir os seguintes passos:



A realização deste estudo contribui para **melhoria de aspetos** como:

- ✓ Identificação de oportunidades para reduzir os danos ambientais causados por um produto no seu ciclo de vida;

- ✓ Nível de informação na indústria – planeamento estratégico, definição de prioridades, design ou redesign de produtos ou processos;

- ✓ Eficiência do marketing – implementação de esquema de rotulagem ambiental, elaboração de declaração ambiental do produto;

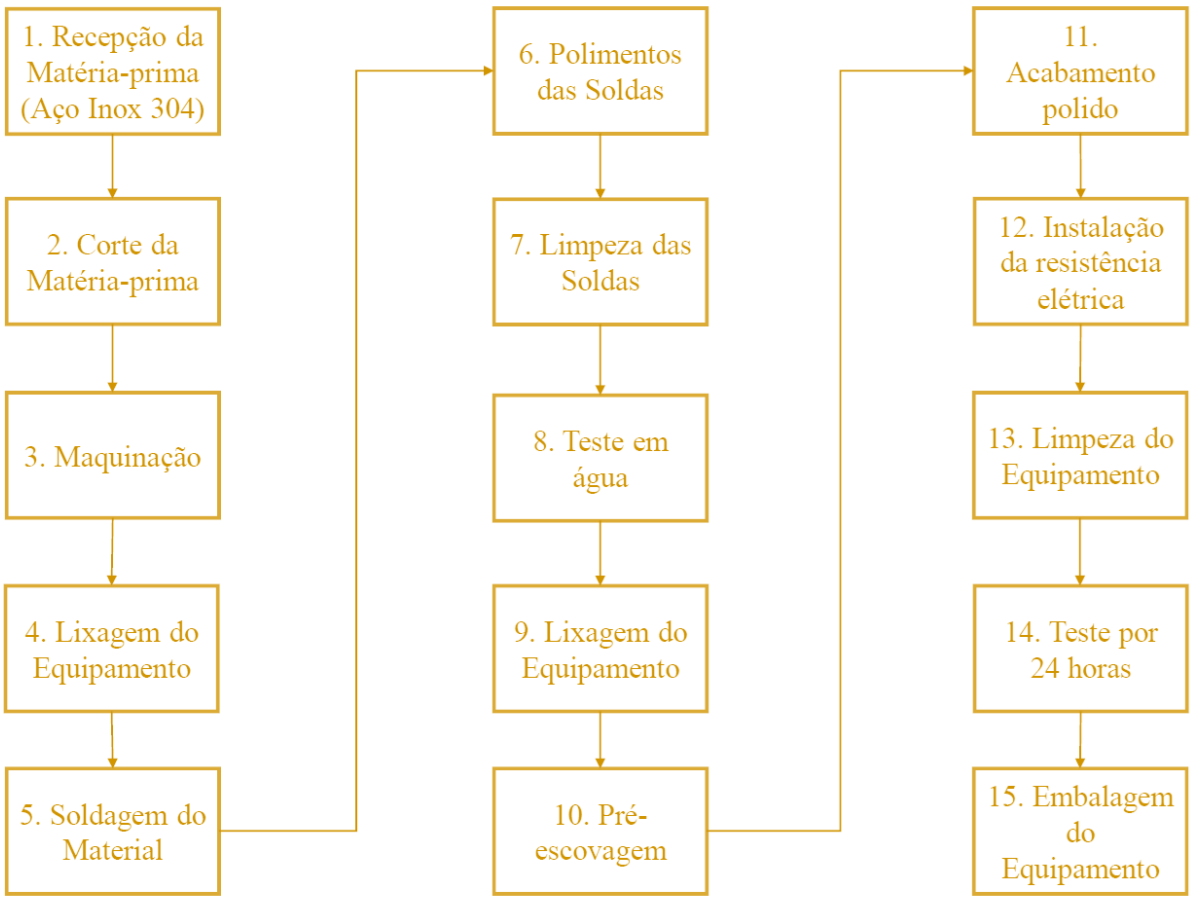
5. Fases do Ciclo de Vida do Radiador Elétrico

5.1. Extração de Matéria-Prima e fabrico de componentes

Aço Inox	Resistência Elétrica	Fluido térmico
•Ferro •Ferro-crómio •Níquel	•Cobre •Fibra de vidro •Minerais •Borracha de silicone	•Óleo mineral lubrificante (petróleo)

5.2. Transporte entre várias fases do Ciclo

5.3. Processo Produtivo do Radiador



Este esquema representa as várias fases do processo produtivo de um Radiador elétrico na Foursteel Lda., durante a realização de uma visita técnica às instalações.

5.4. Venda e Utilização

Esta fase engloba o envio para os distribuidores e vendedores do Radiador, assim como todo o período de utilização do mesmo pelo consumidor até que seja descartado – não tem mais utilidade nem reparação.

5.5. Fim-de-Vida

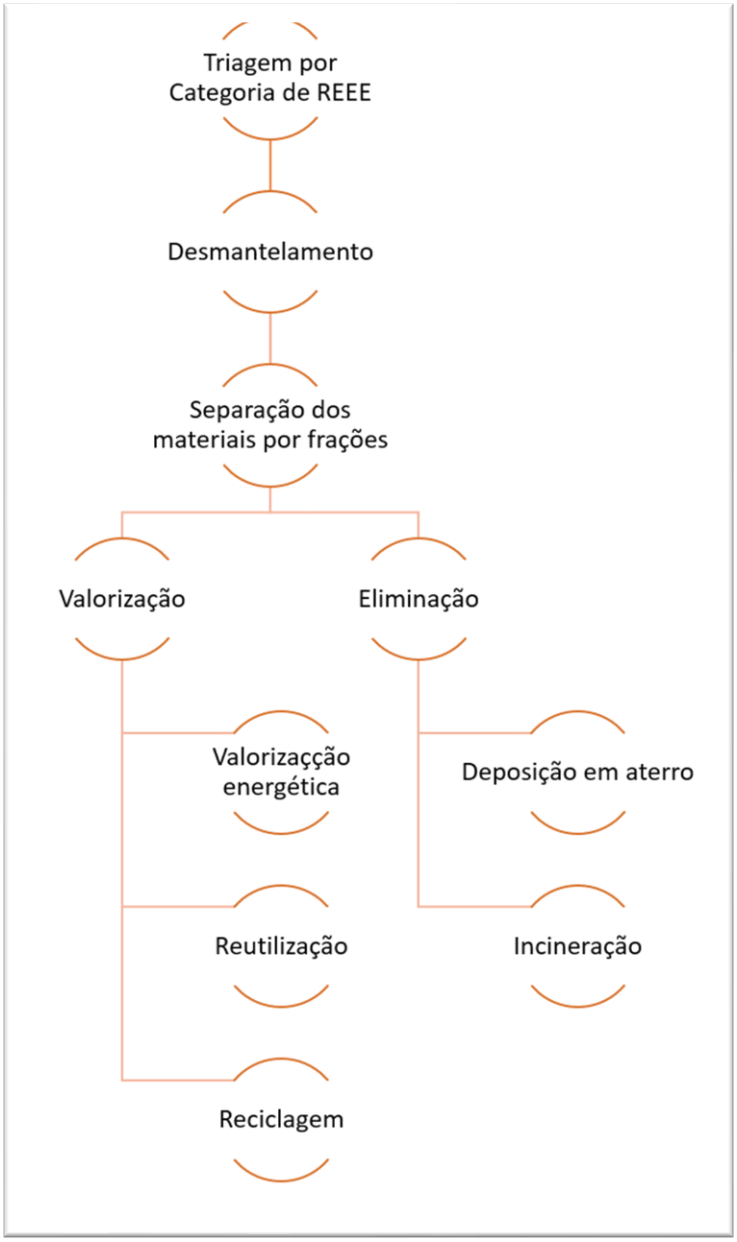
Nesta fase do ciclo de vida de um Equipamento Elétrico e Eletrónico, como o Radiador Elétrico, estes devem ser corretamente encaminhados para o processo de Tratamento de Resíduos.

Para isso, existem várias opções legais que o consumir pode optar em Portugal:

- **Entrega do Radiador antigo quando adquirir um novo**, à razão de um por um, em comerciantes ou distribuidores deste tipo de equipamento;
- Entrega nos **serviços municipais** do local de residência do consumidor, aproveitando a recolha ao domicílio;
- Entrega do Radiador num dos **Pontos de Recolha de REEE** espalhados por vários pontos do país, pertencentes às Entidades Gestoras deste fluxo.

Após uma destas opções, o equipamento segue para um **Centro de Recolha** e/ou um **Operador de Tratamento de Resíduos** devidamente licenciados para a o efeito.

Neste último, o resíduo é submetido a várias operações:



6. Estudo de Avaliação de Ciclo de Vida do Radiador Elétrico

OBJETIVO

Avaliar os impactes ambientais associados ao Ciclo de Vida de uma unidade do Radiador Elétrico em estudo, produzido pela Foursteel, Lda.

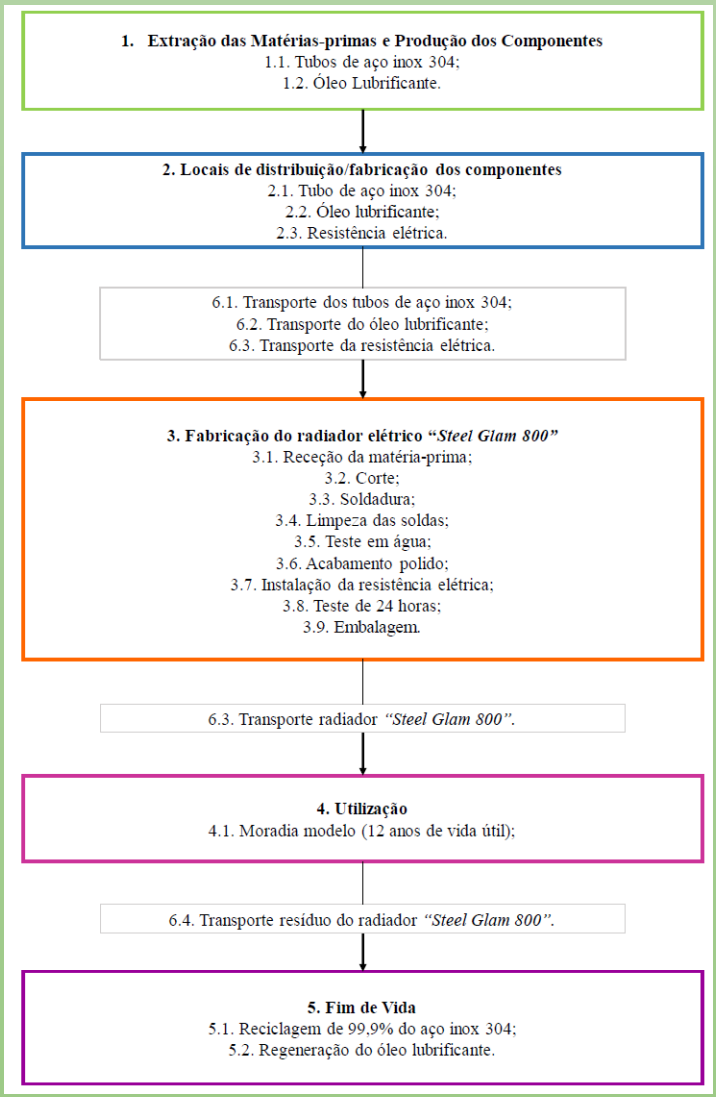
Esta avaliação inclui a caracterização das categorias de impacte ambiental, contribuição de cada etapa para o impacte ambiental global e identificação da etapa com maior contribuição negativa.

UNIDADE FUNCIONAL

1 Unidade do Radiador Elétrico

FRONTEIRAS DE SISTEMA

FS: "Cradle to Grave" – Berço ao Túmulo



ANÁLISE DO INVENTÁRIO

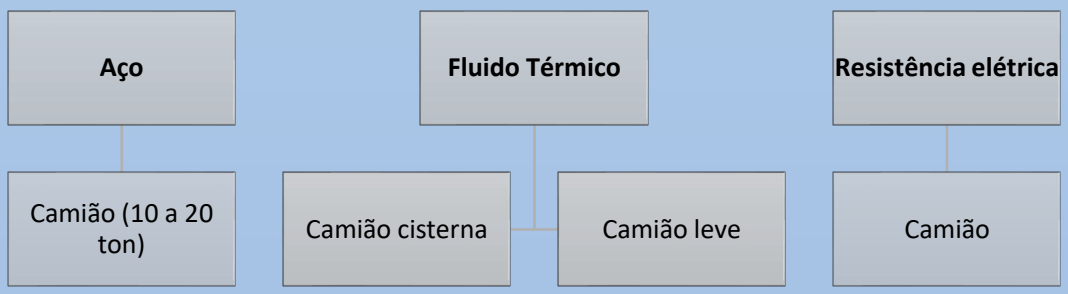
Recolha de dados para quantificar entradas e saídas (uso de recursos e emissões para a água, solo e ar), por fase:

1. **Extração de Matéria-Prima**

a. **Entradas-** Aço, fluido térmico e da resistência elétrica

2. **Transporte**

Matéria-Prima



Fim de Vida → Automóvel particular do utilizador

Rota	Distância Percorrida (km)	Tipo de veículos	Parâmetro de modelação da distância (tkm)
Aço Inox			
Pontevedra – Aveiro	288	Camião Médio	1,61
Óleo lubrificante térmicos			
Unidade Petroquímica de Matosinhos – Distribuidor	107	Camião Cisterna	0,24
Distribuidor– "FOURSTEEL Lda."	32	Camião Pequeno	0,08
Resistência Elétrica			
Itália – "FOURSTEEL Lda."	2231	Camião Médio	0,82
Utilização			
FOURSTEEL – Distribuidor – Comprador (Porto)[24]	117	Camião Pequeno	1,08
Fim de Vida			
Comprador – Centro de receção ou Ponto de Recolha	1,4	Automóvel particular	0,01

Nota: Cálculo aproximado de Km percorridos através do Google Maps (não há conhecimento de rotas de transporte); Camiões contabilizados de categoria EURO 5 (grande parte da frota de camiões europeus)

ANÁLISE DO INVENTÁRIO

3. Produção

a. **Entradas-** Aço Inox, fluido térmico, energia elétrica, lixas de cartão, produto de limpeza (ácido fosfórico), pasta de brilho, água, plástico, cartão.

b. **Saídas-** Aparas de aço inox, óleos usados, plástico, madeira (paletes), cartão.

4. Utilização

a. **Entradas-** Energia elétrica (média de 300W para 3 horas de utilização por dia durante 6 meses de frio) = 190,8 KWh/ano **= 2289,6 KWh/**12 anos de vida útil.

b. **Saídas-** Energia em forma de calor.

5. Fim de Vida

a. **Entradas-** Aço, óleo térmico, matérias-primas necessárias para processo de regeneração do óleo.

b. **Saídas-** Substâncias resultantes da regeneração do óleo (compostos orgânicos, etc.).

RESULTADOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTES

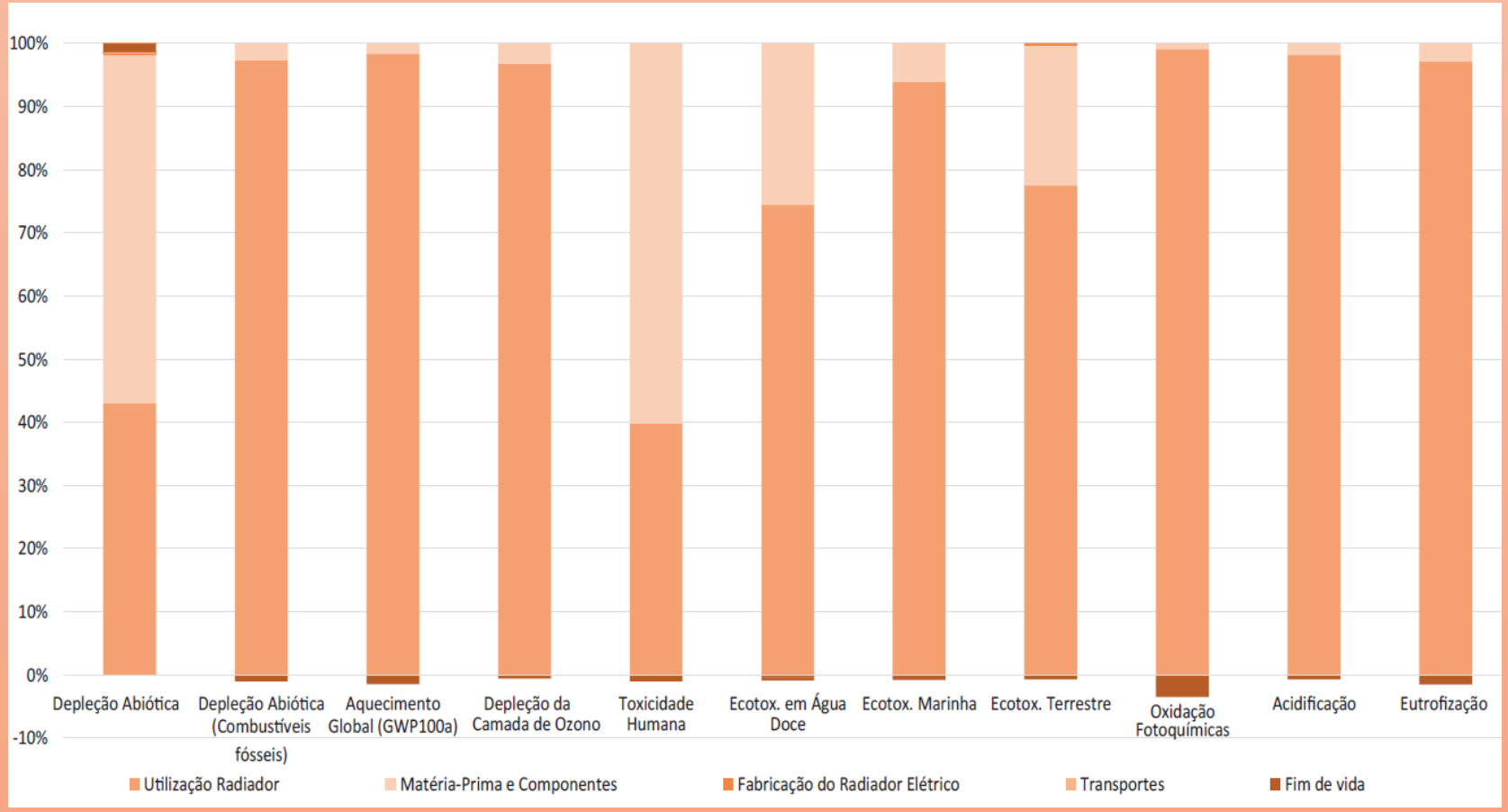
Software: SimaPro versão 8.5.2 / CML-IA basaline versão 3.0.

Categorias de impactes ambientais avaliadas:

Nomes	Descrição	Unidades
Potencial de Aquecimento Global	Média de emissões de gases do efeito estufa. Estas emissões causam as mudanças climáticas.	Kg CO_2 eq.
Depleção da camada de Ozono	Clorofluorcarbonetos libertados causam perda da camada de ozono que protege o planeta da radiação UV.	Kg de CFC-11
Toxicidade humana	Caracterização dos impactes sobre os seres humanos.	Kg 1,4-DB eq
Oxidação fotoquímica	Medidas emissões de precursores que contribuem para a formação de Smog a nível do solo (O_3), produzido pela reação de VOC e CO na presença de óxidos de nitrogénio e luz UV.	Kg C_2H_4 eq
Acidificação terrestre	Acidificação de emissões poluentes, tais como SO_2 ou NO_X para a atmosfera. Impactes negativos para solo, água e ar.	Kg 1,4-DB eq
Eutrofização	Libertação de macronutrientes, principalmente N e P.	Kg de PO_4
Ecotoxicidade terrestre	Caracterização dos impactes ecotóxicos das emissões na ACV e dos produtos químicos e dos seus riscos. Causa danos a litosfera.	Kg 1,4-DB eq
Ecotoxicidade aquática	Caracterização dos impactes ecotóxicos das emissões na ACV e dos produtos químicos e dos seus riscos.	Kg 1,4-DB eq
Ecotoxicidade marinha	Caracterização dos impactes ecotóxicos das emissões na ACV e dos produtos químicos e dos seus riscos.	Kg 1,4-DB eq
Depleção abiótica	Refere-se à extração de recursos naturais abióticos. Impactes derivados da extração de minerais.	Kg eq Sb
Depleção abiótica (combustíveis fósseis)	Refere-se à extração de recursos naturais abióticos. Impactes derivados da extração de combustíveis fósseis.	MJ

RESULTADOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTES

Resultados dos impactes ambientais avaliados:



RESULTADOS E AVALIAÇÃO DE IMPACTES

Principais conclusões:

Fase da **UTILIZAÇÃO** devido à fonte de energia não renovável (derivados do petróleo)

Fase da **EXTRAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA** e **PRODUÇÃO DOS COMPONENTES**

- Aço: extração do metal gera efluentes e lamas tóxicas
- Óleo refrigerante: derivado do petróleo e necessidade de reações de combustão

Fase de **PRODUÇÃO**/FABRICAÇÃO tem consumos elevados de água e energia

Fase de **TRANSPORTE**, principalmente do aço

< IMPACTE

Nota: Os valores negativos contribuem para a redução das categorias de impacte.

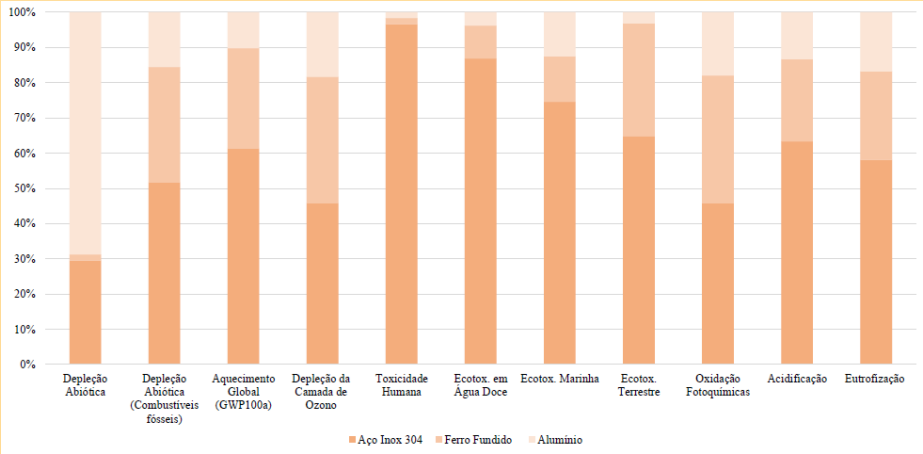
MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DE IMPACTE

- **AÇO INOX** – Reciclar e reutilizar maior quantidade de aço para diminuir a extração de minérios para a produção primária;

- **ECODESIGN** – Substituição do aço inox por outros materiais menos impactantes – p.e. realizar comparação de materiais utilizando a ferramenta de ACV.

  Nota: O software SimaPro também permite realizar estudos de comparação de impacte ambiental entre diferentes materiais, para concluir qual das opções tem menor impacte ambiental. (ver exemplo abaixo entre 3 materiais opcionais para produção de um radiador elétrico: aço inox, ferro fundido e alumínio.

MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DE IMPACTE



Da comparação entre os 3, o alumínio apresenta impactes doze vezes inferiores que o aço inox. Já o ferro fundido, apresenta valores 9 vezes inferiores.

O alumínio seria uma boa alternativa ambiental uma vez que possui um processo de reciclagem consumidor de menor quantidade de energia do que a sua produção primária.

Nota: Neste estudo são desconsiderados parâmetros como durabilidade e resistência, necessidade de tratamento do material, etc.

- ⇨ **CONSUMO DE ÁGUA –** As fases de limpeza de soldas e testagem do equipamento (da Produção) poderiam ser feitas com recurso a águas pluviais, fazendo um projeto de recolha e armazenamento das mesmas, em alternativa ao uso de água potável.

- ⇨ **TRATAMENTO DE EFLUENTES –** Embora a água utilizada na Produção apresente parâmetros de qualidade que cumpram a legislação nacional, a mesma poderia ser tratada com a instalação de uma ETARI (Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais) de pequenas dimensões na fábrica.

- ⇨ **MONITORIZAÇÃO DE EMISSÕES GASOSAS –** No processo de soldadura deve ser realizada a monitorização das emissões gasosas para atmosfera, por conterem ferro, manganês, crômio, níquel, silício, molibdênio e nióbio, que são substâncias cancerígenas e irritantes pulmonares, além da libertação de gases como o ozono, NOx, dióxido e monóxido de carbono, entre outros, considerados responsáveis pelo efeito estufa.

- ⇨ **ENERGIA ELÉTRICA –** Instalação de painéis fotovoltaicos nas instalações fabris (cobertura ou área livres traseiras) para recorrer a fontes de energia renováveis durante o processo produtivo.