

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA  
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE TELECOMUNICAÇÕES

YAGO TONINI RODRIGUES

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA: CABO PLANO DE 24 *PLUGS* COM CONECTOR

SÃO JOÃO DA BOA VISTA

2024

YAGO TONINI RODRIGUES

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA: CABO PLANO DE 24 *PLUGS* COM CONECTOR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de  
Mesquita Filho” como requisito para obtenção  
de título de Bacharel em Engenharia Eletrônica  
e de Telecomunicações

Orientador: Prof. Dr. José Augusto de Oliveira

SÃO JOÃO DA BOA VISTA

2024

R696a

Rodrigues, Yago Tonini

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA: : CABO PLANO DE 24  
PLUGS COM CONECTOR / Yago Tonini Rodrigues. -- São João da  
Boa Vista, 2024

25 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de  
Telecomunicações) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Engenharia, São João da Boa Vista

Orientador: José Augusto de Oliveira

1. Ciclo de vida do produto. 2. Impacto ambiental Avaliação. 3.  
Impacto ambiental. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade  
Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, São João da Boa Vista. Dados fornecidos  
pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE TELECOMUNICAÇÕES**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO CABO PLANO DE 24 PLUGS COM CONECTOR**

Aluno: Yago Tonini Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. José Augusto de Oliveira

Banca Examinadora:

- José Augusto de Oliveira (Orientador)
- Lana Sobral Vieira Escada Monteiro (Examinadora)
- Carla Rafaelli Martins (Examinadora)

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no prontuário do aluno (Expediente nº 95/2022)

São João da Boa Vista, 15 de maio de 2024

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho com profunda gratidão e carinho. Primeiramente, à minha família, que sempre esteve ao meu lado e cujo apoio incondicional tornou este percurso possível. Agradeço especialmente à minha mãe, Silvia, ao meu pai, Sandro, e ao meu irmão, Kauan, por serem a base sólida que me sustentou.

Às amigas da república Thales, Raphael, Pablo e João Victor, cuja companhia e apoio tornaram os dias difíceis mais leves, e ao meu amigo Vinícius, cuja amizade e incentivo ao longo da graduação foram inestimáveis.

Às mulheres excepcionais em minha vida, minha noiva, Kathryn, e minha amada filha, Maria Teresa, que sempre me inspiraram e motivaram com seu amor e apoio inabalável.

Por último, mas definitivamente não menos importante, desejo expressar minha sincera gratidão ao Prof. Dr. José Augusto de Oliveira, meu respeitado orientador. Sua sabedoria e orientação foram fundamentais para a realização deste projeto. Seu comprometimento e expertise contribuíram significativamente para o meu crescimento acadêmico e profissional.

## RESUMO

Os cabos planos são um dos muitos modelos de cabos utilizados atualmente para comunicação entre equipamentos e componentes, estes são: impressoras, aparelhos elétricos, equipamentos industriais, painéis LCD, dentre outros. Sua principal função nos tempos atuais, além da comunicação, é a grande resistência a desgastes decorrentes do atrito do uso nas máquinas, proporcionando uma durabilidade maior e evitando reparos frequentes. Dentro deste cenário de cabos, ressaltou-se, através de pesquisas, uma grande necessidade pela gestão dos resíduos sólidos gerados pela produção de cabos, havendo uma grande lacuna relacionada principalmente aos cabos planos. Portanto, neste estudo foi feita a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de um cabo plano de 24 *plugs* com conector a fim de se avaliar todos os impactos que podem ser gerados pela produção desses cabos. Para tal objetivo, a metodologia adotada foi o método Recipe 2016 v1.1 midpoint (H), reconhecido internacionalmente para ACV, em conformidade com a Norma ISO 14040 que assegura consistência e qualidade na análise, permitindo uma avaliação rigorosa dos impactos associados aos cabos planos de 24 *plugs* com conector. A escolha deste método se justifica pela sua capacidade de avaliar impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do cabo, alinhando-se com os objetivos da pesquisa. Os resultados da avaliação revelam que o esgotamento de recursos fósseis e o consumo de água doce são as principais categorias de impacto associadas à produção desses cabos. Tais impactos são observados principalmente nos processos de resfriamento do material do *plug* no teste de qualidade relacionado a altas temperaturas. Essa descoberta enfatiza a necessidade premente de gestão sustentável desses recursos, dada a dependência da produção de cabos planos de 24 *plugs* com conector em matéria-prima natural e um consumo significativo de água. Desta forma a análise da ACV evidencia a complexidade da fabricação desses cabos, desde a extração das matérias-primas até a finalização, ressaltando a importância de considerar todos os aspectos do ciclo de vida ao avaliar o impacto ambiental.

**Palavras-chave:** avaliação do ciclo de vida; cabos planos de 24 *plugs*; norma iso 14040; impactos ambientais.

## ABSTRACT

Flat cables are one of the many cable models currently used for communication between equipment and components, including printers, electrical appliances, industrial equipment, LCD panels, among others. Their main function nowadays, besides communication, is their high resistance to wear and tear from friction during machine usage, providing greater durability and avoiding frequent repairs. Within this cable scenario, research has highlighted a significant need for solid waste management generated by cable production, with a particular emphasis on flat cables. Therefore, this study conducted a Life Cycle Assessment (LCA) of a 24-plug flat cable with connector to assess all the impacts that may be generated by the production of these cables. For this purpose, the methodology adopted was the Recipe 2016 v1.1 midpoint (H) method, internationally recognized for LCA, in accordance with ISO 14040 standard, ensuring consistency and quality in the analysis, allowing for a rigorous assessment of the impacts associated with 24-plug flat cables with connector. The choice of this method is justified by its ability to assess environmental impacts throughout the cable's life cycle, aligning with the research objectives. The assessment results reveal that fossil resource depletion and freshwater consumption are the main impact categories associated with the production of these cables. Such impacts are observed mainly in the material plug cooling processes during the quality test related to high temperatures. This finding emphasizes the urgent need for sustainable management of these resources, given the reliance of 24-plug flat cable production on natural raw materials and significant water consumption. Thus, the LCA analysis highlights the complexity of manufacturing these cables, from raw material extraction to finishing, underscoring the importance of considering all aspects of the life cycle when evaluating environmental impact.

**Keywords:** life cycle assessment; ribbon cable; iso 14040 standard; environmental impacts.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sistema de produto do cabo.....	12
Figura 2 – Estrutura do cabo plano.....	15
Figura 3 – Estrutura dos <i>plugs</i> com braçadeiras em latão.....	16
Figura 4 – Estrutura final, cabo plano de 24 <i>plugs</i> com conectores.....	16
Figura 5 – Valores de impactos ambientais normalizados.....	19
Figura 6 – Normalização interna dos impactos ambientais.....	19
Figura 7 - Normalização interna.....	20



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Tabela de normalização dos valores.....	18
--	----

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	9
2	Objetivo.....	11
3	Materiais e Métodos.....	12
4	Resultados.....	15
5	Conclusões.....	22
	Referências Bibliográficas.....	24

## 1 Introdução

Os cabos planos ou de fita são amplamente utilizados em aparelhos elétricos, impressoras, robóticas, circuitos de placas PCB, equipamentos industriais, equipamentos de dados e comunicações, equipamentos de jogos, cabeamentos de computadores, discos rígidos, drivers de CDs, dispositivos de projetos de vídeo, DVD Players, painéis de *backlights*, painéis LCD de carros, painéis de televisões LCD, displays LED, cabeamentos de caixa, entre outros. A grande usabilidade se dá graças aos diversos benefícios no uso dos cabos planos, em que trazem maior eficiência e um design mais robusto para comunicação de todos esses equipamentos que os utilizam (SHELDON, 2021). Os principais usos atuais, voltados à comunicação, utilizam em seu interior a fibra ótica, que quando usada no design de cabo plano, torna possível aumentar o número de fibras alojadas dentro de uma bainha de cabo, se tornando um grande aliado dentro de data centers, por exemplo. Contudo, ainda podemos ver diversos setores e equipamentos utilizando os cabos planos com outros materiais condutores, como por exemplo o cobre, utilizado principalmente em sistemas que exigem movimentação constante, devido a sua característica de resistência a desgastes decorrentes do atrito e tração das máquinas (Innovcable, S.d.). Além de equipamentos como impressoras e computadores que ainda seguem utilizando os cabos de cobre para comunicação de seus componentes eletrônicos, como por exemplo a comunicação entre a placa mãe e um HD.

A demanda por cabos e fios tem crescido cada vez mais com o uso para produção de carros, aparelhos eletrônicos, entre outros. Estima-se que o tamanho do mercado global foi de USD 202,05 bilhões em 2022 e deve crescer a uma taxa composta de crescimento anual (CAGR) de 4,2% de 2023 a 2030 (Grand View Research, 2022). Por consequência, a gestão dos resíduos sólidos é um dos principais problemas ambientais que ameaçam esse crescimento, diversos países já pautam assuntos relacionados ao crescimento sustentável, como é o caso do Marrocos que parte de sua economia se baseia em fabricantes de carros, que demandam muita tecnologia voltada a cabos e fios, estima-se que mais de 5 milhões de toneladas de resíduos sólidos, de maneira geral, são gerados em todo o país, com taxa de crescimento anual de geração de resíduos de 3% (Abouljalil *et al*, 2020). Todo processo de produção dos cabos planos pode ser avaliado com a intenção de propor medidas para diminuição dos impactos no meio ambiente. No entanto, mesmo com toda usabilidade e aplicação de mercado, há uma lacuna relacionada ao estudo desses produtos.

Para avaliar esses impactos, um método muito utilizado é a Avaliação do Ciclo de Vida

(ACV), que examina todas as etapas de vida de um produto, desde a extração de matérias-primas até o descarte final, analisando os impactos ambientais associados a cada fase. A ACV permite identificar oportunidades de melhoria em termos de eficiência energética, redução de resíduos e emissões, e ajuda a comparar diferentes alternativas de produtos ou processos. Portanto, é uma ferramenta essencial para entender e mitigar os impactos ambientais da produção de cabos planos e promover a sustentabilidade na indústria.

Dentro desse mercado de cabos, analisando especificamente os cabos planos, há uma lacuna a ser explorada nas pesquisas quando se fala do uso do cobre como condutor. Sendo o cobre um elemento essencial, seu impacto não pode ser avaliado da mesma forma que os produtos químicos, exigindo uma avaliação mais específica que leva em consideração não só o processo de descarte como também a extração do elemento (Copper Development Association Inc., 2024).

## 2 Objetivo

O objetivo primordial deste trabalho é realizar uma avaliação dos impactos ambientais gerados pela produção de um cabo plano de 24 *plugs*, utilizando para isso a ACV. Para atingir esse objetivo, a análise se concentrará em examinar todas as etapas do ciclo de vida do cabo, desde a extração de suas matérias-primas e produção até a finalização do produto.

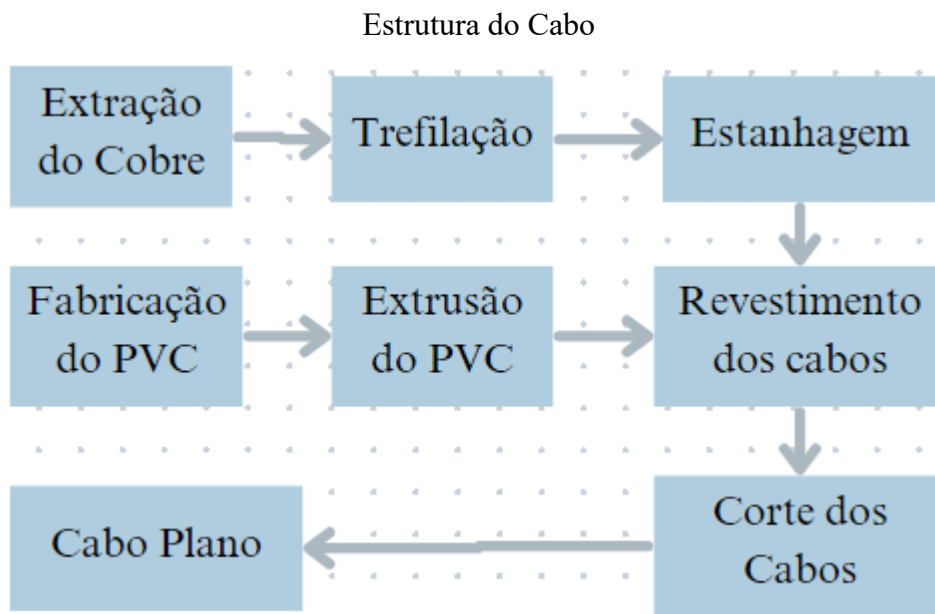
Ao final deste estudo, o objetivo é oferecer uma visão abrangente dos impactos ambientais negativos gerados pelo processo de produção do cabo plano de 24 *plugs*, auxiliando na tomada de decisões informadas por parte de empresas, governos e consumidores, visando aprimorar a sustentabilidade e a eficiência ao longo de todo o ciclo de vida deste componente essencial da conectividade moderna.

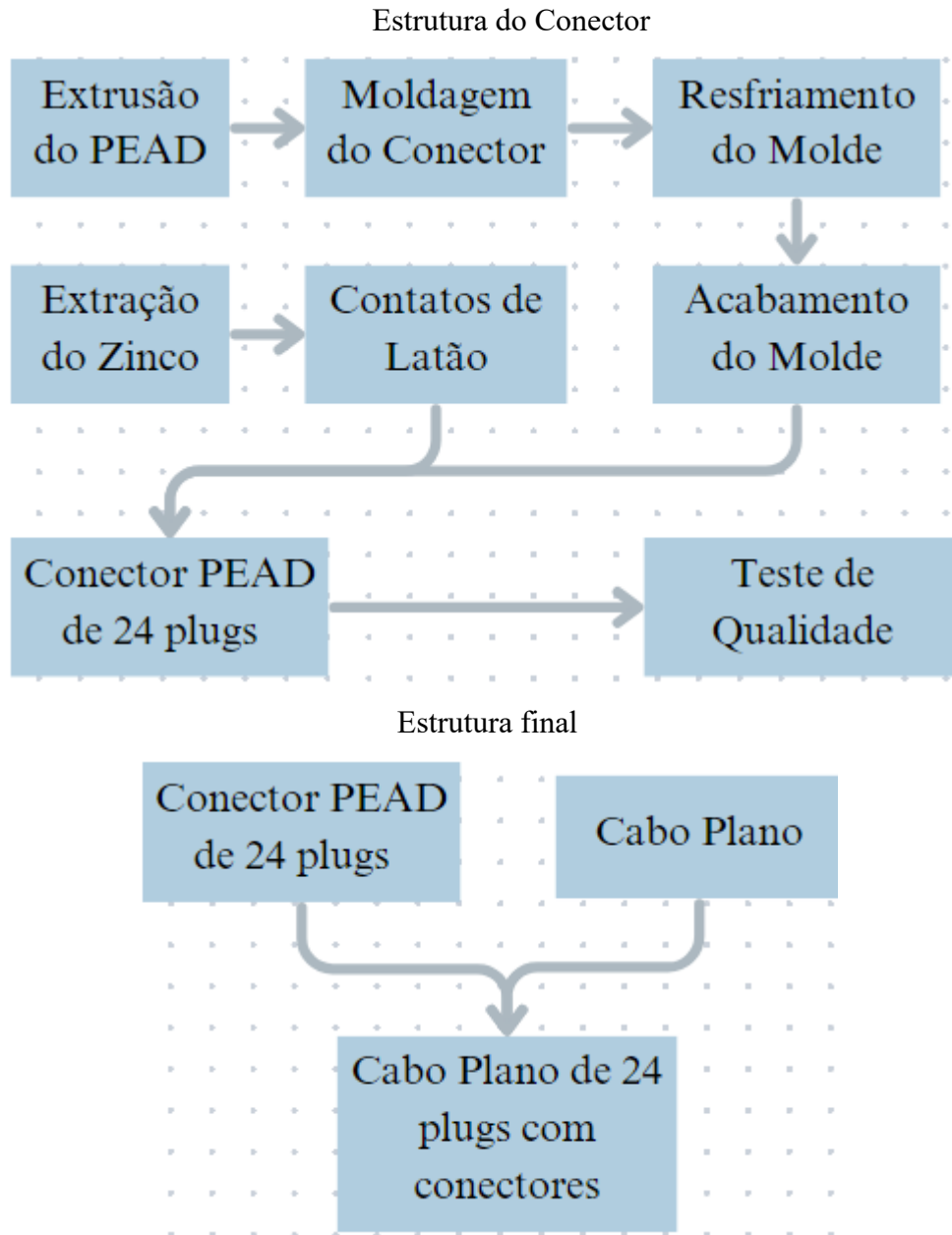
### 3 Materiais e Métodos

O estudo dos impactos ambientais cabo plano adotou o método da ACV, Recipe 2016 v1.1 midpoint (H), em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Norma ISO 14040, utilizar o ReCiPe2016 é importante porque ele inclui uma caracterização representativa a nível global e não apenas Europeu, contendo dados cada vez mais adaptados (Huijbregts et al, 2016). A escolha deste método se justifica pela sua capacidade de avaliar impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do cabo, alinhando-se com os objetivos da pesquisa.

Para obtenção das quantidades de cada um dos valores dos fluxos de entrada, é necessário se padronizar uma unidade funcional, isto é, uma quantidade de produção do produto, neste caso, foi feita toda a coleta dessas informações por meio de fontes secundárias, em função de 1 kg de produção de cabo plano de 24 *plugs*, por conta disso optou-se por adotar a mesma unidade funcional e o fluxo de referência de 1 kg. O sistema de produto é o *cradle-to-gate*, que é uma abordagem específica de análise que cobre todas as etapas de um produto desde a extração das matérias-primas (*cradle*, que significa berço) até a saída do produto da fábrica (*gate*, que significa portão). A análise *cradle-to-gate* considera todo o impacto ambiental associado às fases iniciais do ciclo de vida de um produto, excluindo as etapas de uso, reutilização, reciclagem e descarte final. Os fluxos de manufatura da produção do cabo plano, do conector e finalização do cabo plano de 24 *plugs*, estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Fluxos de manufatura do cabo.





Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Para a análise e geração de gráficos, utilizou-se o software *LCA for experts* (GABI), uma ferramenta reconhecida no campo da ACV. Os dados para a avaliação foram obtidos por meio de uma coleta de dados secundária, que envolveu uma revisão da literatura *Hischier et al. (2007)* disponível sobre cabos planos de 24 *plugs* e seus impactos no ciclo de vida.

É importante ressaltar que, no relatório da ACV, optou-se por apresentar o valor total dos impactos ao invés de detalhar a quantidade de massa em cada processo elementar. Essa escolha foi motivada pela complexidade dos processos de produção de cabos planos de 24 *plugs* e pela falta de informações detalhadas disponíveis para cada etapa. Portanto, foi feita a

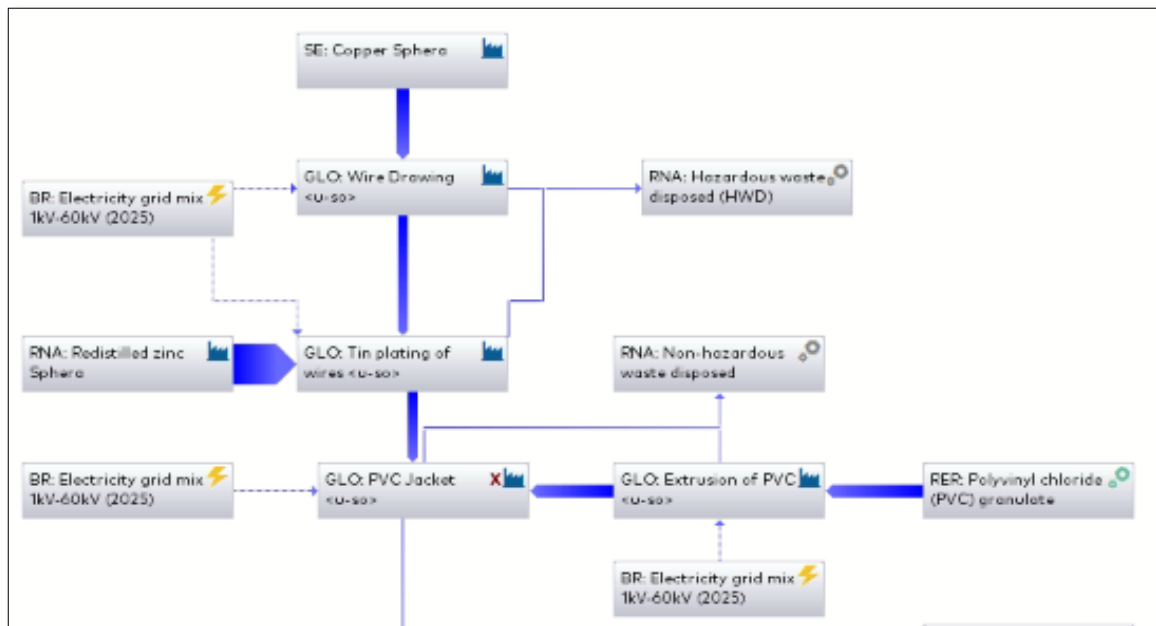
normalização em função da média do Inventário do Ciclo de Vida (ICV). A ICV é uma parte fundamental da ACV que consiste na coleta e quantificação de entradas (recursos) e saídas (emissões, resíduos e co-produtos) ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, processo ou serviços, com o objetivo de criar uma base de dados detalhada e abrangente que possa ser usada para avaliar os impactos ambientais associados a cada etapa do ciclo de vida. Neste projeto utilizou-se da ICV para estimar os impactos ao longo do ciclo de vida do cabo, proporcionando uma visão geral dos impactos sem a necessidade de detalhes específicos de cada fase de produção.



## 4 Resultados

Todos os valores obtidos em *Hischier et al. (2007)*, foram computados no software para realizar a análise. O procedimento estrutural do projeto possui três partes: a estrutura do cabo, a estrutura dos *plugs* e a estrutura final considerando o cabo e os *plugs*, como apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Estrutura do cabo plano.



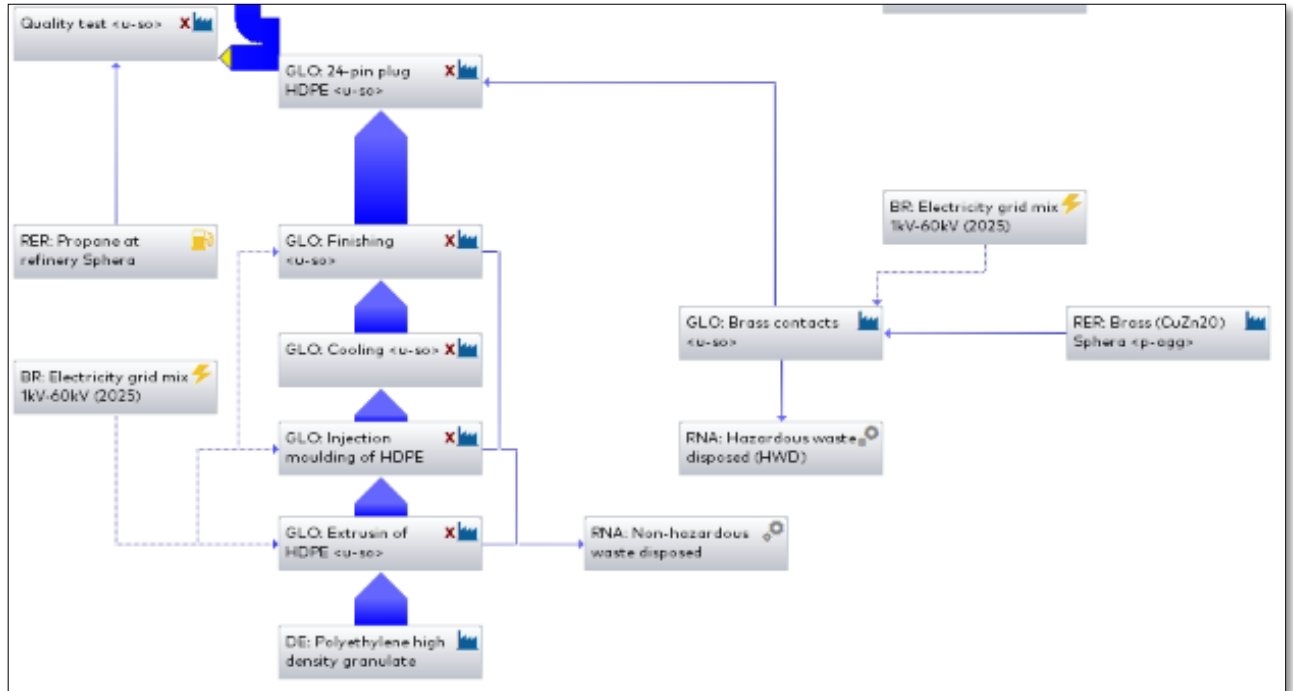
Fonte: GABI, 2023.

O Inventário do Ciclo de Vida (ICV) está sendo realizado nessa estrutura, onde os aspectos ambientais de todo o sistema de produto são quantificados. Os processos são listados, assim como os recursos utilizados e as emissões geradas, também conhecidos como fluxos dentro de uma ACV, onde quantifica-se os aspectos ambientais de todo o sistema de produto, ou seja, são listados os processos, e em cada processo, os recursos que são utilizados e as emissões que são geradas a partir disso, também chamados de fluxos dentro da ACV. Na Figura 1, é listado o sequenciamento para obtenção do cabo final, ainda sem *plug*, pode-se observar quatro etapas principais, sendo elas: Estiramento do fio de cobre, a estranhagem do fio, em paralelo é feita a extrusão do PVC (Policloreto de vinila), e por fim o encapamento juntando o fio estranhado com o PVC extrudado. Os demais processos listados são processos secundários cuja função é alimentar o software obtendo, através da base de dados, informações sobre extração. Por exemplo, para o cobre utilizado, apesar de ser um fluxo do processo principal de

estiramento do fio, é necessário importar seu processo em que consta toda sua extração e atrelar esse processo ao fluxo de entrada de cobre listado no processo principal.

Na sequência, foi feita a estrutura para a produção dos plugs, apresentada na Figura 3.

Figura 3 - Estrutura dos *plugs* com braçadeiras em latão.

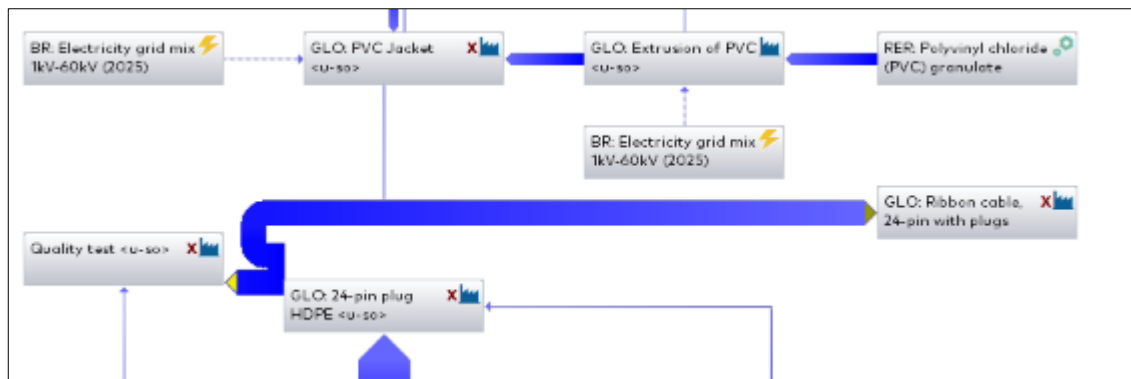


Fonte: GABI, 2023.

Os *plugs* tem uma estrutura baseada no PEAD (Polietileno de alta densidade), a extrusão desse material, de forma que, após extrudado é moldado no formado dos plugs e resfriado e, em seguida, um processo de acabamento retirando possíveis rebarbas é realizado. Em paralelo são feitos os conectores do plug em latão, quando juntados o molde com esses conectores se resulta no plug de 24 *plugs* de PEAD, na sequência esse material já acabado passa por um teste de qualidade de temperatura.

Por fim ao juntar o *plug* com o cabo plano temos o produto acabado, como apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Estrutura final, cabo plano de 24 plugs com conectores.



Fonte: GABI, 2023.

Com a estrutura completa do cabo finalizada, o *software* fez o balanço das informações que foram imputadas nele. Como dito anteriormente, o modelo de análise que foi utilizado é o *Recipe 2016 v1.1 midpoint (H)*, este método foi desenvolvido em colaboração entre o Instituto Nacional Holandês de Saúde Pública e Meio Ambiente (RIVM), a Universidade Radboud Nijmegen, a Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia e a PRé, de forma que seu principal objetivo é transformar a longa lista de resultados do inventário do ciclo de vida em um número limitado de pontuações de indicadores. Essas pontuações dos indicadores expressam a gravidade relativa em uma categoria de impacto ambiental (PRÉ SUSTAINABILITY, 2016). O *Recipe* é um método que avalia ponto médio e ponto final, também chamados de *midpoint* e *endpoint*. No caso estudado, foi utilizado o *midpoint* e gerado todos os 18 gráficos para definir os impactos ao longo de todo ciclo de vida do produto. Caso fosse utilizado o *endpoint*, seria considerado apenas impactos no final da vida do produto, o *midpoint* permite uma visão mais detalhada dos impactos ambientais e sociais que podem ocorrer em diferentes estágios da vida de um produto, bem como a detecção de problemas em estágios intermediários possibilitando a implementação de ações corretivas precoces. Os 18 gráficos gerados possuem cada um uma informação relacionada aos impactos ao longo do ciclo de vida, esses gráficos são: mudança climática incluindo carbono biogênico, formação de partículas finas, depleção de combustíveis fósseis, consumo de água doce, ecotoxicidade de água doce, eutrofização de água doce, toxicidade humana cancerígena, toxicidade humana não cancerígena, radiação ionizante, uso do solo, ecotoxicidade marinha, eutrofização marinha, depleção de metais, formação de ozônio fotoquímico em ecossistemas, formação de ozônio fotoquímico na saúde humana, depleção da camada de ozônio estratosférica, acidificação terrestre e ecotoxicidade terrestre. Cada um desses gráficos gera valores totais de impacto,

porém os gráficos apresentam unidades de medidas diferentes, ficando difícil relacionar entre eles de forma que se possa realmente analisar qual gera maior impacto, sendo assim, é feito um procedimento chamado de normalização, em que o próprio *software* gera um fator de equivalência dos valores para que eles obtenham uma unidade única. Com os valores totais, foi colocado na tabela os valores de equivalência e por fim obtidos os valores normalizados dividindo o valor prático pelo valor de equivalência.

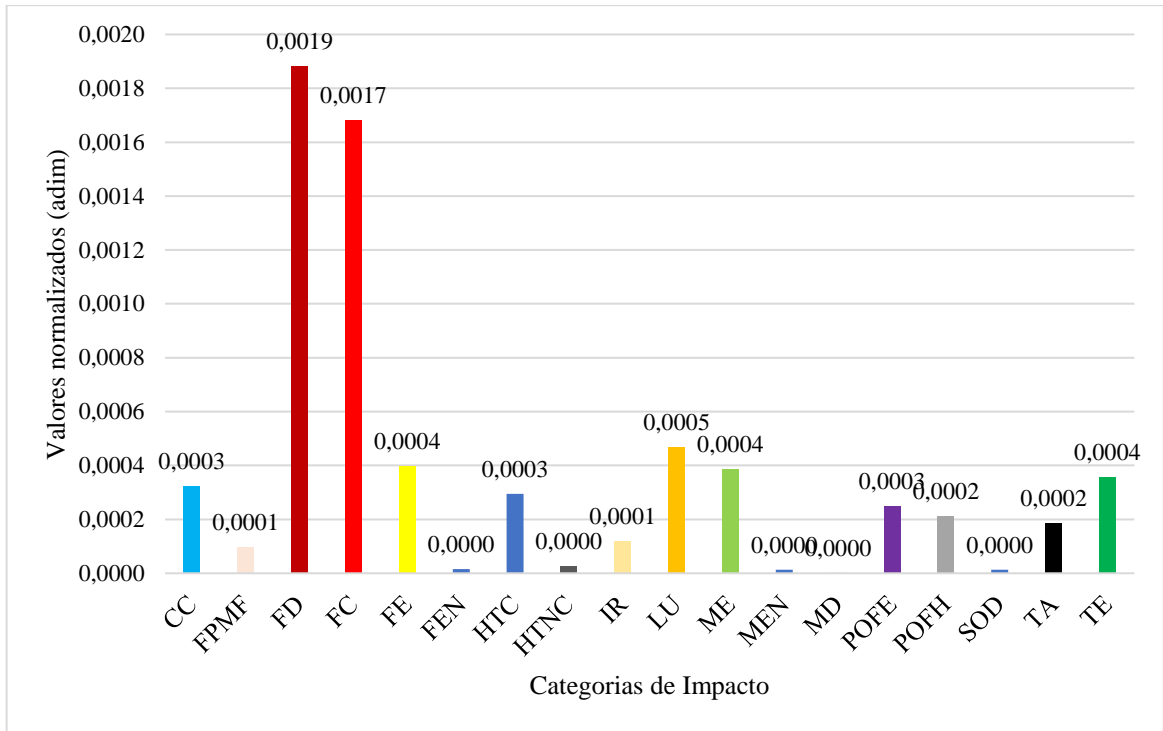
Tabela 1 – Normalização dos valores.

<b>Categorias de Impacto</b>	<b>Siglas</b>	<b>Valor Prático</b>	<b>Equivalência</b>	<b>Valor Final (Normalização)</b>
<i>Climate change, incl biogenic carbon</i>	CC	2,59	7990,41	0,000324139
<i>Fine Particulate Matter Formation</i>	FPMF	2,45E-03	25,57	9,58169E-05
<i>Fossil depletion</i>	FD	1,85	983,28	0,001881463
<i>Freshwater Consumption</i>	FC	4,48E-01	266,64	0,001680173
<i>Freshwater ecotoxicity</i>	FE	9,99E-03	25,17	0,000396827
<i>Freshwater Eutrophication</i>	FEN	1,00E-05	0,65	1,53873E-05
<i>Human toxicity, cancer</i>	HTC	3,04E-03	10,30	0,000295194
<i>Human toxicity, non-cancer</i>	HTNC	8,71E-01	31251,84	2,78704E-05
<i>Ionizing Radiation</i>	IR	5,70E-02	479,92	0,00011877
<i>Land use</i>	LU	2,88	6167,49	0,000466965
<i>Marine ecotoxicity</i>	ME	1,68E-02	43,44	0,000386715
<i>Marine Eutrophication</i>	MEN	5,81E-05	4,62	1,25818E-05
<i>Metal depletion</i>	MD	2,11E-01	120051,21	1,75758E-06
<i>Photochemical Ozone Formation, Ecosystems</i>	POFE	4,45E-03	17,75	0,000250714
<i>Photochemical Ozone Formation, Human Health</i>	POFH	4,33E-03	20,57	0,000210527
<i>Stratospheric Ozone Depletion</i>	SOD	7,75E-07	0,06	1,29145E-05
<i>Terrestrial Acidification</i>	TA	7,60E-03	40,98	0,000185454
<i>Terrestrial ecotoxicity</i>	TE	5,44	15200,31	0,000357887

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

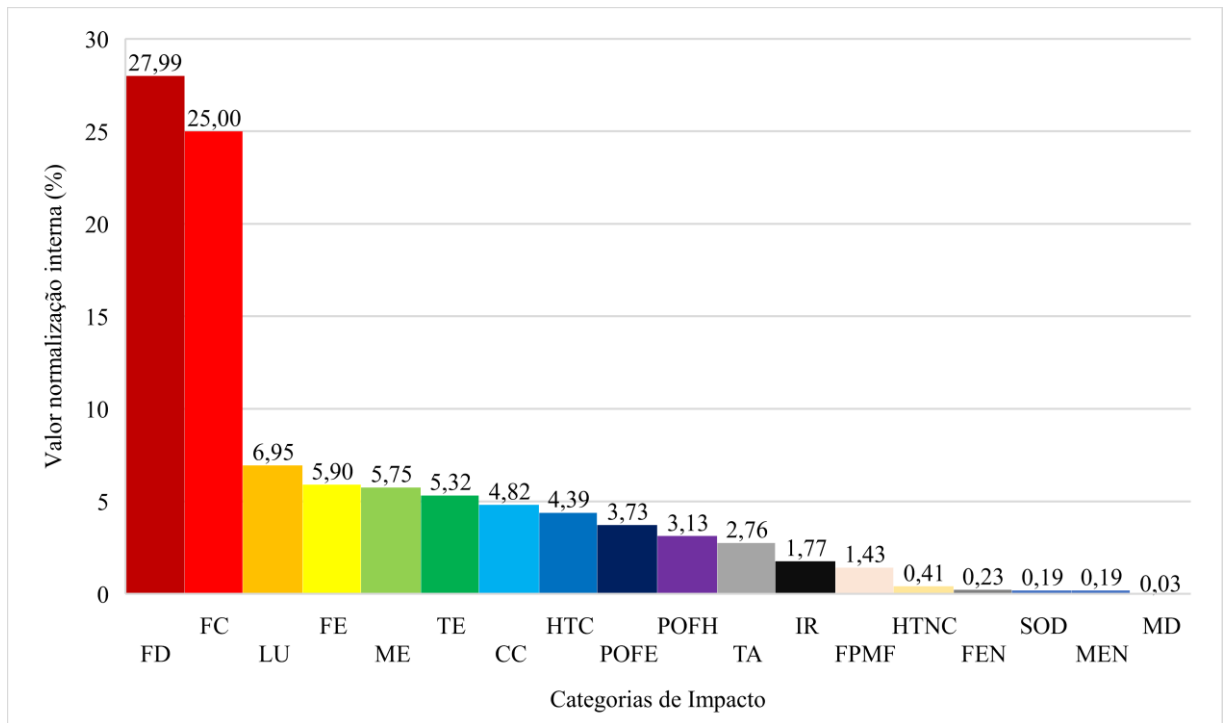
Com os valores normalizados, foi gerado agora o gráfico, apresentado na Figura 5, para análise de qual categoria gera maior impacto no ciclo de vida do produto e em seguida, na Figura 6, gerado o gráfico de normalização interna de forma a trazer a proporção em porcentagem que cada uma das categorias de impacto gera.

Figura 5 – Valores de impactos ambientais normalizados.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 6 - Normalização interna dos impactos ambientais.

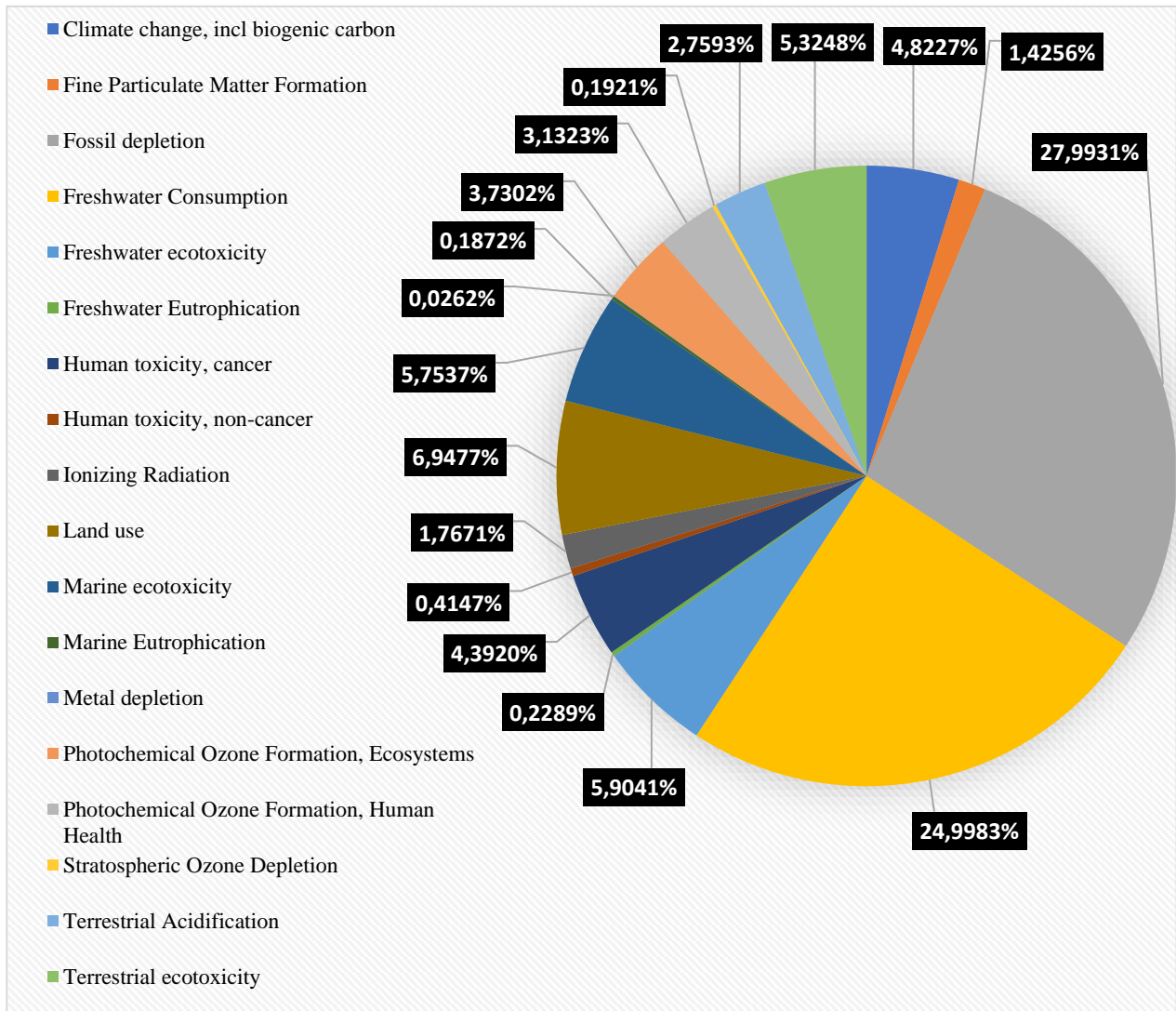


Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A Figura 6 mostra a proporção do impacto das categorias *fossil depletion* e *freshwater consumption* ressaltam sob as demais, essas categorias têm o papel de avaliar o impacto

ambiental associado ao uso de combustíveis fósseis, como petróleo, carvão e gás natural e ao uso de água doce ao longo do ciclo de vida de um produto, processo ou serviço, respectivamente. Esses impactos têm uma relevância em torno de 25 a 30% cada uma, juntas representam mais da metade do impacto deste estudo, ou seja, o processo de fabricação dos cabos resulta num consumo muito alto tanto de recursos fósseis quanto de água doce, contudo vale ressaltar também os demais impactos dentro da análise. A Figura 7 ilustra os mesmos resultados apresentados na Figura 6, com uma melhor visualização da proporção de cada impacto.

Figura 7 – Normalização interna.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

É possível observar na Figura 7 que as categorias de impacto *Land use*, *Freshwater ecotoxicity*, *Marine ecotoxicity*, *Terrestrial ecotoxicity* e *Climate change, incl biogenic carbon*, somam 28% de todo o impacto. Cada uma analisa a seguinte categoria de impacto ambiental:

- *Land Use*: Avalia o uso da terra e seu impacto na biodiversidade e nos ecossistemas. Isso inclui a conversão de terras naturais em terras agrícolas ou urbanas.
- *Freshwater Ecotoxicity*: Avalia o impacto das substâncias químicas liberadas no ambiente aquático e seu efeito tóxico em organismos aquáticos e ecossistemas de água doce.
- *Marine Ecotoxicity*: Mede o impacto das substâncias químicas liberadas no ambiente marinho e seu efeito tóxico em organismos marinhos e ecossistemas.
- *Terrestrial Ecotoxicity*: Mede o impacto das substâncias químicas no ambiente terrestre e sua toxicidade para organismos terrestres e ecossistemas.
- *Climate Change, incl. biogenic carbon*: Este indicador avalia o impacto das emissões de gases de efeito estufa (como dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>) no clima global. Ele também considera a absorção de carbono pelas florestas e outros sumidouros biogênicos que podem atenuar o efeito das emissões.

Sendo assim, a produção também oferece riscos, mesmo que parcialmente, a diferentes ecossistemas, podendo prejudicar toda biodiversidade relacionada a esses ecossistemas, sendo eles marinho, aquático e terrestre, que ocorre devido a extração e deposição das matérias-primas utilizadas dentro do ciclo de vida, além da toxicidade do ar com a emissão de gases de efeito estufa.

## 5 Conclusões

Diante da aplicação do método escolhido para a ACV dos cabos planos de 24 *plugs*, emerge um panorama revelador que contribui de maneira significativa tanto para a compreensão teórica quanto para a aplicação prática no âmbito desses componentes tecnológicos. Os resultados revelaram que o esgotamento de recursos fósseis e o consumo de água doce destacam-se como categorias de impacto preponderantes na produção desses cabos seguindo do uso da terra, ecotoxicidade de água doce, ecotoxicidade marinha, ecotoxicidade terrestre e mudanças climáticas. Esta constatação, fundamentada na análise abrangente da ACV, sublinha a urgência de explorar alternativas de baixo impacto, como o fomento de energias renováveis, visando mitigar a dependência de recursos finitos e otimizar a gestão da água. Já nos impactos de menor proporção é interessante promover o uso eficiente da terra, evitando o desmatamento, implementar tratamento avançado de efluentes industriais e urbanos para reduzir a liberação de produtos químicos tóxicos na água doce e salgada, implementar medidas de controle de poluição do solo, como a remediação de áreas contaminadas e a gestão adequada de resíduos industriais e reduzir as emissões de gases de efeito estufa através da transição para fontes de baixo carbono.

No âmbito teórico, este estudo preenche uma lacuna ao oferecer uma análise detalhada dos cabos planos de 24 *plugs*, inserindo-os no contexto da ACV. As conclusões ressaltam a relevância do esgotamento de recursos fósseis e do consumo de água doce, fornecendo *insights* valiosos para a compreensão dos impactos específicos desses cabos na era tecnológica contemporânea. Do ponto de vista prático, as contribuições são notáveis para empresas, governos e consumidores envolvidos na produção e consumo desses componentes. A identificação das categorias de impacto mais relevantes, como o esgotamento de recursos fósseis e o consumo de água doce, estabelece uma base sólida para a implementação de práticas mais sustentáveis. Empresas podem ajustar processos, governos podem formular regulamentações mais eficazes, e consumidores podem fazer escolhas informadas, promovendo uma abordagem mais responsável e eficiente.

Entretanto, é crucial reconhecer as limitações deste trabalho, como a complexidade dos processos de produção dos cabos planos de 24 *plugs* e a falta de informações detalhadas em certas etapas do ciclo de vida, o que pode ter impactado a precisão da análise. Além disso, as dinâmicas do mercado e as mudanças tecnológicas são fatores a serem considerados ao interpretar os resultados ao longo do tempo. Como recomendações para pesquisas futuras,



sugere-se a ampliação do escopo para incluir análises dinâmicas considerando as mudanças tecnológicas ao longo do tempo. Investigar alternativas sustentáveis para os recursos fósseis e estratégias específicas para a redução do consumo de água doce pode enriquecer ainda mais a compreensão dos impactos ambientais associados aos cabos planos de 24 *plugs*.

## Referências Bibliográficas

**ISO 14040:2006.** *Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework.* Genebra: ISO, 2006.

**Sheldon.** *Ribbon Cable: Empowering Your Cable Build for the Future.* 2021. Disponível em: <<https://community.fs.com/article/ribbon-cable-empowering-your-cable-build-for-the-future.html>>. Acesso em: 08 fev. 2024.

**Innovcable.** *Cabo Fita.* [S.d.]. Disponível em: <<https://innovcable.com.br/home-page/cabofita/#:~:text=O%20Cabo%20Fita%20%C3%A9%20um,sistemas%20que%20exigem%20movimenta%C3%A7%C3%A3o%20constante>>. Acesso em: 08 fev. 2024.

**Grand View Research.** *Wire and Cable Market Analysis, Market Size, Application Analysis, Regional Outlook, Competitive Strategies And Forecasts, 2015 To 2022.* 2022. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/wire-and-cable-market-analysis-market>>. Acesso em: 08 fev. 2024.

**Abouljalil, H., & Amrani, M.** *Life cycle assessment of manufacturing processes of a cable harness in Morocco.* *International Organization of Scientific Research Journal of Engineering Science, Technology, and Forestry*, v. 14, n. 11, série 2, 2020. Disponível em: <<https://www.iosrjournals.org/iosr-jestft/papers/Vol14-Issue11/Series-2/C1411021927.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2024. DOI: 10.9790/2402-1411021927.

**Copper Development Association Inc.** *Copper in the Environment.* [S.d.]. Disponível em: <<https://copperalliance.org/sustainable-copper/about-copper/copper-in-the-environment/>>. Acesso em: 08 fev. 2024.

**Ritchey, Lee W.** *Right The First Time: A Practical Handbook on High-Speed PCB and System Design, Volume 1.* Santa Clara: Speeding Edge, 2003.

**Guinée, J.B.** *Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards.* Dordrecht: Springer, 2002.

**Hischier R., Classen M., Lehmann M. and Scharnhorst W.** *Life cycle inventories of Electric and Electronic Equipment: Production, Use and Disposal. ecoinvent report No. 18. Dübendorf: Empa / Technology & Society Lab, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, 2007.*

**PRé Sustainability.** *Recipe. Disponível em: <<https://pre-sustainability.com/articles/recipe/>>. Acesso em: 06 nov. 2023.*

**Huijbregts, M.A.J., Steinmann, Z.J.N., Elshout, P.M.F. et al. (2016)** *ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. International Journal of Life Cycle Assessment, v. 22, p. 138–147, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11367-016-1246-y>>. Acesso em: 08 fev. 2024.*