

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA

Maria Clara Chinen de Oliveira

Relações entre Economia Circular e Inovação Frugal

São Paulo

2022

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA

Maria Clara Chinen de Oliveira

Relações entre Economia Circular e Inovação Frugal

São Paulo

2022

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA

Maria Clara Chinen de Oliveira

Relações entre Economia Circular e Inovação Frugal

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção de diploma de Engenharia de
Produção

Orientadora: Prof. Dra. Roberta de Castro
Souza Piao

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

Oliveira, Maria Clara Chinen de

Relações entre Economia Circular e Inovação Frugal / M. C. C. Oliveira -- São Paulo, 2022.

106 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
Departamento de Engenharia de Produção.

1.Economia 2.Economia Ambiental 3.Desenvolvimento Sustentável
4.Sustentabilidade 5.Economia Circular I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.
Departamento de Engenharia de Produção II.t.

Para Davi, meu irmão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família. Em especial, meu irmão, Davi, que me dá coragem para seguir em frente. Meu pais, Katia e Claudio, por me mostrarem o valor da educação, e me apoiarem durante toda essa jornada. Minha avó, Jane, por fazer eu me apaixonar pela arte, e estimular a minha criatividade desde criança. Minha segunda casa, Diana, Sueko e Ricardo, por ser um porto-seguro mesmo nos momentos mais difíceis. E Manuela, por deixar a vida mais leve.

Agradeço aos meus colegas da escola, que mesmo distantes, ainda são tão próximos. Principalmente Gabriel e família, Ariany e Vitor, que foram fundamentais durante os meus primeiros anos como estudante. E Vénus e Leonardo, por compartilharem comigo um sonho e abrirem meus olhos para tantos mundos.

Agradeço aos meus colegas da faculdade, e ao Centro Acadêmico da Engenharia de Produção, por criarem momentos importantes na minha trajetória, e me ensinarem tanto sobre mim mesma. Em especial, David, por ser um sorriso amigo em todos os momentos. E Lucas, por acreditar em mim, mais do que eu mesma.

Agradeço aos meus colegas de trabalho, por toda a paciência e aprendizados. Por me acolherem, e me arrancarem sorrisos, todos os dias. E, principalmente, por me mostrarem novos caminhos, e confiarem em mim.

Agradeço aos meus professores. Em especial, minha orientadora, Roberta. Por todos os ensinamentos, por me apresentar a pesquisa, e pela oportunidade de contribuir com a ciência.

Sem vocês não teria sido possível chegar até aqui.

“Diante do anúncio do dilúvio ecológico, muitos são os que se precipitam em direção a uma arca de Noé [...] As destruições ambientais não atingem todo mundo da mesma maneira, tampouco apagam as destruições sociais e políticas já em curso. Uma dupla fratura persiste entre os que temem a tempestade ecológica no horizonte e aqueles a quem o convés da justiça foi negado muito antes das primeiras rajadas de vento.” (FERDINAND, 2022).

RESUMO

OLIVEIRA, M. C. C. **Relações entre Economia Circular e Inovação Frugal**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Para manter a integridade dos ecossistemas naturais e a estabilidade dos sistemas econômicos, é necessário que haja a dissociação da geração de valor do consumo irrestrito de recursos. Nesse sentido, duas alternativas surgem para viabilizar um desenvolvimento sustentável, a Economia Circular e a Inovação Frugal. Porém, embora a crescente atenção que estes conceitos têm recebido dos pesquisadores, ainda não está claro como eles se relacionam. Este trabalho pretende explorar possíveis relacionamentos dessas iniciativas, por meio da observação de práticas em organizações inseridas no mercado. Além disso, propõe a identificação de como estas aplicações contribuem para a sustentabilidade, considerando seus aspectos sociais, ambientais e econômicos. Foi conduzida uma pesquisa qualitativa, com base em uma revisão teórica, por meio de entrevistas semiestruturadas. Foram estudados três produtos, desenvolvidos por quatro organizações distintas. Na análise das informações obtidas, confirmou-se a ideia proposta na literatura, em que a Inovação Frugal é um meio para viabilizar a Economia Circular de forma socialmente inclusiva e em regiões em desenvolvimento. Mas, além disso, o estudo sugere que os princípios frugais são um meio de escalar as aplicações circulares para a população marginalizada, de classes mais baixas. Dessa forma, são geradas mudanças mais profundas no padrão de consumo e produção atuais, necessárias ao desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Economia. Economia Ambiental. Desenvolvimento Sustentável. Sustentabilidade. Economia Circular.

ABSTRACT

OLIVEIRA, M. C. C. **Relations between Circular Economy and Frugal Innovation**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

To maintain the integrity of natural ecosystems and the stability of economic systems, it is necessary to dissociate the value creation from the unrestricted consumption of resources. In this sense, two alternatives arise to enable sustainable development, the Circular Economy and the Frugal Innovation. However, despite the growing attention that these concepts have received from researchers, it is still unclear how they relate to each other. This paper intends to explore possible relationships between these initiatives, by observing practices at organizations in the market. Furthermore, it proposes to identify how these applications contribute to sustainability, considering its social, environmental, and economic aspects. A qualitative research was conducted, based on a theoretical review, through semi-structured interviews. Three products, developed by four different organizations, were studied. The analysis of the information obtained confirmed the idea proposed in the literature, in which Frugal Innovation is a mechanism for the Circular Economy to be viable in a socially inclusive way and in developing regions. But beyond that, the study suggests that frugal principles are a means of scaling up circular applications for the marginalized, lower-class population. In this way, deeper changes are generated in the current consumption and production patterns, which are necessary for sustainable development.

Keywords: Economics. Environmental Economics. Sustainable Development. Sustainability. Circular Economy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama do sistema de Economia Circular	32
Figura 2 – Fluxo de materiais na cadeia de valor da Economia Circular	34
Figura 3 – Hierarquia das inovações com restrição de recursos	37
Figura 4 – Quadro comparativo dos atributos de Inovação Frugal e conceitos associados ..	38
Figura 5 – Framework de Inovação Frugal	40
Figura 6 – Pilares do desenvolvimento sustentável	42
Figura 7 – Fluxo geral das atividades da pesquisa	45
Figura 8 – Representação do Aquecedor Solar de Baixo Custo	59
Figura 9 – Filtro Caixa da Água na Caixa e Movimento MÃOS	65
Figura 10 – Embalagem sustentável do Filtro Caixa	66
Figura 11 – Distribuição do valor total do Filtro Caixa	68
Figura 12 – Fluxo de logística reversa na produção do Produto 1	72
Figura 13 – Distribuição da destinação dos resíduos gerados pela Organização A	75
Figura 14 – Média de avaliação de Economia Circular e Inovação Frugal por produto	90
Figura 15 – Avaliação da Sustentabilidade por produto	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Base de estratégias de Economia Circular	33
Tabela 2 - Semelhanças destacadas entre Economia Circular e Inovação Frugal	41
Tabela 3 – Quadro comparativo entre a Inovação Frugal e a Economia Circular	43
Tabela 4 – Relação dos objetivos da pesquisa com os códigos de análise	47
Tabela 5 – Principais referências da revisão teórica de EC e IF	49
Tabela 6 – Entrevistas semiestruturadas realizadas, por organização e produto	52
Tabela 7 – Protocolo de coleta de dados	52
Tabela 8 – Códigos e categorias de análise dos estudos de caso	54
Tabela 9 – Características gerais das organizações entrevistadas e seus produtos.....	77
Tabela 10 – Avaliação dos códigos de design e desenvolvimento do produto.....	79
Tabela 11 – Avaliação dos códigos de processo produtivo	81
Tabela 12 – Avaliação dos códigos de comercialização e consumo.....	82
Tabela 13 – Avaliação dos códigos de comercialização e consumo.....	84
Tabela 14 – Avaliação dos códigos de comercialização e consumo.....	85
Tabela 15 – Avaliação global dos códigos para cada produto.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS

ASBC	Aquecedor Solar de Baixo Custo
BOP	Base da Pirâmide
CIETEC	Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia
EC	Economia Circular
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
GEE	Gases do Efeito Estufa
IF	Inovação Frugal
ILO	Escritório Internacional do Trabalho
MÃOS	Movimento de Artesãs e Ofícios
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
OSC	Organização da Sociedade Civil
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PSS	Sistema Produto-Serviço
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
WOS	Web of Science

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	25
1.1.	Contextualização.....	25
1.2.	Motivação	27
1.3.	Objetivos.....	27
1.4.	Estrutura do trabalho.....	28
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	29
2.1.	Economia Circular	29
2.2.	Inovação Frugal	35
2.3.	Panorama comparativo	41
3.	METODOLOGIA.....	45
3.1.	Estratégia da pesquisa.....	45
3.2.	Revisão da literatura	47
3.3.	Coleta e análise de dados	50
3.3.1.	Seleção das organizações	51
3.3.2.	Entrevista e pesquisa secundária	52
3.3.3.	Codificação e análise de conteúdo	54
4.	RESULTADOS	57
4.1.	O ASBC da Associação Sociedade do Sol	57
4.1.1.	Sobre a organização e o setor	57
4.1.2.	Design e desenvolvimento do produto	59
4.1.3.	Processo produtivo	60
4.1.4.	Comercialização e consumo.....	61
4.1.5.	Gestão de resíduos.....	61
4.1.6.	Sustentabilidade.....	62

4.2.	O Filtro Caixa da Água na Caixa e do MÃOS	63
4.2.1.	Sobre a organização e o setor.....	63
4.2.2.	Design e desenvolvimento do produto.....	64
4.2.3.	Processo produtivo.....	66
4.2.4.	Comercialização e consumo	67
4.2.5.	Gestão de resíduos	68
4.2.6.	Sustentabilidade	69
4.3.	O Produto 1 da Organização A.....	70
4.3.1.	Sobre a organização e o setor.....	70
4.3.2.	Design e desenvolvimento do produto.....	71
4.3.3.	Processo produtivo.....	72
4.3.4.	Comercialização e consumo	74
4.3.5.	Gestão de resíduos	75
4.3.6.	Sustentabilidade	75
5.	DISCUSSÃO	77
5.1.	Características gerais.....	77
5.2.	Categorias de análise.....	79
5.2.1.	Design e desenvolvimento do produto.....	79
5.2.2.	Processo produtivo.....	80
5.2.3.	Comercialização e consumo	82
5.2.4.	Gestão de resíduos	83
5.2.5.	Sustentabilidade	84
5.3.	Avaliação global.....	88
6.	CONCLUSÃO	95
6.1.	Objetivos	95
6.1.1.	Estratégias de Economia Circular.....	95

6.1.2. Princípios de Inovação Frugal.....	96
6.1.3. Contribuições para a sustentabilidade	96
6.2. Limitações e indicações de pesquisas futuras.....	97
6.3. Considerações finais	98
REFERÊNCIAS.....	99
APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido	103
APÊNDICE B – Roteiro de entrevista	105

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

Grande parte das atividades exercidas pela sociedade são movidas pelos recursos produtivos. Os modelos de produção e consumo atuais são baseados na transação contínua de recursos, de forma que o crescimento econômico foi associado ao acesso a estes materiais (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Então, existe o entendimento de que as dificuldades socioeconômicas, os desafios relacionados a pobreza e o desenvolvimento humano de maneira geral dependem diretamente da disponibilidade de recursos (EZEUDU *et al.*, 2022).

Porém, atualmente está claro que estes recursos são finitos e, portanto, precisam ser distribuídos de maneira igualitária e racional. Com o crescimento da população e o desenvolvimento das nações emergentes, a pressão sobre este problema tem aumentado (EZEUDU *et al.*, 2022; ZESCHKY; WINTERHALTER; GASSMANN, 2014). Também nesse sentido, a forma como estes recursos são utilizados passou a ser questionada. No modelo tradicional de descarte após o consumo, os materiais perdem valor ao longo da cadeia (GREGSON *et al.*, 2015). E as consequências geradas por este modelo ameaçam a estabilidade econômica global e a integridade dos ecossistemas naturais, que são essenciais para a vida humana (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Dessa forma, é urgente a necessidade de tornar os sistemas produtivos mais sustentáveis, para que sejam endereçados problemas sociais, ambientais e econômicos (GEISSDOERFER *et al.*, 2017). A sustentabilidade está associada ao aumento de qualidade de vida, atual e futura, e é encarada sob uma perspectiva holística, em que estes três aspectos estão intrinsicamente ligados (KHAN, 2016). Segundo Torjman (2000), “o bem-estar humano não consegue ser sustentado sem que haja um ecossistema saudável, e é igualmente improvável na ausência de uma economia vibrante”.

Em paralelo, a ascensão das economias emergentes, principalmente a China e a Índia, tem despertado o debate sobre o crescimento econômico em meio a escassez de recursos. (ZESCHKY; WINTERHALTER; GASSMANN, 2014). Autores apontam que, por conta desta restrição, estes países não se adaptaram bem ao modelo neoclássico (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Então, nestes ambientes, foram desenvolvidos modelos de negócio com soluções de baixo custo, mas alto valor agregado (ZESCHKY; WINTERHALTER;

GASSMANN, 2014). O Brasil também contém importantes avanços nesse sentido, apesar de receber pouco a atenção da pesquisa acadêmica (BUSCHH., 2021).

Nesse contexto, surgem duas alternativas para viabilizar a transição para uma economia mais sustentável, a Economia Circular (EC) e a Inovação Frugal (IF) (ALBERT, 2022; GEISSDOERFER *et al.*, 2017; ZESCHKY; WINTERHALTER; GASSMANN, 2014). Ambos os conceitos ganharam relevância na última década (LIEDER; RASHID, 2016; MELNIKOVA; GILSANZ, 2022). Este interesse surge da necessidade de um melhor aproveitamento dos recursos finitos para permitir um desenvolvimento sustentável, considerando o crescimento expressivo da população mundial, combatendo a pobreza e a crise climática global (EZEUDU *et al.*, 2022; FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2019).

A EC é uma alternativa ao modelo linear de produção, que funciona sob o fluxo de ‘extrair, produzir, desperdiçar’ (GREGSON *et al.*, 2015). Nesta abordagem, os processos são redefinidos para maximizar o valor dos materiais ao longo da cadeia, dissociando o crescimento econômico do uso de recursos (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). São utilizadas estratégias como a reciclagem e o design ecológico (KALMYKOVA; SADAGOPAN; ROSADO, 2018). A EC é mais relacionada com a sustentabilidade ambiental e econômica, e em geral não endereça questões sociais (MERLI; PREZIOSI; ACAMPORA, 2018).

A IF é um tipo de inovação que ocorre em ambientes com restrição de recursos (AGARWAL *et al.*, 2017). As atividades que utilizam a IF desenvolvem produtos que são adaptados para as camadas mais baixas da população, satisfazendo demandas que antes não eram atendidas e aumentando a sua qualidade de vida. (WIMSCHNEIDER; AGARWAL; BREM, 2020). Isto é feito por meio do atingimento da qualidade suficiente, isto é, focando o design dos produtos em suas funções essenciais, eliminando elementos desnecessários (ZESCHKY; WINTERHALTER; GASSMANN, 2014).

Apesar da importância das iniciativas sustentáveis, e das crescentes contribuições teóricas que a EC e a IF têm agregado nos últimos anos, ainda não está claro como eles se relacionam (EZEUDU *et al.*, 2022). A atenção que estes tópicos têm atraído de diferentes *stakeholders* pode causar uma dispersão de significados, resultando em um campo teórico difuso (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). E esta falta de clareza sobre os conceitos pode dificultar a propagação de suas práticas e o avanço da ciência no campo da sustentabilidade (GEISSDOERFER *et al.*, 2017). Dessa forma, a definição das relações entre EC e IF são importantes para o caminho em direção a um desenvolvimento sustentável.

1.2. Motivação

Para além das motivações teóricas, políticas e económicas levantadas, este estudo também foi motivado pela participação em um projeto de iniciação científica realizado pela aluna, sob o tema de “Economia Circular e Inclusão Social”. Ele foi realizado sob orientação da professora que também acompanha este trabalho, e resultou na publicação de artigos em conferências como o Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) e no European Operations Management Association (EurOMA). Durante os últimos anos da graduação, a aluna também iniciou estágio em uma *startup*, ampliando o seu interesse por modelos de negócio inovadores. E, dessa forma, a escolha do tema também é motivado pelo interesse no relacionamento entre a EC e a inovação. Vale ressaltar que não há quaisquer vínculos entre a aluna e as organizações estudadas neste trabalho.

Na pesquisa realizada na iniciação, ficou claro que a sustentabilidade social ainda é uma lacuna para a EC. E, além disso, os meios de inclusão social que são associados a modelos de negócio circulares são pouco eficientes, em geral relacionados com a geração de empregos na cadeia de reciclagem. Portanto, é necessário explorar alternativas factíveis para escalar a EC dentro das camadas mais baixas da população, permitindo uma transformação profunda da economia. Este é um passo necessário para a Engenharia de Produção que, da mesma forma como ocorre a nível global, precisa dissociar a geração de valor do uso irrestrito de recursos.

1.3. Objetivos

A literatura relacionando os conceitos ainda é escassa. Entretanto, alguns autores entendem a IF como uma possível estratégia para viabilizar a EC de forma socialmente inclusiva e em regiões em desenvolvimento (BUSCHH. *et al.*, 2018; EZEUDU *et al.*, 2022). Além disso, está claro que ambos contribuem para o desenvolvimento sustentável (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; KHAN, 2016). Considerando o contexto e as motivações apresentadas, o propósito deste trabalho é entender como as organizações aplicam a EC e a IF para endereçar problemas de sustentabilidade. Para tanto, foram definidos três objetivos:

- (i). Entender como as organizações aplicam as estratégias de Economia Circular
- (ii). Entender como as organizações aplicam os princípios de Inovação Frugal
- (iii). Entender como as aplicações de Economia Circular e Inovação Frugal contribuem para a sustentabilidade

A metodologia do estudo foi desenhada para o atingimento destes objetivos. Optou-se pela realização de uma pesquisa qualitativa, por meio de entrevistas semiestruturadas de organizações que aplicam a EC e a IF. Os resultados foram analisados por meio de códigos determinados com base na literatura.

1.4. Estrutura do trabalho

Este trabalho de formatura seguiu o modelo de trabalho de conclusão de curso proposto por Paulo Cauchick Miguel (2012), possuindo as partes: introdução, revisão da literatura metodologia, resultados, discussão e conclusão. Nas seções seguintes deste trabalho, o problema enunciado e contextualizado neste tópico será analisado em maior profundidade.

Na seção de revisão da literatura, é apresentada a pesquisa teórica que foi realizada sobre o tema, como objetivo de entender o estado da arte de cada conceito. A revisão concentrou-se em oferecer o histórico, definição, conceitos associados e proximidades do campo de pesquisa, além de práticas e *frameworks*. A seção inicia-se pelo tópico da EC, seguida pela IF. Por fim, é montado um panorama comparativo, analisando suas semelhanças e diferenças.

Na metodologia, são descritos os processos realizados para a construção do trabalho, incluindo a revisão da literatura, e o processo de coleta de dados por meio das entrevistas semiestruturadas. Ele envolve a seleção das organizações, a elaboração do roteiro e condução das entrevistas, a codificação com base na literatura e a análise dos resultados.

Nos resultados, são apresentadas as organizações entrevistadas e seus produtos, seguindo a organização em categorias de análise, definida no processo de codificação. Primeiro, é feita uma apresentação da organização e seu setor de atuação. Em seguida o produto é descrito com base nos aspectos de: design e desenvolvimento; processo produtivo; comercialização e consumo; gestão de resíduos; sustentabilidade.

Na discussão, os resultados são analisados com base nos códigos, ainda seguindo organização nas categorias de análise. As organizações são avaliadas de forma individual e cruzada, em que as observações são comparadas para a identificação de diferenças e semelhanças. Por fim, também é feita uma avaliação global, para análise dos relacionamentos entre os códigos e as categorias.

Por fim, a conclusão descreve o resultado obtido por meio da análise, em cada objetivo. Também são descritas as limitações do estudo e feitas sugestões para pesquisas futuras.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Economia Circular

A Fundação Ellen MacArthur (2019) entende a EC como uma abordagem sistêmica para o desenvolvimento econômico, que beneficia os negócios, a sociedade e o meio ambiente. Ela se distancia do modelo linear de produção, em que os materiais seguem o fluxo ‘extrair, produzir, desperdiçar’ (GREGSON *et al.*, 2015). Dessa forma, a EC pode ser definida como “um sistema regenerativo no qual a entrada e o descarte de recursos, e a emissão e o desperdício de energia são minimizados pela desaceleração, fechamento e estreitamento dos ciclos de material e energia.” (GEISSDOERFER *et al.*, 2017, p. 766, tradução nossa).

A EC configura um novo modelo de negócio capaz de levar a sociedade a um desenvolvimento sustentável (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). E este, por sua vez, possui as dimensões social, econômica e ambiental (HARDAKER, 1997). Porém, segundo Geissdoerfer *et al.* (2017), a sustentabilidade tem escopo mais amplo, com motivações e objetivos menos definidos. Enquanto isso, a EC tem por meta a eliminação da entrada e saída de recursos do sistema, isto é, estabelecer um ciclo fechado. Além disso, os estudos de EC dão menos enfoque ao pilar social, sendo apontada como uma lacuna na literatura (MERLI; PREZIOSI; ACAMPORA, 2018).

Segundo Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016), o termo EC foi introduzido pelos economistas Pierce e Turner¹ (1989 apud GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016), como um sistema fechado em que não haveria trocas de matéria com o ambiente, baseado nas leis da termodinâmica. Em seguida, com o desenvolvimento da Teoria Geral de Sistemas, foi considerado que a visão sistêmica e holística, bem como o aprendizado organizacional e o desenvolvimento de recursos humanos são premissas importantes da EC. Nesse sentido, também surge o conceito de Ecologia Industrial, que propõe a análise dos sistemas industriais em conjunto com o ambiente em que se inserem. E, dessa forma, promove o desenvolvimento de ciclos fechados de matéria e energia, resultando em processos produtivos com menos geração de resíduos. A EC se desenvolve em cima da Ecologia Industrial na medida em que

¹ PEARCE, D.W.; TURNER, R.K. **Economics of Natural Resources and the Environment**. Hemel Hempstead: Harvester Wheatsheaf. Italian edition 1991 by Il Mulino, Bologna. 1989.

analisa a produção em escala global, estabelecendo um novo modelo econômico de produção, distribuição e recuperação de produtos (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Mais recentemente, o entendimento de EC tem se relacionado com outros conceitos e teorias que trabalham com a ideia de ciclos fechados em modelos econômicos e sistemas de produção. Geissdoerfer *et al.* (2017) considera que as influências teóricas mais importantes para a EC são *cradle-to-cradle* (MCDONOUGH; BRAUNGART², 2002 apud GEISSDOERFER *et al.*, 2017), Leis da Ecologia (COMMONER³, 1971 apud GEISSDOERFER *et al.*, 2017), Economia de Performance (STAHEL, 2010), Design Regenerativo (LYLE⁴, 1994 apud GEISSDOERFER *et al.*, 2017), Ecologia Industrial (GRAEDEL; ALLENBY⁵, 1995 apud GEISSDOERFER *et al.*, 2017), Biomimética (BENYUS⁶, 2002 apud GEISSDOERFER *et al.*, 2017) e Economia Azul (PAULI⁷, 2010 apud GEISSDOERFER *et al.*, 2017).

Cradle-to-cradle é uma filosofia que elimina o conceito de “resíduo” do processo produtivo, considerando todo material como nutriente, e dividindo-os nas categorias técnicos e biológicos. Ela foca no design de produtos, aumentando a sua efetividade e reduzindo o seu impacto negativo. Além disso, maximiza o uso de energias renováveis e considera a responsabilidade social na gestão de *stakeholders* (FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2017).

Walter Stahel cunhou este termo em 1970, e mais recentemente, defende que a EC deve ser considerada um *framework*, que se baseia em diversas abordagens em torno de princípios básicos (FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2017). O autor desenvolveu o conceito de Economia de Performance, que procura reduzir a geração de resíduos incentivando a venda de serviços, em substituição aos produtos (STAHEL, 2010). Além disso, Stahel (2010) foca na criação de valor por meio do conhecimento, dissociando-a da entrada de recursos, promovendo a sustentabilidade e a geração de empregos.

As Quatro Leis da Ecologia de Barry Commoner são: Tudo está conectado, Tudo acaba em algum lugar, Natureza sabe melhor e Não existe almoço grátis (EGAN, 2016, tradução

² MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to cradle**: Remaking the way we make things. New York: North Point Press. 1st ed. 2002.

³ COMMONER, B. **The closing circle**: Nature, man, and technology. New York: Random House. 1971.

⁴ LYLE, J.T. **Regenerative design for sustainable development**. New York: John Wiley. 1994.

⁵ GRAEDEL, T.E.; ALLENBY, B.R. **Industrial ecology**. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall. 1995.

⁶ BENYUS, J.M. **Biomimicry**. New York: Harper Perennial. 2002.

⁷ PAULI, G.A. **The blue economy**: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs. Taos: Paradigm Publications. 2010.

nossa). A primeira considera uma visão holística, em que os impactos causados em um sistema podem ter efeitos sobre outros. E, nesse sentido, a segunda lei estabelece que os materiais que saem de um sistema necessariamente entrarão em outro. Já a terceira combate a ideia de que a humanidade sabe utilizar melhor os recursos da natureza, de forma que sua intervenção sempre será maléfica para o ambiente. E, por fim, a última lei reforça o fato de que toda ação terá consequência, e conecta ganhos econômicos a custos ambientais e sociais (EGAN, 2016).

Na linha da terceira lei de Commoner, a Biomimética é definida por Benyus⁶ (2002 apud FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2017) como uma "nova disciplina que estuda as melhores ideias da natureza e então imita esses designs e processos para solucionar os problemas humanos". A teoria se baseia em três princípios fundamentais, em que considera a natureza como modelo, medida e mentora.

A Economia azul é um movimento iniciado pelo empresário Gunter Pauli por meio de um manifesto homônimo apresentado ao Clube de Roma em 2010, em que são propostas “100 inovações que podem criar 100 milhões de empregos nos próximos 10 anos” (PAULI⁷, 2010 apud FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2017). Com ênfase na aplicação prática, o relatório reúne diversos estudos de caso de transformação de resíduos de um produto em insumos para a criação de um novo fluxo de caixa (FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2017). Ela se coloca em oposição à economia vermelha, tradicional, e verde, criticada por não apresentar uma solução permanente, por meio da regeneração dos ecossistemas baseada nos princípios de abundância e autonomia (THE BLUE ECONOMY, 2010).

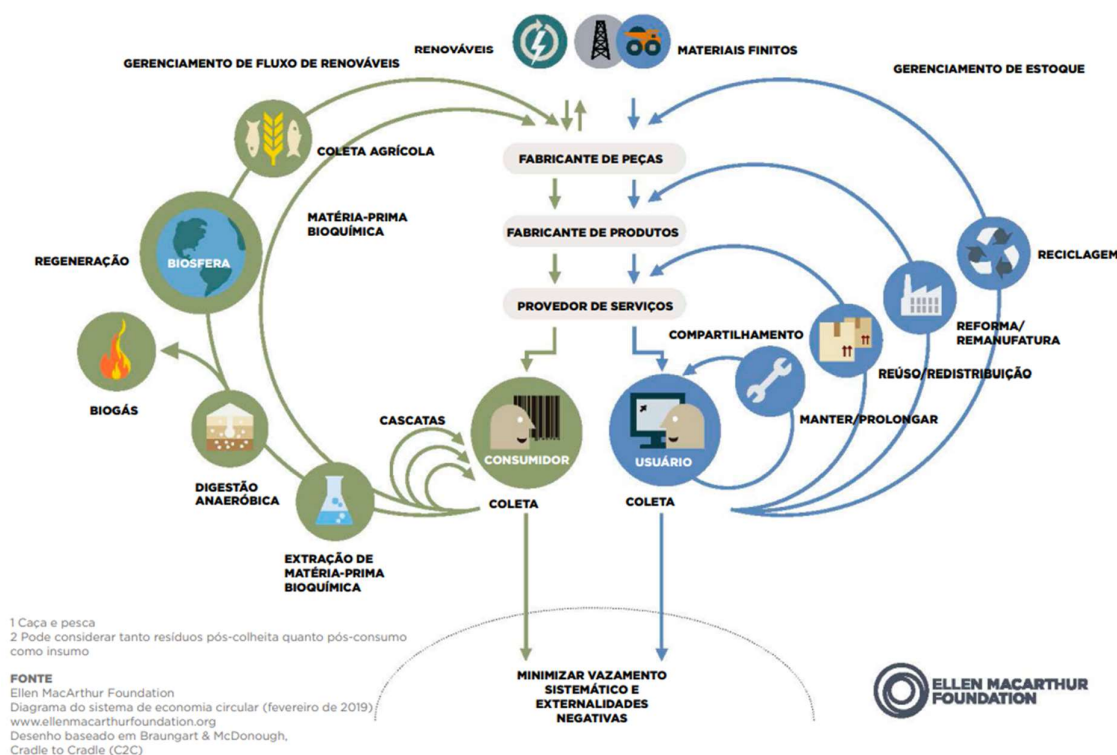
Segundo a revisão da literatura realizada por Lieder e Rashid (2016), o interesse em EC cresceu a partir de 2010, indicado principalmente pelo aumento expressivo no número pesquisas não focadas exclusivamente na China. Embora ainda seja majoritário, anteriormente os estudos sobre o país representavam quase a totalidade. Considera-se que isto ocorreu por conta da publicação da Lei de Promoção a Economia Circular pelo governo chinês. Entretanto, outros países como o Japão, Estados Unidos, Coreia do Sul, e Vietnã, além da Comunidade Europeia, têm estabelecido estratégias governamentais para a implementação da EC (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Também é importante destacar a contribuição de atores não acadêmicos na construção do entendimento sobre EC. Como pontuado por Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), outras revisões da literatura utilizaram referências não revisadas por pares, como Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016) e Geissdoerfer *et al.* (2017). Este último também reforça a influência da

Fundação Ellen MacArthur, que possui várias publicações sobre o tema (FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2017, 2019), atuando como um *hub* de EC para empresas, governos, e instituições acadêmicas.

No modelo conceituado pela Fundação Ellen MacArthur (Figura 1), o sistema de EC possui ciclos reversos classificados em biológicos e técnicos. Os primeiros são regenerativos, e envolvem estratégias de reaproveitamento de resíduos do processo produtivo, que são retornados ao ambiente por meio de compostagem e digestão anaeróbica. Dessa forma, regeneram sistemas vivos, fornecendo recursos renováveis à economia. Um exemplo deste tipo de prática é a utilização do bagaço de cana-de-açúcar, resultante da agricultura, na produção de açúcar e etanol. Já os ciclos técnicos são restaurativos, pois praticam a recuperação e reparo de componentes e materiais. Então, são aplicadas técnicas de remanufatura, reutilização, restauração, e reciclagem, com objetivo de realizar a manutenção e aumento da vida útil dos produtos.

Figura 1 – Diagrama do sistema de Economia Circular



Fonte: Fundação Ellen MacArthur (2019).

Entretanto, Morseletto (2020) aponta o conceito de Ecologia Restaurativa como um exemplo de restauração aplicada em ciclos biológicos. O autor destaca que a regeneração é um

conceito mais indefinido e com menos aplicação prática, em comparação com a restauração. O Design Regenerativo se coloca em oposição a esta ideia, uma vez que propõe a aplicação da regeneração em todos os sistemas, para além da agricultura (FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2017).

Kalmykova, Sadagopan e Rosado (2018) construíram uma Base de Estratégias de EC, por meio da análise de mais de 100 casos de implementação. Para a extração, os autores utilizaram a definição de estratégia do dicionário Merriam-Webster (2022, tradução nossa): “um método planejado com antecedência para atingir um objetivo, os meios ou procedimentos para se fazer algo”. Estas estratégias estão compiladas na Tabela 1, organizadas pelas partes da cadeia em que são implementadas. Na cadeia esquematizada na Figura 2, fica evidenciada a relação entre estas partes no fluxo circular de materiais. Além disso, é possível perceber que os materiais podem circular de diversas formas, a depender da estratégia utilizada.

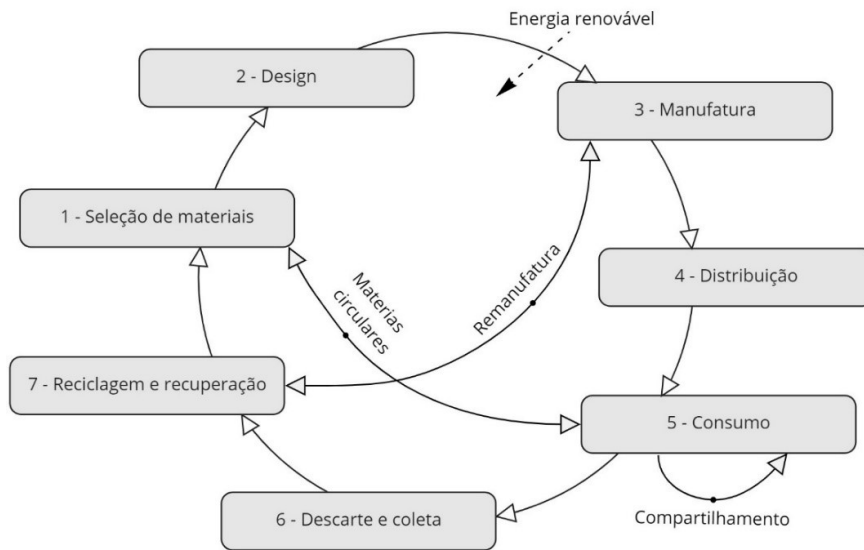
Tabela 1 – Base de estratégias de Economia Circular

Parte da cadeia	Estratégias
Seleção de materiais	Diversidade e conexões intersetoriais, Produção de energia/Autonomia de energia, Aquisições verdes, Avaliação do Ciclo de Vida (LCA), Substituição de materiais, Tributação, Créditos fiscais e Subsídios
Design	Personalização/pedido sob encomenda, Design para desmontagem/reciclagem, Design para modularidade, Design ecológico, Redução
Manufatura	Eficiência energética, Produtividade material, Fabricação reprodutível e adaptável
Distribuição	Design de embalagem otimizado, Redistribuição e Revenda
Consumo	Envolvimento da comunidade, Etiqueta ecológica, Produto como serviço ou Sistema Produto-Serviço (PSS), Rotulagem de produtos, Reutilização, Compartilhamento, Consumo socialmente responsável, <i>Stewardship</i> , Virtualização
Descarte e coleta	Responsabilidade Estendida do Produtor (EPR), Incentivo à reciclagem, Logística/Construção de Infraestrutura, Separação, Sistemas de devolução e troca
Reciclagem e recuperação	Uso de subprodutos, Cascata, <i>Downcycling</i> , Recuperação de elementos/substâncias, Recuperação de energia, Extração de bioquímicos, Reciclagem funcional, Reciclagem de alta qualidade, Simbiose industrial, Restauração, <i>Upcycling</i>
Remanufatura	Remodelação/Remanufatura, Atualização, Manutenção e Reparo
Materiais circulares	Materiais de base biológica

Fonte: Produção própria, adaptado de Kalmykova, Sadagopan e Rosado (2018).

De forma geral, o fluxo de produção na EC seleciona materiais de baixo impacto ambiental e utiliza fontes renováveis de energia, como representado na Figura 2. Além disso, a manufatura pode adotar ações de aumento da eficiência energética ou de materiais. Na compra e distribuição são utilizadas estratégias de redução do consumo de bens materiais, como o compartilhamento e o Sistema Produto-Serviço (PSS). No fim da cadeia, os resíduos devem ter uma destinação adequada, seja pelo descarte, seja na reciclagem, recuperação ou remanufatura.

Figura 2 – Fluxo de materiais na cadeia de valor da Economia Circular



Fonte: Produção própria, adaptado de Kalmykova, Sadagopan e Rosado (2018).

Considerando todos os aspectos apresentados, a EC exige uma mudança profunda em diversos pontos da cadeia de valor e, dessa forma, necessita de uma adaptação dos modelos de negócio por meio de inovações disruptivas (RITZÉN; SANDSTRÖM, 2017). Além disso, foi observado que países mais pobres enfrentam dificuldades na implementação da EC, como situação financeira precária, ausência de infraestrutura de qualidade e falta de conhecimento (EZEUDU *et al.*, 2022).

Portanto, a EC está hoje no centro do debate sobre sustentabilidade, e tem chamado a atenção de diversos atores econômicos, por ser uma aposta promissora para os modelos de negócio do futuro. Entretanto, ainda é necessário endereçar de forma mais clara os aspectos sociais do desenvolvimento sustentável. Outra lacuna é a aplicação em regiões em desenvolvimento, que possuem poucos recursos e uma indústria emergente. De todo modo, a inovação será uma ferramenta importante para que a economia caminhe em direção à circularidade.

2.2. Inovação Frugal

Segundo Tiwari e Herstatt (2012, p. 248, tradução nossa) a IF “se refere a produtos e serviços inovadores que buscam minimizar o uso de recursos materiais e financeiros em toda a cadeia de valor [...] com o objetivo de reduzir o custo de propriedade enquanto cumpre ou mesmo excede certos critérios pré-definidos de padrões de qualidade aceitáveis”. Ao longo do tempo, as definições evoluíram e passaram a considerar outras dimensões para caracterizar a IF, dividindo-se em orientações para o produto, o mercado e o processo (PISONI; MICHELINI; MARTIGNONI, 2018).

Do ponto de vista de produto, a IF é caracterizada por soluções de baixo custo e fáceis de usar, com design compacto, limitação de recursos primários, e reutilização de componentes (RAO, 2013). Já na perspectiva de processo, Basu, Banerjee e Sweeny (2013) definem que a IF é um processo de inovação que considera as necessidades e o contexto de cidadãos de economias em desenvolvimento. Nessa linha, é importante considerar o enfoque de mercado. Partindo da restrição de recursos, a IF desenvolve, produz e faz a gestão de produtos e serviços para os indivíduos da base da pirâmide (BOP, *bottom of the pyramid* em tradução livre), por meio de soluções com qualidade suficiente (BREM; WOLFRAM, 2014). A população BOP corresponde à parcela da sociedade com menor poder de compra, e é majoritariamente de mercados emergentes (AGARWAL *et al.*, 2017).

A maioria dos estudos sobre IF focam na Ásia, principalmente na Índia e na China (AGARWAL *et al.*, 2017). Entretanto, considerando que o mercado BOP não é uniforme (GUESALAGA; MARSHALL, 2008), as diferenças socioculturais entre os países emergentes podem influenciar na determinação de características da IF (BREM; WOLFRAM, 2014; WIMSCHEIDER; AGARWAL; BREM, 2020). No Brasil, a desigualdade social, o alto nível de urbanização da população BOP e a diversidade étnico-cultural diferenciam o país do mercado asiático (WIMSCHEIDER; AGARWAL; BREM, 2020). Segundo Wimschneider, Agarwal e Brem (2020), este cenário influencia na percepção do consumidor sobre o produto, que passa a levar em consideração a sinalização de qualidade e status, valorizando a avaliação externa positiva.

A inovação é definida pela exploração comercial de novas ideias, e, portanto, envolve a identificação, o desenvolvimento e a difusão delas com o objetivo de gerar valor (PRABHU, 2017). A IF deriva do conceito de Inovação Disruptiva, de 1995, que corresponde ao desenvolvimento de produtos mais baratos, simples e convenientes para o uso (AGARWAL *et*

al., 2017; RAO, 2013). Entretanto, enquanto esta última simplifica os produtos ao ponto de reduzir sua performance ou acarretar a perda de algumas funções, a IF envolve a otimização dos recursos, resultando em solução de qualidade igual ou superior a original (RAO, 2013; TIWARI; HERSTATT, 2012).

Dessa forma, “o desafio da IF é a introdução de algo novo ou diferente (inovação) enquanto poupa recursos (frugal)” (PISONI; MICHELINI; MARTIGNONI, 2018, p. 108, tradução nossa). No início dos anos 2000, foi identificado que o mercado ideal para o desenvolvimento deste tipo de inovação se encontrava nas economias emergentes e, em paralelo, introduz-se o termo BOP (AGARWAL *et al.*, 2017; PISONI; MICHELINI; MARTIGNONI, 2018). Mais recentemente, diversos outros conceitos surgiram deste universo, que forma as inovações com restrição de recursos⁸ (AGARWAL *et al.*, 2017).

Portanto, o campo de pesquisa da IF é muito novo, e começou a ter relevância na última década, mas a maior parte das publicações foi feita a partir de 2018 (MELNIKOVA; GILSANZ, 2022). Até 2015, 94% das pesquisas seguiram métodos descritivos ou qualitativos, e apenas 3 artigos realizaram estudos quantitativos (AGARWAL *et al.*, 2017). Além disso, destaca-se a importância de atores não acadêmicos na construção do tema, podendo indicar que a IF possui mais implicações gerenciais do que de enriquecimento teórico (AGARWAL *et al.*, 2017; BREM; WOLFRAM, 2014).

É importante destacar que não há consenso na literatura sobre a definição, origem ou natureza de IF, podendo ser considerada um tipo de inovação, um método ou um modo de pensar (HOSSAIN, 2018; PISONI; MICHELINI; MARTIGNONI, 2018). Além disso, há uma grande sobreposição com outros conceitos entre as inovações com restrição de recursos (BREM; WOLFRAM, 2014; HOSSAIN, 2018). Agarwal *et al.* (2017) observa que a IF foi a abordagem de inovação mais utilizada em 117 artigos analisados, porém destaca que não há um vencedor claro. Além da sobreposição, os autores reconhecem que o crescimento fragmentado do campo de pesquisa resultou em uma “selva terminológica” e confusão de conceitos.

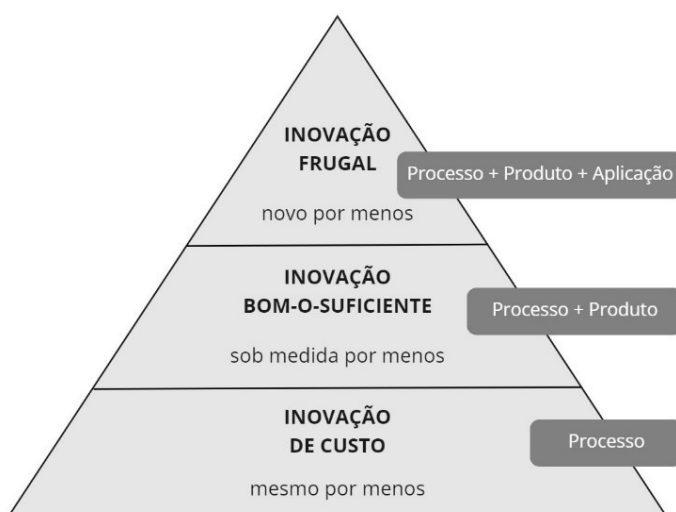
Zeschky, Winterhalter e Gassmann (2014) estabeleceram uma relação hierárquica entre os diferentes tipos de inovação com restrição de recursos (Figura 3). A primeira, inovação de custo, aprimora os processos de produção, barateando os custos de um produto já existente. Já

⁸ Constraint-based innovations, tradução nossa

a segunda, inovação “bom-o-suficiente”⁹, acumula os atributos da primeira enquanto cria produtos focados em funções essenciais, eliminando elementos desnecessários. E, em então, a IF surge como uma inovação de baixo custo, boa o suficiente e com novas aplicações, desenvolvendo soluções diferentes. Dessa forma, a IF parece ser o conceito mais apropriado para explicar o fenômeno de performance em condições de restrição de recursos (SANTOS; BORINI; OLIVEIRA JÚNIOR, 2020).

Brem e Wolfram (2014) conduziram uma revisão da literatura para mapear e definir as inovações com restrições de recursos (Figura 4). Os autores identificaram 8 conceitos distintos e extraíram da teoria suas características. Posteriormente, realizaram uma análise com base nos critérios de sofisticação, que diz respeito à coordenação e complexidade do processo, sustentabilidade, associada a recursos e estímulos, e orientação para o mercado emergente. A IF foi classificada em nível intermediário em todas as dimensões, na comparação com os outros tipos de inovação. É importante pontuar que, segundo a classificação feita por Pisoni, Michelini e Martignoni (2018), a definição destes autores está na segunda geração, particular dos anos 2014 e 2015 e focada na orientação de mercado. Sob o ponto de vista desta dimensão, Brem e Wolfram (2014) consideram que a IF utiliza a BOP como consumidores em potencial, mas não necessariamente é uma solução que parte desta população.

Figura 3 – Hierarquia das inovações com restrição de recursos



Fonte: Produção própria, adaptado de Zeschky, Winterhalter e Gassmann (2014) e Santos, Borini e Oliveira Júnior (2020).

⁹ Good-enough innovation, em tradução livre

Figura 4 – Quadro comparativo dos atributos de Inovação Frugal e conceitos associados

<p>INOVAÇÃO FRUGAL</p> <p>"Uma abordagem de gestão derivada, baseada em <i>jugaad</i>, que foca no desenvolvimento, produção e gestão de produtos e serviços para as pessoas da BOP, economizando recursos e alcançando um nível suficiente de taxonomia, evitando custos desnecessários"</p> <p>Características: Foco em BOP, como mercado; Orientação para o produto; Redução de custos e funções; Parcialmente ecológico; Frugalidade, simplicidade</p> <p>Dimensões: Sofisticação - Intermediário Sustentabilidade - Intermediário Mercado emergente - Intermediário</p>	<p>INOVAÇÃO CATALÍTICA</p> <p>"Uma abordagem que foca na mudança social, desconstruindo as estruturas sociais e econômicas existentes e criando novas estruturas de mercado, que envolve novas abordagens de desenvolvimento sistemáticas, sustentáveis e de mudança de sistema"</p> <p>Características: Foco em BOP, como ambiente; Reivindicação social; Frugalidade; Mudança de padrões de negócios existentes; Subestimada por concorrentes</p> <p>Dimensões: Sofisticação - Intermediário Sustentabilidade - Intermediário Mercado emergente - Alto</p>	<p>JUGAAD</p> <p>"Uma abordagem de improviso para resolver problemas próprios ou alheios de forma criativa, a baixo custo, em curto espaço de tempo e sem taxonomia ou disciplina séria aplicada pelas pessoas da BOP como resultado da pobreza e da urgência"</p> <p>Características: Foco em BOP, como ambiente; Orientação para o problema; Resolução criativa de problemas; Abordagem frugal; Pouca taxonomia e disciplina; Tempo curto, rapidez</p> <p>Dimensões: Sofisticação - Baixo Sustentabilidade - Baixo Mercado emergente - Alto</p>	<p>INOVAÇÃO GANGHIANA</p> <p>"Uma abordagem que aproveita a adaptação de tecnologias existentes, integrando-as no contexto local ou/e estabelecendo a expertise local pela difusão em colaborações para aumentar a riqueza social das pessoas da BOP"</p> <p>Características: Foco em BOP, como ambiente; Reivindicação social; Transferência de conhecimento tecnológico; Criação ou modificação de capacidades internas; Frugalidade, simplicidade</p> <p>Dimensões: Sofisticação - Intermediário Sustentabilidade - Intermediário Mercado emergente - Intermediário</p>
<p>INOVAÇÃO GRASSROOT</p> <p>"Abordagem de desenvolvimento <i>bottom-up</i> que inclui integridade social e locais como inventores, conectando pessoas por meio de <i>networks</i> sociais ou técnicas para desenvolver produtos e serviços ecologicamente e socialmente aceitáveis"</p> <p>Características: Foco em BOP, como ambiente; Orientação para o problema; Resolução criativa de problemas; Reivindicação social, networking; Transferência de conhecimento (tecnológico e ideias); Frugalidade; Entendimento ecológico</p> <p>Dimensões: Sofisticação - Baixo Sustentabilidade - Alto Mercado emergente - Intermediário</p>	<p>INOVAÇÃO INDÍGENA</p> <p>"Considera transferências de tecnologia, predominantemente entrada de tecnologia, de países desenvolvidos para emergentes e seus efeitos sobre os empreendedores locais na BoP"</p> <p>Características: Foco em BOP, como ambiente; Transferência de conhecimento tecnológico; Modificação de capacidades internas; Reivindicação social</p> <p>Dimensões: Sofisticação - Intermediário Sustentabilidade - Intermediário Mercado emergente - Alto</p>	<p>ENGENHARIA FRUGAL</p> <p>"Descreve uma abordagem orientada ao processo para adaptar tecnologias existentes aos desafios locais por meio da integração da sociedade local para reduzir os custos e o tempo de desenvolvimento inerentes"</p> <p>Características: Foco em BOP, como ambiente; Orientação para o processo; Abordagem frugal em P&D; Redução de custos; Criação ou modificação de capacidades internas</p> <p>Dimensões: Sofisticação - Intermediário Sustentabilidade - Baixo Mercado emergente - Intermediário</p>	<p>INOVAÇÃO REVERSA</p> <p>"Representa o desenvolvimento de novos produtos em e para países emergentes que serão introduzidos igualmente em mercados desenvolvidos se houver demanda"</p> <p>Características: Foco em BOP, como fonte; Orientação para o produto; Transferência de conhecimento de processo; Redução de custos</p> <p>Dimensões: Sofisticação - Alto Sustentabilidade - Baixo Mercado emergente - Baixo</p>

Fonte: Produção própria, adaptado de Brem e Wolfram (2014).

Quanto ao critério de sustentabilidade, este é um aspecto importante para a IF, considerando a dimensão ambiental, pois parte de uma restrição de recursos (BREM; WOLFRAM, 2014; HARDAKER, 1997). Entretanto, pesquisas mais recentes indicam que a IF também promove a sustentabilidade social, assim como econômica, por ampliar o poder de compra dos consumidores (KHAN, 2016; LEVÄNEN *et al.*, 2016). Hossain *et al.* (2022) afirma que a IF pode contribuir positivamente para os três pilares da sustentabilidade.

Por fim, na dimensão de sofisticação, Brem e Wolfram (2014) justificam a classificação intermediária por conta do surgimento recente da IF, de forma que não seria possível atribuí-la a nenhum nível. Os autores estabelecem que seu nível de sofisticação é baixo do ponto de vista de produto, mas intermediário em processo e modelo de negócio. Porém, alguns anos depois, Rao (2017) identificou uma nova classe denominada Inovação Frugal Avançada, que produz

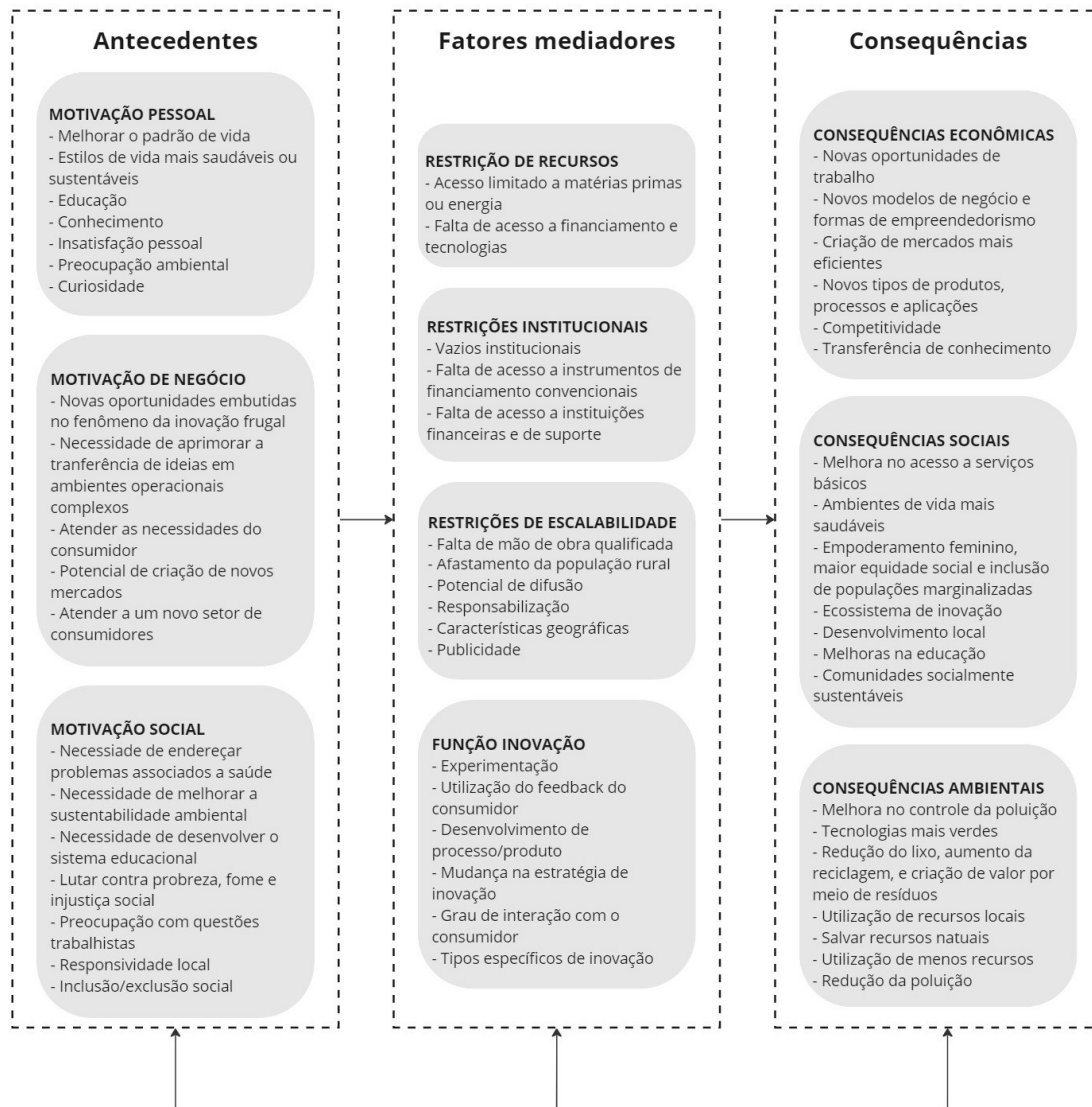
produtos sofisticados e de baixo-custo, aproveitando os avanços da ciência e tecnologia. Além disso, o autor também pontua que seu desenvolvimento envolve trabalhadores com qualificação avançada, com capacidade para entender e utilizar estes avanços tecnológicos e científicos.

Este último conceito é classificado dentro da terceira geração de Pisoni, Michelini e Martignoni (2018), que possui enfoque na definição de critérios que caracterizam a IF. Neste mesmo grupo, também aparece a definição de Agarwal *et al.* (2017), em que as principais dimensões da IF são a eficiência de custo e facilidade de uso (WIMSCHNEIDER; AGARWAL; BREM, 2020). De forma similar, Weyrauch e Herstatt (2016) definem três critérios principais para a caracterização da IF: redução de custo, concentração em funções principais e otimização do nível de performance. Utilizando esta metodologia, é possível estabelecer “um entendimento mais profundo sobre os princípios da IF, para atender melhor aos requisitos das economias emergentes e para transferir e adaptar os principais conceitos de mercados emergentes para mercados desenvolvidos” (WEYRAUCH; HERSTATT, 2016, p. 12, tradução nossa).

Portanto, esta última geração também complementa as definições iniciais, que restringem a IF ao mercado BOP. Na caracterização por critérios, concentra-se no processo e no produto, de forma que a IF pode ocupar tanto mercados emergentes quanto já desenvolvidos (PISONI; MICHELINI; MARTIGNONI, 2018). Neste último caso, as soluções são desenvolvidas em locais emergentes e posteriormente comercializadas em mercados desenvolvidos, fenômeno denominado Inovação Reversa (BREM; WOLFRAM, 2014; SANTOS; BORINI; OLIVEIRA JÚNIOR, 2020; ZESCHKY; WINTERHALTER; GASSMANN, 2014).

Para aprofundar o entendimento sobre como a IF ocorre, Hossain *et al.* (2022) mapeou seus antecedentes, consequências e fatores mediadores (Figura 5) por meio de uma revisão da literatura e estudos de caso. Entre os antecedentes, encontram-se motivações pessoais, de negócio e sociais, que engatilham o processo. Durante o desenvolvimento, as organizações se deparam com os fatores mediadores, e devem utilizar a inovação para contornar as restrições de recursos, institucionais e de escala, ampliando o seu grau de impacto. Por fim, as consequências podem gerar resultados nas três dimensões da sustentabilidade. Entre eles, os autores destacam a redução de lixo e poluição, para além de soluções de baixo impacto ambiental, o crescimento econômico em coexistência com a inclusão social, e a contribuição em problemas existentes tanto em sociedades pobres como ricas, como a geração sustentável de energia, o empoderamento feminino e a qualificação da mão de obra.

Figura 5 – Framework de Inovação Frugal



Fonte: Produção própria, adaptado de Hossain *et al.* (2022).

Em conclusão, a IF é um conceito novo, que surge da observação do processo de inovação em situações de restrição de recursos, particular de regiões pobres e em desenvolvimento, atingindo principalmente o mercado BOP. Apesar da confusão de conceitos, que é particular da expansão recente do campo de pesquisa, os princípios convergem para eficiência de custo e facilidade de uso, sintetizadas por Wimschneider, Agarwal e Brem (2020). O primeiro aspecto está relacionado com o custo-benefício da solução, enquanto para o segundo os autores atribuem características como adaptabilidade, dinamismo, interatividade e sofisticação.

2.3. Panorama comparativo

A EC e a IF são assuntos atualmente muito debatidos, tanto na comunidade acadêmica como em esferas políticas, de negócio e organizações internacionais (EZEUDU *et al.*, 2022). Ambos receberam atenção recente, com crescimento expressivo do campo de pesquisa na última década (LIEDER; RASHID, 2016; MELNIKOVA; GILSANZ, 2022). Este interesse surge da necessidade de um melhor aproveitamento dos recursos finitos para permitir um desenvolvimento sustentável, considerando o crescimento expressivo da população mundial, combatendo a pobreza e a crise climática global (EZEUDU *et al.*, 2022; FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2019). A Tabela 2 sintetiza as principais semelhanças encontradas entre os dois conceitos, bem como as referências de onde foram retiradas. Tabela 1

Tabela 2 - Semelhanças destacadas entre Economia Circular e Inovação Frugal

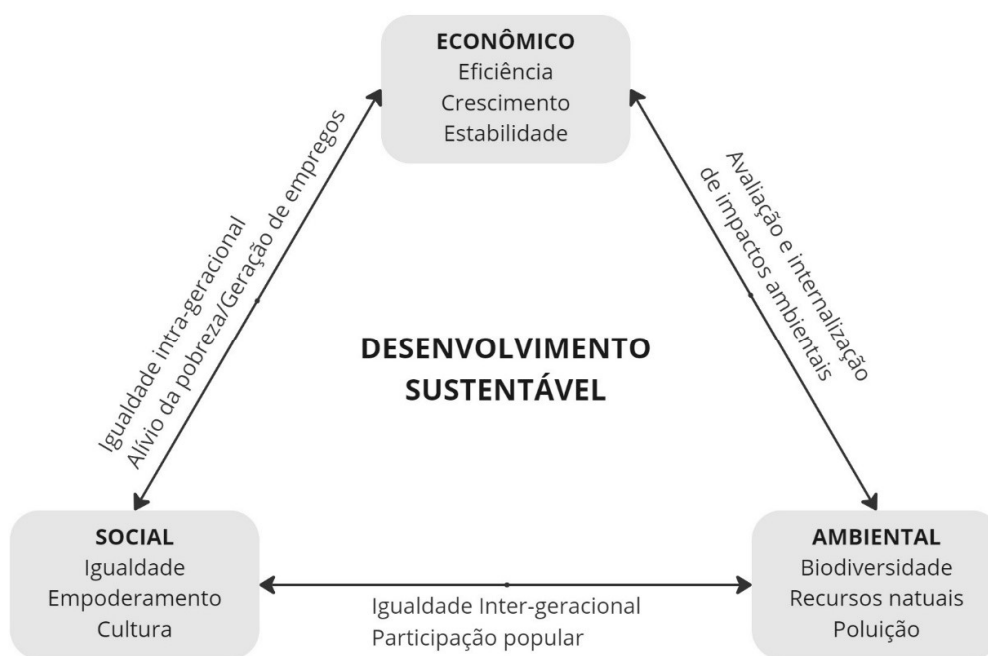
Semelhanças entre Economia Circular e Inovação Frugal	Referências
Origem: Assunto com grande relevância atual, com crescimento expressivo após 2010	(LIEDER; RASHID, 2016; MELNIKOVA; GILSANZ, 2022)
Origem: Participação de atores não acadêmicos na construção do conceito, que possui enfoque prático e aplicável	(AGARWAL <i>et al.</i> , 2017; BREM; WOLFRAM, 2014; GEISSDOERFER <i>et al.</i> , 2017; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017)
Origem: Enfoque de estudo de caso em países asiáticos (em particular a China, no caso da EC, e Índia, para a IF)	(AGARWAL <i>et al.</i> , 2017; LIEDER; RASHID, 2016)
Conceito: Quebra a ideia de que quanto maior o consumo de recursos, maior a criação de valor	(FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2019; HOSSAIN <i>et al.</i> , 2022)
Conceito: Reduz o consumo dos recursos por conta de pressões externas	(BREM; WOLFRAM, 2014; FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2019; HOSSAIN <i>et al.</i> , 2022)
Consequências: Leva ao desenvolvimento sustentável, considerando os pilares econômico, social e ambiental	(GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; KHAN, 2016)

Fonte: produção própria

Dessa forma, a EC e a IF possuem implicações práticas, com grande participação de atores não acadêmicos na formação do campo teórico, como governos, organizações internacionais e outras instituições do mercado (AGARWAL *et al.*, 2017; BREM; WOLFRAM, 2014; GEISSDOERFER *et al.*, 2017; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). Além disso, ambos possuem forte relação com o mercado asiático. Enquanto a maior parte dos estudos de caso sobre a EC são localizados na China (LIEDER; RASHID, 2016), a IF é derivada do conceito *jugaad*, originário da Índia (BREM; WOLFRAM, 2014). Além disso, a localização dos seus estudos de caso também é predominantemente destes países, sendo a Índia o primeiro (AGARWAL *et al.*, 2017).

Além disso, a EC e a IF levam ao desenvolvimento sustentável, pois otimizam a utilização de recursos, reduzindo seu consumo e desperdício (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; HOSSAIN *et al.*, 2022). O desenvolvimento sustentável pode ser encarado através de três pontos de vista: o social, o ambiental e o econômico (HARDAKER, 1997), ilustrados na Figura 6.

Figura 6 – Pilares do desenvolvimento sustentável



Fonte: Produção própria, adaptado de Hardaker (1997).

Segundo Hardaker (1997), em documento publicado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o pilar econômico está relacionado com a otimização dos recursos, para maximização das receitas, por meio da manutenção do capital

natural, manufaturado e humano. Já a sustentabilidade social é centrada na população, e se refere a estabilidade social e cultural, incluindo a redução de conflitos e aumento da igualdade. Além disso, um importante fator deste aspecto é a existência de condições de trabalho decente (GUIMARÃES, 2013). A sustentabilidade ambiental é focada na estabilidade dos sistemas físicos e biológicos dos ambientes naturais e urbanos, por meio da redução e reversão dos impactos causados pela degradação e poluição do meio-ambiente.

A EC possui um enfoque maior na sustentabilidade ambiental, em comparação com o pilar social, originando-se de conceitos como a Ecologia Industrial e o *cradle-to-cradle* (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; MERLI; PREZIOSI; ACAMPORA, 2018). Porém, a IF parte de um contexto de restrição de recursos por limitações de custo, e é particular de economias emergentes, possuindo uma relação mais estreita com motivações sociais (AGARWAL *et al.*, 2017; HOSSAIN *et al.*, 2022).

A Tabela 3 utiliza os frameworks de Ezeudu *et al.* (2022) para formar um quadro comparativo entre a EC e a IF. Entre as diferenças mostradas, destaca-se a falta de enfoque de mercado da EC, em comparação com a IF, que atinge consumidores da BOP. Além disso, percebe-se que há uma preocupação maior com a redução de recursos na IF, pois a EC se utiliza mais de estratégias como a recuperação, reutilização e reciclagem. Outra informação importante encontrada pelos autores é a barreira de implementação da EC em países em desenvolvimento, que são os maiores representantes da IF por definição.

Tabela 3 – Quadro comparativo entre a Inovação Frugal e a Economia Circular

Indicadores		Inovação Frugal	Economia Circular
(i) Ciclo de vida do produto	1. Extração de recursos	Recursos limitados/ produtos frugais motivados pela restrição de recursos	Advoga pela minimização da extração de recursos, por substituir matérias primas por resíduos/ produtos recuperados
	2. Design do produto	Os produtos são projetados para minimizar o uso de recursos, ter poucas funções, atender às necessidades básicas, reduzir custos, concentrar-se nas funcionalidades principais e otimizar o desempenho	Os produtos são projetados para garantir reciclabilidade, recuperação e reutilização
	3. Consumo/ consumidor	Os consumidores pobres (BOP) são alvo nos mercados emergentes, consumidores mal atendidos nos países desenvolvidos	Nenhum consumidor em particular é direcionado. Todos os consumidores de classe com renda são direcionados
	4. Gerenciamento de resíduos	Os resíduos são minimizados, reciclados, reutilizados, recuperados	Promove a redução, mas dá mais ênfase na recuperação, reutilização e reciclagem.
(ii) Estágios de implementação		Implementado localmente, nível de empreendimento doméstico e nível de corporação multinacional	Nível meso, micro e macro

(iii) Partes interessadas envolvidas		Inovadores locais, empresas e empresas multinacionais	Empresas, governos, consumidores, órgãos regionais, organizações internacionais
(iv) Política e instituições		Políticas foram adotadas para promover inovações indígenas em um local como a Índia. Instituições informais existem em alguns países em desenvolvimento em apoio à FI; A Comissão Europeia publicou relatórios para estimular atividades de FI	Requer ações e políticas. Foi adotado por meio de políticas na União Europeia (UE), China e Japão
(v) Facilitadores		Uma grande parcela de consumidores de baixa renda, criatividade local, falha do governo na prestação de serviços, estrutura de livre mercado. Demanda em países desenvolvidos por produtos e serviços ecológicos. Ecossistema empreendedor informal, modelos de negócios sustentáveis	Modelos de negócios circulares, políticas e instituições, colaboração entre as partes interessadas, mecanismo de financiamento
(vi) Barreiras/limitações		Ausência de fundos iniciantes e de expansão para empreendedores, a falta de políticas/instituições formais pode levar a uma fiscalização de baixa qualidade; O conceito de FI se sobrepõe a muitos outros conceitos que poderiam adulterar a sua definição	Custos de reconfiguração do portfólio de recursos, limitações termodinâmicas. Fundos financeiros e desenvolvimento tecnológico pobres limitam sua implementação em países de baixa e média renda
(vii) Serviços		Os serviços são projetados frugalmente para reduzir custos, mantendo a qualidade	Os serviços são discutidos como parte de modelos de negócios circulares. Advoga para melhorar a prestação de serviços
(viii) Indicadores de desenvolvimento sustentável	1. Prosperidade econômica	Criação de emprego nas regiões pobres em desenvolvimento, fornece receita para grandes multinacionais e empresas domésticas, o governo obtém receita por meio de impostos e taxas, constrói a economia informal e cresce o PIB, desencadeia um crescimento econômico em cascata para outros setores	Promove a criação de empregos, conserva recursos globais, produz receita para governos, empresas
	2. Equidade social	Garante acesso igual a bens e serviços para ricos e pobres	Promove a inclusão social em gestão e governança ambiental
	3. qualidade ambiental	Os produtos são menos sofisticados e, portanto, reduzem as emissões nocivas ao meio ambiente. Os inovadores geralmente utilizam material ambientalmente amigável	Reduz as emissões nocivas, minimiza a geração de resíduos, reduz a pressão nas instalações de gerenciamento de resíduos. Protege a saúde pública

Fonte: Produção própria, adaptado de Ezeudu *et al.* (2022).

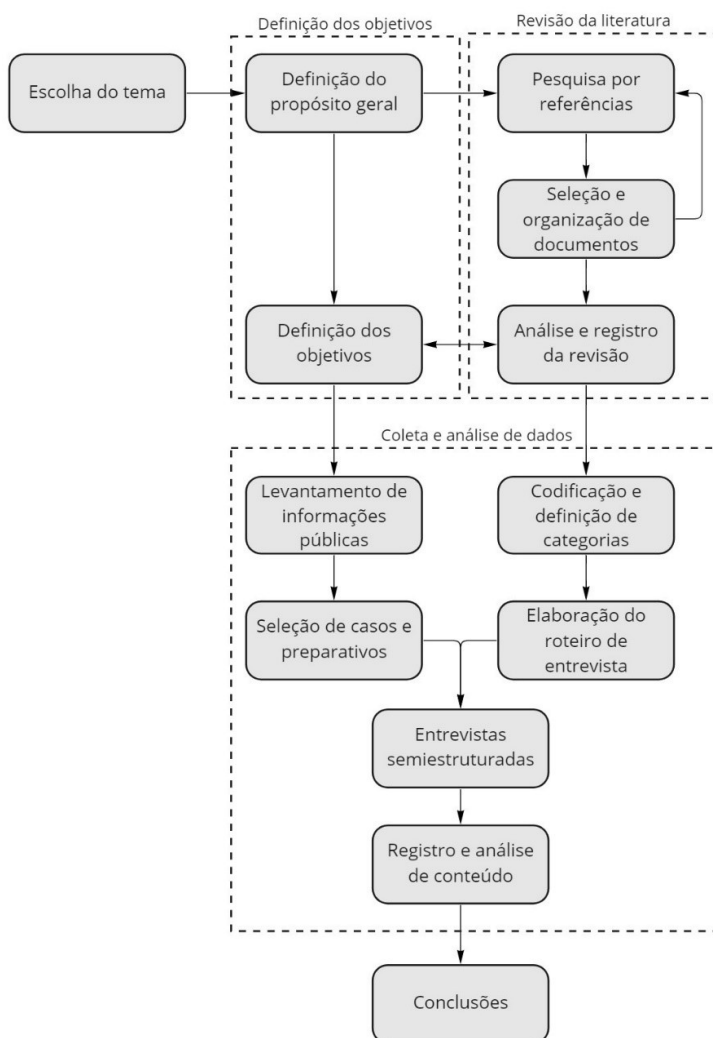
Percebe-se que ambos os conceitos surgem de preocupações com o modelo tradicional da economia e sua sustentabilidade a longo prazo. Entretanto, encaram o problema de maneiras diferentes. Enquanto a EC se preocupa com a criação de modelos de negócio e soluções para a redução dos resíduos e poluentes, a IF se relaciona mais com aspectos sociais e econômicos. Além disso, há a necessidade de inovar para que a economia atinja a circularidade em grande escala (RITZÉN; SANDSTRÖM, 2017). Nesse sentido, alguns autores afirmam que a IF pode viabilizar a EC de forma socialmente inclusiva (BUSCHH. -C. et al., 2018; EZEUDU et al., 2022).

3. METODOLOGIA

3.1. Estratégia da pesquisa

Um trabalho de formatura se inicia pela definição de um tema geral, guiado por um problema prático vivenciado pelo aluno (CAUCHICK MIGUEL, 2012). Como exposto, a aluna optou por aprofundar o estudo da EC, iniciado no projeto de pesquisa que participou durante a graduação, em conjunto com o fenômeno da inovação, que vivencia em seu estágio. Em conjunto com a professora orientadora, delimitou o tema do estudo para as relações entre EC e IF. Mais especificamente, este trabalho tem como propósito entender como as organizações aplicam a EC e a IF para endereçar problemas de sustentabilidade.

Figura 7 – Fluxo geral das atividades da pesquisa



A Figura 7 ilustra o fluxo geral das atividades, que serão descritas em mais detalhes nas seções seguintes deste tópico. Em síntese, o processo se iniciou com a escolha do tema e definição do propósito geral, partindo para a pesquisa de referências na revisão teórica. Pautado nas informações obtidas da literatura, são detalhados os objetivos do estudo, que guiam a formação da estratégia de pesquisa. Foi adotada o método de estudos de casos múltiplos, com coleta de dados por meio de entrevistas semiestruturadas, apoiadas por pesquisas secundárias de informações adicionais em artigos e *websites*. Após a seleção de quatro casos e condução das entrevistas, as informações coletadas foram analisadas individualmente e em conjunto, por meio da codificação de termos retirados da teoria. Por fim, os resultados são sintetizados na conclusão.

A estratégia de pesquisa e, conseqüentemente, todo o processo de coleta e análise de dados são desenhados para o atingimento dos objetivos do trabalho. Partindo o propósito geral, os objetivos são quebrados em três sentenças mais detalhadas:

- (iv). Entender como as organizações aplicam as estratégias de Economia Circular
- (v). Entender como as organizações aplicam os princípios de Inovação Frugal
- (vi). Entender como as aplicações de Economia Circular e Inovação Frugal contribuem para a sustentabilidade

Cabe observar que, segundo a revisão da literatura, a EC é um conceito que está mais consolidado, em comparação com a IF. Dessa forma, foi possível extrair da teoria estratégias bem definidas para aplicações de práticas circulares. Entretanto, o campo de pesquisa da IF ainda não possui o mesmo nível de profundidade, e, portanto, o objetivo neste estudo foi traçado com base nos seus princípios. Além disso, buscou-se utilizar os mesmos termos na descrição dos autores referenciados na Tabela 4.

A Tabela 4 mostra a quebra do propósito geral em objetivos, e o desdobramento destes nos códigos de análise dos estudos de caso. Cada objetivo se utilizou de uma referência, citada na revisão da teoria, para determinar a codificação. Estes códigos são utilizados tanto na preparação da coleta de dados, pela estruturação do roteiro de perguntas, como na análise e discussão. Estes processos e o detalhamento de cada código são descritos mais adiante.

Tabela 4 – Relação dos objetivos da pesquisa com os códigos de análise

Propósito	Objetivo	Referência	Código
Entender como as organizações aplicam a Economia Circular e a Inovação Frugal para endereçar problemas de sustentabilidade	Entender como as organizações aplicam as estratégias de Economia Circular	(KALMYKOVA; SADAGOPAN; ROSADO, 2018)	Design (EC – D)
			Manufatura (EC – M)
			Energia (EC – E)
			Consumo (EC – C)
			Descarte e coleta (EC – DC)
			Reciclagem, recuperação e remanufatura (EC – RRR)
	Entender como as organizações aplicam os princípios de Inovação Frugal	(WIMSCHNEIDE R; AGARWAL; BREM, 2020)	Facilidade de uso (IF – FU)
			Eficiência de custo (IF – EC)
	Entender como as aplicações de Economia Circular e Inovação Frugal contribuem para a sustentabilidade	(GUIMARÃES, 2013; HARDAKER, 1997)	Sustentabilidade social (S – S)
			Sustentabilidade ambiental (S – A)
			Sustentabilidade econômica (S – E)

Fonte: Elaboração própria

3.2. Revisão da literatura

Na Figura 7 está ilustrada a sequência das atividades de revisão da literatura e definição dos objetivos. Elas possuem relação entre si, pois o estudo da teoria permite a definição de objetivos mais específicos para o trabalho, que por sua vez guiam o enfoque da revisão. Portanto, a construção do referencial teórico e dos objetivos de pesquisa ocorre de forma simultânea, em relação mútua. Ambos se iniciam a partir da definição do propósito geral.

A revisão teórica apresenta o estado da arte dos conceitos centrais do trabalho, bem como as lacunas já encontradas e possíveis indicações de caminhos futuros para as pesquisas. Buscou-se entender as origens de cada campo teórico, as definições existentes, quais outros conceitos estão associados, e as principais características de cada prática. Também foram ilustrados alguns frameworks encontrados na literatura, e os aprendizados retirados de estudos empíricos com a sua aplicação.

Para tanto, o primeiro passo foi de busca das principais referências sobre cada tema. A base Web of Science (WOS) foi adotada por incluir artigos presentes em outras bases, como o Scopus, que foram publicados em revistas indexadas (CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013). O termo de busca “circular economy” resultou em 14.216 documentos no dia 22 de maio de 2022, que foram reduzidos para 1.757 quando aplicado o filtro de tipo “Revisão da literatura”. Como o objetivo era entender o que se sabe em cada campo teórico, escolheu-se este tipo de documento. Posteriormente, os resultados foram ordenados em número decrescente de citações e os 5 primeiros foram escolhidos. Isto permitiu uma seleção dos artigos mais relevantes no tema.

Este método possui uma limitação, entretanto, pois trabalhos ganham alto volume de citação tanto com relevância como com o tempo, e os estudos de revisão trazem um retrato da literatura anterior a sua própria publicação. Portanto, trabalhos muito relevantes e com pouco tempo de publicação podem ter sido eliminados, restando apenas publicações mais antigas, que trazem o estado da arte de alguns anos atrás. Porém, dado a maturidade do campo de pesquisa da EC, não foi necessário realizar uma nova busca, diferentemente da IF.

Para este conceito, seguiu-se o mesmo procedimento, no dia 19 de junho de 2022, com o termo “frugal innovation”. Inicialmente foram exibidos 336 resultados e, com a restrição de tipo de documento, restaram 21 revisões da literatura. Considerando o número reduzido, o título de todos estes artigos foi lido, e aqueles que possuíam temas mais abrangentes foram selecionados para leitura. Dessa forma, evita-se a restrição que elimina artigos mais novos, dado que o campo de pesquisa da IF é mais recente e menos explorado, o que possivelmente resultaria em uma perda significativa de material. Também é importante ressaltar que, como mostrado na revisão, o conceito da IF se confunde com diversos outros termos utilizados na literatura. Portanto, há revisões que utilizam outras palavras-chave na busca por documentos, mesmo quando a pesquisa é focada em IF, como é o caso do estudo de Pisoni, Michelini e Martignoni (2018). Porém, como enfoque deste trabalho não é realizar uma revisão sistemática, não é necessária esta estratégia.

Depois de selecionados, os 5 artigos de cada busca foram lidos e analisados. Isso permitiu a descoberta de novas referências importantes, que por sua vez também contribuíram com outros documentos, em um processo iterativo de adição de novas referências. Além disso, foram consultadas leituras recomendadas pela professora orientadora e materiais utilizados durante o projeto de iniciação científica que a aluna participou.

A Tabela 5, inspirada na Table 1 da página 222 de Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), mostra quais foram as principais revisões utilizadas neste estudo, bem como destaques da leitura. Além disso, é importante ressaltar que, além dos artigos, fontes não acadêmicas foram utilizadas, como é o caso da Fundação Ellen MacArthur, seguindo a tendência das pesquisas consultadas (AGARWAL *et al.*, 2017; BREM; WOLFRAM, 2014; GEISSDOERFER *et al.*, 2017; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017).

Tabela 5 – Principais referências da revisão teórica de EC e IF

Tópico	Fonte	Destaques
EC	(FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2019)	Definição e framework de EC; Ciclos técnicos e biológicos; Estratégias de EC na cadeia
EC	(GEISSDOERFER <i>et al.</i> , 2017)	Relação entre EC e sustentabilidade; Origem do conceito; Tabela comparativa de termos e suas relações
EC	(GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016)	Revisão de 155 artigos com classificação, leitura e sintetização de conteúdo; Origens do termo, princípios, históricos de implementação, limitações, vantagens e desvantagens
EC	(KALMYKOVA; SADAGOPAN; ROSADO, 2018)	Revisão de 118 artigos, acadêmicos ou não; Definição de estratégia prática; Bases de estratégia e implementação de EC
EC	(LIEDER; RASHID, 2016)	Revisão sistemática com análise bibliométrica e classificação sobre 136 artigos; Quadro síntese dos documentos; Framework de CE
IF	(AGARWAL <i>et al.</i> , 2017)	Explora os conceitos variantes de IF; Histórico do campo de pesquisa; IF como método sobretudo prático e gerencial
IF	(BREM; WOLFRAM, 2014)	Quadro com conceitos associados, seus atributos e definições; Posicionamento da IF sobre sustentabilidade
IF	(HOSSAIN, 2018)	Origem do termo; Tabela com lista de definições; Framework de IF
IF	(HOSSAIN <i>et al.</i> , 2022)	Framework com antecedentes e consequências; Relação de IF com outros conceitos
IF	(PISONI; MICHELINI; MARTIGNONI, 2018)	Gerações na evolução das definições de IF; Quadros síntese de origens e definições, ecossistema, processo de inovação, implementação e difusão; Relação de IF com sustentabilidade

Fonte: Produção própria

Neste processo, o Mendeley foi utilizado como apoio. Este é um software que tem por objetivo organizar, compartilhar e descobrir artigos de pesquisa, facilitando a gestão dos documentos utilizados no trabalho (BUTROS; TAYLOR, 2011). Ele foi utilizado para leitura, classificação e anotações no processo de revisão teórica. O programa foi escolhido por ser gratuito e possuir uma extensão para ser utilizada junto com o Microsoft Word, fazendo também a organização das referências utilizadas no texto. Além dele, o Microsoft Excel também foi utilizado, para catalogar referências de imagens e tabelas.

Ao final das revisões de EC e IF também foi realizado um breve estudo sobre a literatura que intersecciona os dois conceitos. Então, utilizando os termos de pesquisa simultaneamente, no dia 29 de julho de 2022 a busca retornou 7 resultados, em que apenas 5 eram artigos, e nenhum do tipo revisão. Isto evidencia que há poucos estudos que exploram a relação entre a EC e a IF. Os 5 artigos foram lidos e montou-se o panorama comparativo, em estrutura similar a comparação entre EC e sustentabilidade conduzida por Geissdoerfer *et al.* (2017), listando semelhanças e diferenças em aspectos como origem do campo de pesquisa, principais fontes, característica das definições, e conceitos associados em comum.

3.3. Coleta e análise de dados

Os objetivos definidos para este estudo sugerem uma análise explanatória, ou seja, procuram explicar como correm determinados fenômenos. Portanto, o principal meio de coleta de dados utilizado foi a entrevista semiestruturada, que tem por objetivo entender os significados que os entrevistados atribuem às questões da pesquisa por meio da sua própria linguagem e, dessa forma, não possui um roteiro rígido, que pudesse impedir o sujeito de se expressar seguindo sua própria lógica (SILVA; GODOI; BANDEIRA-DE-MELLO, 2010).

Para aumentar a validade do estudo, também são utilizados outros meios de coleta de dados. A pesquisa qualitativa se caracteriza pelo multimétodo, e, portanto, utiliza variadas fontes de informação (SILVA; GODOI; BANDEIRA-DE-MELLO, 2010; YIN, 2001). As entrevistas são apoiadas por uma pesquisa secundária, com evidências documentais das informações obtidas dos entrevistados.

Além disso, mais de um estudo de caso será explorado, considerando a lógica da replicação. De forma análoga à estratégia de experimentos múltiplos, espera-se que a replicação de condições equivalentes produza resultados similares. Portanto, as conclusões obtidas têm maior validade a partir do momento em que são obtidas por meio de mais de uma observação.

Também se evita a formulação de deduções com base em casos excepcionais ou únicos, permitindo uma solidez maior na generalização dos resultados do estudo (CAUCHICK MIGUEL, 2012; YIN, 2001).

Os dados obtidos são analisados por meio da codificação de termos retirados da literatura. Uma análise de conteúdo é conduzida individualmente para cada organização e, posteriormente, estes resultados são confrontados para uma análise cruzada. Esta seção descreve a execução da coleta e análise de dados, cujas etapas estão ilustradas na Figura 7.

3.3.1. Seleção das organizações

Foram selecionados três produtos com características distintas, garantindo uma diversidade entre as observações e a validade da replicação. Considerando os objetivos da pesquisa, buscou-se por organizações que aplicassem alguma estratégia de circularidade e possuísem produtos com algum grau de inovação. Este produto também deveria endereçar algum problema social ou impactar positivamente o mercado BOP. Além disso, para facilitar a coleta de dados, foram selecionadas apenas organizações brasileiras.

Por meio de pesquisas a dados de domínio público, como reportagens, redes sociais e páginas na internet, foi possível determinar se as organizações se encaixavam nos critérios estabelecidos. Através desses canais, e com auxílio da professora orientadora, também foram obtidos os dados de contato. As organizações foram contatadas preferencialmente por e-mail, mas também, quando este meio não estava disponível, por telefone ou rede social (LinkedIn).

No contato, foi feita uma breve apresentação da aluna e da pesquisa, informando a instituição de ensino, a natureza do trabalho de conclusão de curso, e os objetivos do estudo. Além disso, foi explicitado qual o produto de interesse para análise e uma justificativa da sua pertinência para a pesquisa. Por fim, a organização contatada também ficava ciente de como seria feita a participação e de que a identificação não é obrigatória.

Após retorno positivo do contato, ocorre a formalização da participação por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que consta no Apêndice A. Nele, é garantido ao participante que os dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos e dentro das delimitações deste estudo. Neste momento também era solicitada a autorização para a identificação da organização e do produto na publicação do trabalho.

As organizações selecionadas estão descritas na Tabela 6, assim como o produto, o cargo do entrevistado e o meio de contato utilizado.

Tabela 6 – Entrevistas semiestruturadas realizadas, por organização e produto

Produto	Organização	Entrevistados	Meio de contato
ASBC	Associação Sociedade do Sol	Tesoureiro e coordenador da área educacional	E-mail e entrevista por telefone
Filtro Caixa	Água na Caixa	Analista de Trade Marketing	Entrevista por videoconferência
	Movimento MÃOS	Diretora Criativa	Entrevista por telefone
Produto 1	Organização A	Gerente de Qualidade e Meio Ambiente	Entrevista por videoconferência
		Especialista de Pesquisa e Desenvolvimento	Entrevista por videoconferência

Fonte: Elaboração própria

3.3.2. Entrevista e pesquisa secundária

Para a utilização das entrevistas semiestruturadas como método de pesquisa, é importante que exista um planejamento e um protocolo bem definido para a coleta de dado, aumentando a confiabilidade e validade dos resultados (CAUCHICK MIGUEL, 2012). A Tabela 7 lista as etapas do protocolo que foi estabelecido.

Tabela 7 – Protocolo de coleta de dados

Etapas	Descrição das atividades
Elaboração do roteiro	Elaboração do roteiro de perguntas da entrevista, com base nos objetivos da pesquisa e na revisão da literatura.
Levantamento de informações públicas	Pesquisa e coleta de documentos públicos como manuais, relatórios, notícias, entrevistas públicas sobre os produtos e as organizações.
Preparativos	Envio do convite ao entrevistado, assinatura do termo de consentimento por ambas as partes e organização de data, horário e canal para a entrevista; Revisão e adaptação do roteiro considerando o levantamento de documentos públicos.
Entrevista semiestruturada	Apresentação do trabalho e da entrevistadora; Utilização do roteiro para a condução da entrevista; Encerramento e agradecimentos.
Relatório de entrevista	Registro das informações coletadas por meio da entrevista e dos documentos públicos para posterior análise.

Fonte: Elaboração própria

Para garantir o cumprimento do escopo da entrevista, se faz necessário a organização de uma estrutura lógica de perguntas preestabelecidas por meio de um roteiro de entrevista. Este, por sua vez, deve ser elaborado com base no referencial teórico desenvolvido (CAUCHICK MIGUEL, 2012). Porém, para que o entrevistado não seja impedido de se expressar livremente, o roteiro não é seguido de forma rígida, sendo adaptado previamente, de acordo com o contexto, e ao longo do decorrer da conversa (SILVA; GODOI; BANDEIRA-DE-MELLO, 2010). Na próxima seção será descrito o processo de codificação e definição de categorias de análise, na qual o roteiro foi baseado. O questionário completo consta no Apêndice B.

As informações obtidas nas entrevistas são complementadas por meio da pesquisa secundária, com o levantamento de informações públicas sobre o produto e a organização, para dar confiabilidade aos dados e validade ao estudo (CAUCHICK MIGUEL, 2012; YIN, 2001). Esta análise documental é utilizada tanto para apoiar a seleção dos casos, como exposto anteriormente, mas também para complementar o roteiro base de entrevista e a elaboração do relatório final com todas as informações. Portanto, este processo permeia toda a coleta de dados.

As entrevistas ocorreram a distância, por meio do telefone ou plataformas de chamada de vídeo. Inicialmente, foi sugerida uma entrevista de 60 minutos aos entrevistados, mas alguns preferiram responder o questionário por e-mail ou enviar documentos internos para análise para reduzir a conversa para 30 minutos. O canal de contato e o formato de troca de informações ficou a critério de cada entrevistado.

No início da entrevista era feita uma breve apresentação da aluna e da pesquisa, além da confirmação dos acordos do termo de consentimento, especialmente a gravação da conversa. Posteriormente, algumas informações básicas eram coletadas, como o cargo do entrevistado, e uma breve descrição sobre a organização e o produto. Em seguida, se iniciava o questionário baseado na codificação e nas categorias de análise. Por fim, abria-se a palavra para o entrevistado fazer comentários adicionais de forma livre, e ocorria o encerramento.

Posteriormente, utilizando a gravação da reunião, as respostas encaminhadas por e-mail, o levantamento de informações públicas e os documentos internos compartilhados foi elaborado um relatório para cada produto, organizando todos os dados que foram obtidos, facilitando a etapa de análise.

3.3.3. Codificação e análise de conteúdo

Foram desenvolvidos códigos para a avaliação dos conteúdos dos relatórios, de forma a estruturar um padrão lógico e organizado de análise dos resultados. Estes códigos são obtidos por meio da revisão da literatura e baseados nos objetivos da pesquisa, como mostrado na Tabela 4. A Tabela 8 detalha estes códigos, listando os aspectos que são avaliados em cada um.

Tabela 8 – Códigos e categorias de análise dos estudos de caso

Categoria	Código	Aspectos avaliados
Design e desenvolvimento do produto	Design (EC – D)	Design para reciclagem/ remanufatura; Durabilidade projetada; Design para baixo consumo de insumos
	Facilidade de uso (IF – FU)	Produto adaptável e intuitivo, com solução inovadora
Processo produtivo	Manufatura (EC – M)	Produção com eficiência energética e/ou de materiais
	Energia (EC – E)	Uso de fontes renováveis de energia
Comercialização e consumo	Consumo (EC – C)	Redução do consumo de bens materiais
	Eficiência de custo (IF – EC)	Preço acessível a classes mais baixas (BOP); Produto focado em funções principais; Qualidade suficiente
Gestão de resíduos	Descarte e coleta (EC – DC)	Logística de devolução e descarte responsável
	Reciclagem, recuperação e remanufatura (EC – RRR)	Reutilização de produtos ou subprodutos como entrada de recursos na produção
Sustentabilidade	Sustentabilidade social (S – S)	Redução da pobreza; Empoderamento de populações marginalizadas; Condições de trabalho decente
	Sustentabilidade ambiental (S – A)	Preservação de recursos naturais; Redução da poluição
	Sustentabilidade econômica (S – E)	Crescimento econômico; Eficiência de recursos

Fonte: Elaboração própria

Para o primeiro objetivo, “Entender como as organizações aplicam as estratégias de Economia Circular”, são definidos os códigos de Design, Manufatura, Energia, Consumo, Descarte e coleta, e Reciclagem, recuperação e remanufatura, com base na simplificação do fluxo de materiais na cadeia de valor da EC de Kalmykova, Sadagopan e Rosado (2018), ilustrado na Figura 2. Os aspectos avaliados são baseados nas estratégias de EC, descritas na

Tabela 1, pelos mesmos autores. Por meio deles busca-se entender de que forma as organizações utilizam as estratégias de EC em cada ponto da cadeia do produto.

No segundo objetivo, “Entender como as organizações aplicam os princípios de Inovação frugal”, os códigos são derivados da sintetização definida por Wimschneider, Agarwal e Brem (2020). Segundo os autores, a IF pode ser resumida em duas características fundamentais: a Facilidade de uso e a Eficiência de custo. Os aspectos avaliados são definidos também com base na sua descrição. Além disso, como pontuado anteriormente, a IF possui um campo de pesquisa menos maduro, e não é possível listar estratégias bem definidas, em comparação com a EC. Também são mantidos os termos utilizados pelos autores referenciados, de forma que a IF é baseada em princípios, enquanto a EC, estratégias.

No que tange a sustentabilidade, foco do terceiro objetivo, de entender como as aplicações contribuem para este conceito, os códigos são definidos com base na divisão nos pilares ambiental, social e econômico. Eles são baseados em relatórios publicados por agências da Organização das Nações Unidas (ONU), o Escritório Internacional do Trabalho (ILO) e a FAO (GUIMARÃES, 2013; HARDAKER, 1997).

Estes 11 códigos foram reorganizados em categorias, como mostra a Tabela 8, levando em consideração o ciclo de vida do produto. O objetivo foi direcionar o roteiro de entrevista e a análise individual em uma estrutura lógica. Dessa forma, no primeiro é avaliado o processo de concepção do produto, pelo seu design e desenvolvimento. Posteriormente, o processo produtivo é analisado, seguido da comercialização e o uso pelo consumidor final. E, em seguida, avalia-se a gestão de resíduos, considerando o descarte ou reutilização dos materiais. Por fim, a sustentabilidade do ciclo é analisada de maneira global. Vale pontuar que, pela utilização da entrevista semiestruturada, a expressão do entrevistado não ficou restrita aos códigos.

Os produtos são analisados individualmente, com a atribuição de valores (-, +, ++, +++) para cada código. O objetivo é quantificar a aderência dos aspectos de EC e IF, em que “-” representa baixíssimo ou nenhuma aplicação, e “+++” representa uma larga aplicação, de forma estruturada e consistente ao longo do ciclo de vida do produto (MÉNARD *et al.*, 2022). Posteriormente, os resultados são confrontados entre si, em uma análise cruzada. Nesse momento, são avaliadas semelhanças e diferenças entre as organizações, e de que forma elas influenciam ou não no produto e no impacto sustentável. Por fim, é feita a conclusão, com base em cada objetivo definido para o estudo.

4. RESULTADOS

4.1. O ASBC da Associação Sociedade do Sol

4.1.1. Sobre a organização e o setor

A Associação Sociedade do Sol é uma instituição sem fins lucrativos fundada em novembro de 2001 por Augustin Woelz. Sua atuação é focada na difusão de tecnologias para a geração de energia solar junto a organizações e comunidades, com redução do seu impacto ambiental e os custos de produção. Por meio de programas de educação ambiental, realiza sua principal atividade, disseminar a implantação do Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC).

Cerca de 8% da energia elétrica consumida no país é destinada para o aquecimento da água nos chuveiros, valor equivalente a 35% da produção da usina de Itaipu. (WOELZ, 2002). Nas residências de famílias mais pobres, o consumo pode chegar a representar 35%, em comparação com a média de 26% (PASSOS; CARDEMIL; COLLE, 2014). Por conta dos recentes aumentos no custo da energia elétrica, essas famílias têm recorrido a instalações irregulares e precárias, que podem colocar em risco sua saúde. Portanto, são necessários métodos alternativos para o aquecimento de água no país, e a energia solar tem se apresentado como uma boa saída. Atualmente, embora o Brasil possua uma boa irradiação solar, há pouco aproveitamento desta energia nas residências (BUSCHH. -C. et al., 2018).

A organização é certificada como Entidade Ambientalista, pela Coordenadoria de Educação Ambiental (CadEA) do Governo do Estado de São Paulo, e foi validada pela Charities Aid Foundation America (CAF America). Também é reconhecida pelo Banco de Tecnologias Sociais da Fundação Banco do Brasil, pelo Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina e a Rede de Tecnologias Sociais do Governo Federal. Além disso, realizam projetos em parceria com universidades, institutos de pesquisa, governos e outras instituições.

O desenvolvimento do ASBC se iniciou antes mesmo da fundação da Sociedade do Sol. Augustin Woelz, fundador e engenheiro elétrico, em conjunto com José Ângelo Contini, técnico em mecânica e química, e Pedro L. Anselmo, especialista em energia solar e térmica, iniciaram o desenvolvimento de sistemas hidráulicos simples em 1992. Ainda neste ano, foram

convidados para apresentar um protótipo do projeto na Conferência Rio 92¹⁰, junto ao SEBRAE do Vale do Paraíba. Em 1999, a equipe passa a ocupar o Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia (CIETEC), localizado no IPEN, na Cidade Universitária da USP, criando um projeto de pesquisa e desenvolvimento para o aperfeiçoamento da solução.

Esta parceria foi fundamental para a organização, e, na mesma medida, também foi importante para o próprio CIETEC. De acordo com o entrevistado, a Sociedade do Sol era “o braço social do CIETEC. Todas as empresas que tinham interesse em fazer uma ação social nos acionavam. A gente dava orientações e fazia projetos em parceria.”. Posteriormente, eles mudaram-se para uma incubadora de empresas em Guarulhos. Porém, ainda segundo o entrevistado, nesta incubadora “eles não tiveram essa mesma leitura da gente”. Houve uma pressão para a comercialização do produto, porém isto não estava em linha com o propósito inicial da organização, e a parceria não funcionou. Desde então, a Sociedade do Sol realiza apenas atividades de cunho educacional, e foi fundada em 2001 como uma Organização da Sociedade Civil (OSC), sem fins lucrativos. Atualmente eles não possuem um endereço físico.

A organização é administrada somente por voluntários. A diretoria é composta por um presidente, um vice-presidente, um tesoureiro e um secretário, além do conselho fiscal, com 3 integrantes. Os cargos são nomeados a cada 4 anos e, segundo o entrevistado, em geral ocorre uma rotação das mesmas pessoas entre as posições, pois há poucos interessados. Eles também têm parceria com alguns monitores autônomos, que prestam serviço de montagem do ASBC, e são indicados mediante contato de pessoas interessadas. Não há, porém, nenhum vínculo oficial com a organização.

O ASBC da Sociedade do Sol já foi objeto de estudo de algumas pesquisas (BUSCHH., 2021; BUSCHH. *et al.*, 2018). A organização se mostra muito aberta a parcerias com institutos de ensino. Porém, enfrenta dificuldades, como a falta de financiamento para a locação de um espaço físico e a queda na procura por alternativas ao chuveiro elétrico. O entrevistado conta que, logo após a crise energética de 2001, o ASBC esteve muito presente na mídia, se tornando muito popular. Hoje, porém, é mais desconhecido pelo público. A organização também enfrentou problemas com as mudanças de endereço e um ataque ao seu *website*, comprometendo parte da documentação armazenada. A principal perda foi a rede de monitores, que hoje em dia conta com apenas 4 pessoas.

¹⁰ Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Eco-92, realizada na cidade do Rio de Janeiro, em junho de 1992.

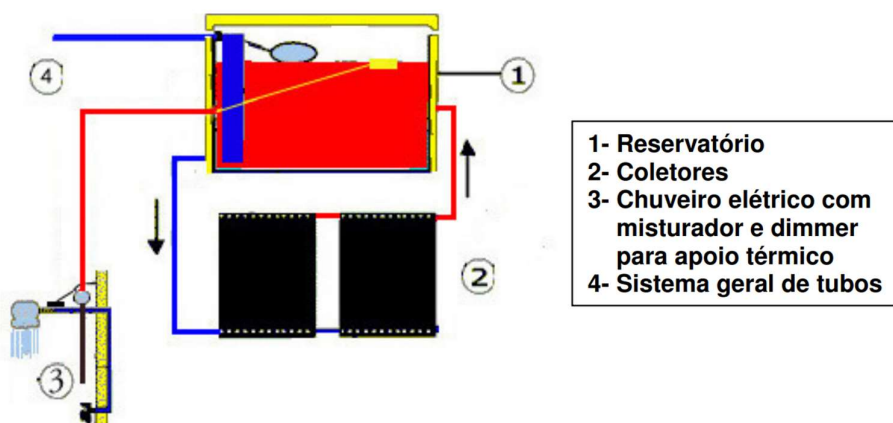
Embora em menor escala, a organização segue realizando suas atividades de divulgação de alternativas à energia elétrica. Sua principal fonte de renda são palestras e patrocínios de empresas parceiras. Segundo o entrevistado, no futuro, eles almejam a parceria com uma nova instituição de pesquisa ou incubadora que seja mais focada em projetos educacionais.

4.1.2. Design e desenvolvimento do produto

O ASBC surgiu com o propósito de tornar acessível uma tecnologia baseada em energia limpa, com a missão de um país com “Um aquecedor solar em cada lar”. Ele foi desenvolvido para a realidade da família brasileira, se utilizando do conceito de bricolagem, isto é, a montagem e produção do produto é feita pelo próprio consumidor. Além disso, considera o cenário de alta penetração do chuveiro elétrico, presente em 73% das casas brasileiras (PASSOS; CARDEMIL; COLLE, 2014). Dessa forma, possui uma construção simples e utiliza materiais baratos e de fácil acesso.

Seu funcionamento consiste em pré-aquecer a água utilizada no chuveiro elétrico, por meio da energia solar, proporcionando uma economia de até 80% no consumo de energia elétrica. A Figura 8 ilustra o funcionamento de um ASBC residencial. A água fria do reservatório, usualmente uma caixa d'água, desce aos coletores por meio da gravidade. Com a incidência de luz solar, sua temperatura aumenta e, conseqüentemente, a densidade diminui. Então, pelo efeito de termossifão, a água quente volta ao reservatório sem a necessidade de bombas ou outras fontes de energia. O ciclo se repete até que a temperatura de toda a água no reservatório fique uniforme. Então, no momento do consumo, a água chega ao chuveiro já aquecida, diminuindo ou até dispensando o uso de energia elétrica.

Figura 8 – Representação do Aquecedor Solar de Baixo Custo



O ASBC foi desenvolvido pela própria organização, em parceria com o CIETEC. Segundo o entrevistado, ele foi pensado

Para ser um produto de fácil montagem, instalação e funcionamento e que pudesse ser incorporado nas moradias sem que houvesse a necessidade de realizar grandes alterações na alvenaria, elétrica e hidráulica. [...] No site da Associação temos o manual de montagem e instalação do ASBC com orientações de como fazer os eventuais reparos de funcionamento.

Portanto, seu design foi pensado para montagem, instalação e manutenção de modo fácil, executado por pessoas não especializadas. Além disso, utiliza materiais simples e baratos, de fácil acesso ao consumidor. A organização executa um papel de educação e disseminação da tecnologia, que tem um caráter de *open-source*.

4.1.3. Processo produtivo

A Sociedade do Sol realiza apenas atividades de conscientização e divulgação do ASBC e de outras tecnologias alternativas ao uso da energia elétrica. Portanto, não realiza diretamente a produção das soluções e, consequentemente, não se responsabiliza pela instalação e montagem. São fornecidos o manual e uma lista com sugestões de fornecedores para os materiais. Ambos estão disponíveis para *download* gratuito no *website* da organização, e o manual possui também versões em inglês, espanhol e francês.

Este modelo é denominado bricolagem, em que o próprio consumidor realiza a compra dos materiais necessários e todo o processo produtivo, para seu próprio uso. Portanto, são utilizados materiais vendidos no varejo, neste caso, em lojas de materiais de construção. No manual, são listados os seguintes materiais: Placa de PVC alveolar; Luvas, adaptadores, joelhos e caps de PVC; Adesivo ou resina isoftálica; Esmalte preto fosco; Manta de polietileno expandido. Ainda segundo o manual, para a instalação e montagem devem ser utilizados uma trena, uma furadeira, um pincel ou rolo, uma espátula e uma serra de extremidade livre. Além disso, também são utilizados materiais complementares, como lixa, fita crepe, jornal, pregos, régua. O procedimento para fabricação do ASBC é totalmente manual, com exceção da abertura de um furo nos dois tubos de PVC com auxílio da furadeira elétrica. Todo o restante do processo é realizado com ferramentas mecânicas.

A organização também oferece o contato de monitores que passaram pelo treinamento e atestaram seu conhecimento na montagem e instalação. Estes monitores oferecem o serviço de fabricação do ASBC, em torno de mil reais. O reparo dos aquecedores pode ser realizado pelos monitores ou pelo próprio usuário, com apoio do manual.

4.1.4. Comercialização e consumo

Por se tratar de uma Organização Não Governamental (ONG), a Associação não comercializa nenhum produto, realizando apenas atividades de cunho educacional. Segundo o entrevistado, neste ano, a organização realizou a montagem de 8 aquecedores demonstrativos e 10 kits didáticos. Porém, eles não possuem uma contabilização exata de quantos ASBC já foram montados, pois os manuais são públicos e de acesso livre. Estima-se, porém, que desde a fundação, já foram instalados pelo menos 5 mil aquecedores solares.

Também não há uma definição precisa para a durabilidade do ASBC. A organização afirma que há relatos de aquecedores com mais de 10 anos de duração. Este tempo também é muito influenciado pelas condições climáticas locais, além da frequência de manutenção e qualidade dos materiais utilizados. Como não há uma padronização da produção, é difícil afirmar qual a vida útil do produto.

Entretanto, o entrevistado conta que já houve tentativas de industrializar o ASBC ou comercializar os manuais, por pessoas não ligadas à ONG. Do ponto de vista da organização, essas iniciativas não são ameaças. Pelo contrário, ajudam a Sociedade do Sol a atingir o seu propósito de disseminação de tecnologias alternativas a geração de energia

A gente achava bom que as pessoas tentassem fazer isso, porque era uma forma de disseminar a tecnologia solar. Não importa se alguém tentou industrializar, se pegou nosso manual e está vendendo, se está baixando o nosso manual. É isso que a gente quer mesmo. A gente quer que popularize, que essa tecnologia chegue em quem precisa realmente.

O custo de todos os materiais listados no manual é estimado em cerca de 1500 reais. Caso realize a montagem com um monitor, há um crescimento de 1000 reais em média. Ainda assim, estima-se que o ASBC tenha um custo equivalente a 10% de um aquecedor solar de água tradicional. Além disso, foi desenhado atender uma família de 4 a 6 pessoas, gerando uma economia de 30% no consumo de energia.

4.1.5. Gestão de resíduos

Todos os materiais utilizados na montagem são recicláveis, pois são compostos basicamente de PVC, um termoplástico. A manta de polietileno, outro tipo de plástico, também pode ser reciclada, embora com mais dificuldade. Porém, por não atuar diretamente no processo produtivo, a Sociedade do Sol não se responsabiliza pelo descarte e destino dos componentes após o uso. Não há orientações a respeito deste processo no manual divulgado pela organização.

Também não há incentivo ou orientação para o uso de materiais reciclados na fabricação do aquecedor.

O ASBC, entretanto, foi pensado para um ciclo de vida longo, embora não se possa afirmar com precisão o seu tempo de duração. Portanto, o descarte não é realizado com alta frequência. Além disso, o usuário é orientado sobre como realizar reparos para aumentar a sua vida útil, e evitar a necessidade de uma segunda montagem.

4.1.6. Sustentabilidade

A organização tem uma forte relação com a sustentabilidade social, havendo uma grande preocupação com a acessibilidade da tecnologia, tanto do ponto de vista financeiro como na facilidade de compra dos materiais, montagem e instalação. A solução também se preocupa com o contexto cultural brasileiro, onde a bricolagem é muito praticada na área de construção civil. Além disso, seu desenvolvimento nasce para a resolução de um problema com grande impacto ambiental, a geração de energia elétrica, motivado principalmente pela irregularidade das chuvas e crises no sistema hídrico. Segundo a organização

As atividades da Sociedade do Sol também se realizam por meio de parcerias com outras entidades, governos, pesquisadores científicos e profissionais técnicos em projetos com foco na sustentabilidade social, econômica e ambiental. Nessas parcerias fazemos a disseminação de conceitos de associativismo, empreendedorismo, sustentabilidade e uso racional e consciente de recursos naturais.

Além da divulgação do ASBC, a organização tem foco em conscientizar a população para o consumo consciente de energia. São apresentados dados sobre a tarifação, o contexto histórico e as problemáticas da geração e consumo de energia no país. Discutem-se também aspectos como a instalação de redes clandestinas, e como isso afeta o sistema como um todo. O objetivo é capacitar o indivíduo para consumir de maneira crítica e contribuir para a transição da energia elétrica para a energia solar.

Portanto, a Sociedade do Sol tem como missão a disseminação de tecnologias alternativas para a energia elétrica, considerando o contexto brasileiro e a realidade de famílias de baixa renda. Busca estimular a produção de uma energia limpa, com baixo impacto ambiental, e de baixo custo, ampliando o seu acesso. Dessa forma, tem forte relação com os pilares social e ambiental da sustentabilidade. O aspecto econômico, entretanto, tem menor destaque, uma vez que não se trata de um modelo de negócio.

4.2. O Filtro Caixa da Água na Caixa e do MÃOS

4.2.1. Sobre a organização e o setor

O Filtro Caixa é um produto desenvolvido em parceria da empresa Água na Caixa com a ONG Movimento de Artesãs e Ofícios (MÃOS). É um filtro de barro, produzido inteiramente por mulheres do povoado Campo Buriti, localizado na zona rural de Turmalina, no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais. Parte do lucro do produto é destinado a um Fundo de Investimento Ambiental, que será utilizado para a construção de um poço artesiano nesta comunidade.

O MÃOS é uma organização que atua desde 2016, dedicada ao desenvolvimento e difusão da cultura popular de mulheres brasileiras. Possui uma equipe de 10 pessoas, em sua grande parte mulheres, de diversas áreas do conhecimento, que realizam projetos de pesquisa, cocriação e impacto social, junto a comunidades de mulheres artesãs em situação de vulnerabilidade social. Segundo o movimento,

Somos uma iniciativa de pesquisa, difusão e desenvolvimento dos saberes e fazeres tradicionais de mestras artesãs brasileiras. Como uma ferramenta de voz às narrativas de mulheres historicamente caladas, queremos juntas, refletir e criar modelos de futuros possíveis, ao tecer relações de memória, afeto e acesso. Vemos a beleza da arte popular como uma expressão de resistência, ancestralidade e pluralidade dos nossos muitos Brasis.

A Água na Caixa é uma empresa fundada recentemente, em 2019, com um investimento inicial de 3 milhões de reais para desenvolver uma solução mais sustentável para o consumo de água. O produto, lançado do ano seguinte, foi idealizado pelos primos Fabiana Tchalian e Rodrigo Gedankien, inspirados por modelos de negócio similares no exterior. Como o próprio nome da empresa indica, eles produzem e distribuem água em embalagens da TetraPak, como uma alternativa ao uso de garrafas plásticas. Segundo a empresa, está entre os seus pilares “tornar o ato de beber água o mais simples e sustentável possível”. Por ser um desafio tão grande, ela reforça

[...] 2 palavras, tem um “possível” e um “sustentável”. [...] A gente tem também como objetivo levar água para todos. Então esse projeto, nessa parceria com o instituto MÃOS, já foi um passo. [...] É um dia de cada vez que a gente vai vivendo, e tendo ideias para conseguir levar essa água para todo mundo, sempre de uma forma simples.

Lançado em 2021, o Filtro Caixa ampliou o impacto sustentável da empresa, mas não faz parte da linha principal de produtos. A Água na Caixa apoiou o projeto com a divulgação, por meio de campanhas de marketing, além da associação da marca. O MÃOS ficou responsável pela produção e distribuição, junto ao povoado Campo Buriti, por meio da Associação dos Artesãos de Coqueiro Campo.

A Associação conta hoje com 39 mulheres, que realizam artesanatos em barro, como fonte principal de renda e atividade de socialização e apoio socioemocional. As técnicas utilizadas são de conhecimento popular, passadas através da comunicação oral entre as gerações. Em 2018, o artesanato em barro do Vale do Jequitinhonha se tornou patrimônio imaterial de Minas Gerais (OLIVEIRA SOUZA, 2018).

O filtro de barro é um produto tipicamente brasileiro, que foi desenvolvido no início do século XX, tornando-se o principal método de filtragem de água doméstica no país. A partir da década de 1990, entretanto, seu consumo entrou em declínio, principalmente por conta da popularização da venda de água mineral em garrafas ou galões de plástico (BELLINGIERI, 2006). Portanto, o Filtro Caixa é uma alternativa para o consumo sustentável de água, em linha com os pilares da Água na Caixa, e valoriza o artesanato e cultura popular, seguindo os pilares do Movimento MÃOS.

4.2.2. Design e desenvolvimento do produto

O Filtro Caixa, assim como qualquer filtro de barro, tem como função a filtragem da água para consumo doméstico. É composto por dois reservatórios, empilhados verticalmente e separados entre si por um elemento filtrante, em geral uma vela de cerâmica. A água é colocada no reservatório superior, que passa pela vela e cai no segundo reservatório já filtrada, onde fica armazenada até o escoamento pela torneira, no momento do consumo. Por ser um material poroso, o barro mantém a água alguns graus abaixo da temperatura ambiente, sem a necessidade de refrigeração elétrica.

A produção é toda artesanal, incluindo a retirada da matéria prima, que também é realizada pelas mulheres da Associação dos Artesãos do Coqueiro Campo. O produto composto basicamente de barro, um recurso renovável. Ele sofre poucas transformações no processo, que não faz uso de energia elétrica. Além disso, o empilhamento dos reservatórios aproveita a força da gravidade para fazer a movimentação da água pelo elemento filtrante. Portanto, seu design favorece a reciclagem e o baixo consumo de recursos naturais.

Usualmente, o filtro de barro é cilíndrico. Porém, para se diferenciar do modelo tradicional e reforçar a associação da Água na Caixa com o projeto, o formato do Filtro Caixa foi pensado para remeter ao seu produto principal, com reservatórios retangulares. A Figura 9 ilustra o Filtro e, ao fundo, caixas de água comercializadas pela marca. O design foi pensado em conjunto com as artesãs do Campo Buriti, que também utiliza tintas naturais na composição estética. Segundo Camila Pinheiros, diretora criativa do MÃOS, o produto é uma representação da “união do design com o artesanato de forma horizontal, mostrando que é possível essa conexão entre a tradição e a inovação”.

Figura 9 – Filtro Caixa da Água na Caixa e Movimento MÃOS



Fonte: Divulgação da Água na Caixa

O produto tem validade indeterminada, sendo necessária apenas a troca da vela em períodos de 6 meses a um ano. Filtros de barro, em geral, tem durabilidade praticamente ilimitada e baixo custo de manutenção, na comparação com outras soluções para purificação de água (BELLINGIERI, 2006). O Filtro Caixa, entretanto, por ter produção artesanal, é feito de cerâmica de baixa temperatura, podendo ser mais frágil do que produtos industrializados equivalentes. Isto requer um cuidado especial no transporte, exigindo o embalo adequado do produto, além de mais cuidado no manuseio pelo consumidor.

4.2.3. Processo produtivo

O processo de produção do Filtro Caixa é realizado inteiramente pelas mulheres da Associação de Artesãos do Coqueiro Campo. Ele se inicia com a extração do barro, que é feita com auxílio de enxadas, diretamente na comunidade do Campo Buriti. Embora o material seja abundante na região, para evitar a escassez e manter a preservação do solo, esse processo é feito apenas a cada dois anos. Portanto, retira-se quantidade suficiente para suprir a produção desse período.

O barro, então, é armazenado em local sem umidade, e fica em repouso até secagem completa. Em seguida, ele é triturado no pilão, com uso de força mecânica, em processo denominado socagem. Depois, este material passa por uma peneira, e pó resultante é misturado com água. O resultado é uma massa, moldada para formar as peças do Filtro. As artesãs usam as mãos e algumas ferramentas, como facas, espátulas e o sabugo de milho, que faz parte do processo de confecção tradicional. Então, as peças são deixadas em espera por cerca de 3 dias para secarem. Com elas secas, realiza-se o processo de pintura com o oleio, uma mistura de água e pigmentos naturais, como o tauá e a tabatinga. Por fim, as peças são queimadas em forno a lenha, também feito de barro, para transformar a argila em cerâmica. Isto confere mais resistência a peça, que passa a não se desfazer com a água. Este processo dura cerca de um dia, sendo que a peça permanece 12 horas na queima e mais 12 horas em repouso para esfriar.

O processo produtivo como um todo dura cerca de 8 dias. Para o transporte, as peças são embaladas em caixotes de madeira preenchidos com buchas vegetais, mostrado na Figura 10, para evitar quebras e rachaduras. Ambos podem ser reutilizados. Porém, para entregas realizadas fora da cidade de São Paulo, são utilizadas espumas sintéticas e caixas de papelão.

Figura 10 – Embalagem sustentável do Filtro Caixa



Fonte: Divulgação da Água na Caixa

4.2.4. Comercialização e consumo

O filtro de barro representa uma alternativa ao consumo de água em embalagens plásticas descartáveis, que tem maior impacto ambiental. Ele permite o uso garrafas e copos reutilizáveis, e possui alta durabilidade. Além disso, oferece qualidade de filtragem igual ou superior a outros purificadores domésticos, quando utilizada vela com cartão ativado revestido por prata coloidal, comum no mercado (BELLINGIERI, 2006).

Estas velas são compostas por uma parede externa de cerâmica, que é microporosa e retém partículas sólidas, como areia e pó. A camada de prata é esterilizante, e elimina bactérias e outros contaminantes com até 0,5 micron. Já o carvão ativado age na retirada de compostos químicos, como o cloro, deixando-a transparente e insípida. A passagem lenta da água pelo conjunto é essencial para que a filtragem ocorra de modo satisfatório.

A criação do filtro de barro foi um marco importante na saúde pública das cidades brasileiras, que eram acometidas por diversas epidemias de doenças transmitidas pela água não tratada. Ele foi a primeira solução economicamente viável para consumo em massa, permitindo a difusão entre a população de classes mais baixas (BELLINGIERI, 2004). É uma solução simples, barata e eficiente para o problema de abastecimento de água potável.

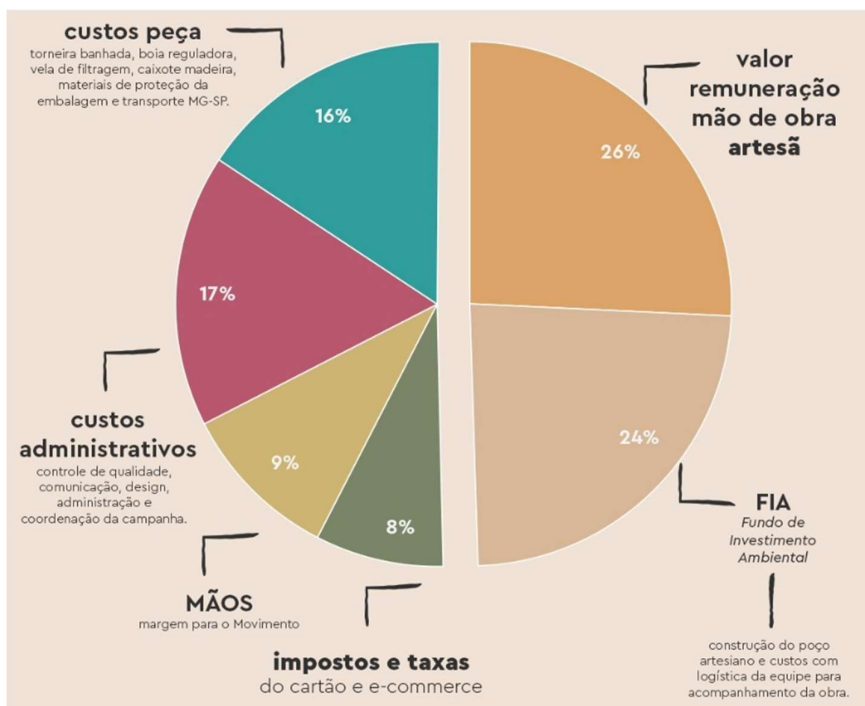
Entretanto, o Filtro Caixa possui um custo significativamente maior do que produtos equivalentes no mercado. É uma edição limitada, com 300 peças. O consumidor pode escolher a opção com torneira de plástico ou metal, e custo final é de 709 e 809 reais, respectivamente, incluindo a entrega para a cidade de São Paulo. Enquanto filtros de barro com a mesma capacidade podem ser encontrados a partir de 130 reais. Sobre essa diferença, a Água na Caixa se posiciona afirmando que, no Brasil, é mais caro consumir de maneira sustentável.

A empresa define seu público-alvo pela persona Ágata. Ela tem entre 25 e 35 anos, tem poder aquisitivo mais alto, é urbana e tem a sustentabilidade como uma preocupação. É uma pessoa aberta a experiências novas e gosta de inovação. Portanto, a Água na Caixa enxerga que este tipo de consumidor está disposto a gastar um valor maior em produtos que possuem uma preocupação com aspectos sustentáveis.

A empresa e o Movimento MÃOS são transparentes com a destinação da receita gerada pelo Filtro Caixa. A distribuição está ilustrada na Figura 11. A maior parcela do valor é destinada para a remuneração das artesãs, representando 26% do preço total (cerca de 200 reais). Segundo eles, no mercado convencional, a mão de obra representa apenas 1% do valor

da peça. Historicamente, a confecção de peças de barro é mal remunerada, e realizada em condições de trabalho precárias (OLIVEIRA SOUZA, 2018). Além disso, destaca-se a criação de um Fundo de Investimento Ambiental, que será destinado para a construção de um poço artesiano no Campo Buriti, comunidade das artesãs que confeccionam o produto. Juntos, essas duas parcelas somam metade do valor do Filtro.

Figura 11 – Distribuição do valor total do Filtro Caixa



Fonte: Divulgação do Movimento MÃOS

Outro aspecto que diferencia o Filtro Caixa é a utilização de marketing para a promoção do produto. Segundo Bellingieri (2006), apesar das várias vantagens do filtro de barro sobre outros purificadores no mercado, historicamente as empresas produtoras não realizam propagandas de seus produtos. Além disso, ele muitas vezes é mais associado a uma peça de cerâmica, ao invés de uma solução para filtração de água. Nesse sentido, a atuação da Água na Caixa é de suma importância para que o ciclo se complete, e o filtro seja consumido na escala necessária para a criação do Fundo e a remuneração das artesãs.

4.2.5. Gestão de resíduos

Como exposto, o filtro de barro é um produto com alta durabilidade e, portanto, espera-se que o seu descarte seja realizado em baixa frequência. Nesses casos, em geral é possível a

reutilização em outros contextos, como por exemplo para vasos de plantas. Ele é composto principalmente de cerâmica do barro, e é considerado um resíduo de construção e demolição, podendo ser reciclada para utilização na construção civil.

Antes de ser queimado, entretanto, o barro é facilmente reciclado na própria produção. Resíduos da moldagem da argila podem retornar ao início do processo, de secagem e trituração, para incorporarem novamente a produção das peças. Portanto, a confecção dos filtros tem pouco ou nenhum resíduo.

4.2.6. Sustentabilidade

Pela descrição do produto aqui disposta, percebe-se que há grande preocupação com aspectos sociais no desenvolvimento e produção do Filtro Caixa. Desde a sua concepção, em parceria com o Movimento MÃOS, que se dedica para a valorização da expressão artística de comunidades marginalizadas. Na participação da Associação de Artesãos do Coqueiro Campo também se nota uma relação forte com o empoderamento feminino, uma vez que a atividade do artesanato em barro é também um meio de socialização e fortalecimento de conexões entre as mulheres do Campo Buriti. Além disso, são garantidas condições de trabalho decentes, com remuneração adequada à mão de obra.

Ainda no pilar social, o Fundo de Investimento Ambiental, financiado pela receita do produto, que será utilizado para a construção do poço artesiano no Vale do Jequitinhonha, facilitará o acesso à água potável por essa população. Isto também contribui para o desenvolvimento econômico da região, sendo outro pilar da sustentabilidade. Esta iniciativa está em linha com o objetivo de levar a água para todos, citado pela Água na Caixa.

O aspecto ambiental é observado na extração de recursos, feita pelas artesãs, que respeitam o ciclo de renovação natural e coletam o barro somente a cada 2 anos. A embalagem para transporte do Filtro também é composta de materiais recicláveis e reutilizáveis. O projeto também endereça a redução do consumo de plástico. Esta é a principal preocupação da Água na Caixa, que se dedica a tornar o consumo de água livre deste material em seu produto principal. A venda de água em caixas de papel cartonado (produzidas pela Tetra Pak) tem grande apelo ambiental. Entretanto, contribui pouco para a sustentabilidade social. Portanto, o projeto entra como um meio de gerar impacto positivo também nesta área.

4.3. O Produto 1 da Organização A

4.3.1. Sobre a organização e o setor

A Organização A é produtora de papéis para embalagens para empresas de bens de consumo, sob o propósito de “embalar o futuro”. A empresa comercializa com gráficas, distribuidoras e diretamente com produtores, nos setores farmacêutico, alimentício, e de embalagens em geral. Possui sede em Curitiba, no Paraná, e foi fundada em 1956. É controlada por uma holding formada pelas famílias fundadoras. Desde 2016, a Suzano Papel e Celulose passou a fazer parte do grupo de acionistas.

É a terceira maior fabricante de papelcartão do Brasil, e quarta da América Latina. Sua produção é distribuída em duas plantas, em Turvo (PR) e Embu das Artes (SP). Juntas, somam uma capacidade instalada de 160 mil toneladas por ano. A empresa possui cerca de 800 funcionários, distribuídos entre os complexos industriais, a sede administrativa, e um escritório comercial em Buenos Aires. Um quarto das vendas são realizadas para o mercado internacional, em 25 países diferentes, principalmente na Argentina, no Reino Unido, no Paraguai e em Portugal.

A empresa possui grande preocupação com a questão ambiental, e ao longo dos últimos anos vem intensificando o seu posicionamento como marca sustentável. Seu objetivo é tornar-se o principal player no mercado brasileiro no contexto de reciclagem de papelcartão. Esta transformação vem para se adequar às mudanças de comportamento do consumidor, que cada vez mais está cobrando responsabilidade frente aos impactos ambientais gerados pela produção e consumo. Além disso, a Organização A apoia os clientes com metas associadas ao desenvolvimento sustentável. Sobre isso, o Presidente da organização diz

A Sustentabilidade sempre será uma oportunidade para a [Organização A]. Nossos produtos e estratégia possuem este foco. Fazemos parte de um segmento com fortes resultados em ESG, o que nos motiva ainda mais a traçar este rumo. Mais que isso, o objetivo da Organização A é contribuir também para o atingimento dos compromissos dos *end-users* em temas vinculados à sustentabilidade.

Em 2009, recebeu selo FSC, por cumprir os protocolos de manejo florestal sustentável. Alguns anos depois, foi certificada pela ISO14001, que regulamenta o Sistema de Gestão Ambiental (SGA), e é baseado no tripé da sustentabilidade, considerando seus pilares econômico, social e ambiental. A empresa também possui os certificados ISO9001 e ISEGA, atestando que seus produtos têm um alto padrão de qualidade.

Dentro da Gestão Ambiental, a empresa possui iniciativas em diversos campos, promovendo a sustentabilidade de forma global na organização. Segundo o seu relatório de sustentabilidade, publicado em 2021, a Organização A possui metas para a redução de resíduos, do consumo de água, das emissões de gases do efeito estufa (GEE) e do consumo de energia. Também há um setor dedicado ao meio ambiente, que fiscaliza possíveis impactos na biodiversidade da região onde se situam as fábricas.

Além disso, a EC é dos um compromisso declarado pela empresa. Em linha com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a Organização A viabiliza o cumprimento da norma pela indústria de bens de consumo. A PNRS determina que fabricantes, comerciantes, consumidores e o poder público compartilham a responsabilidade pelo descarte correto dos resíduos sólidos. Em abril de 2022, foi regulamentado o Crédito de Reciclagem, que permite que as empresas financiem parte da logística reversa, garantindo a destinação correta do lixo. A Organização A faz parte desta cadeia, reaproveitando o material pós consumo para fabricação de novos produtos, e fornecendo créditos para os clientes.

4.3.2. Design e desenvolvimento do produto

A Organização A possui 13 linhas de papelcartão, formando um portfólio diversificado para atender diferentes finalidades. Entre eles, o Produto 1 se destaca pelo alinhamento com a EC, pois é produzido com 50% de material reciclado, utilizando fibras de pós e pré-consumo, na proporção de 3:2, respectivamente. Ele foi lançado em 2019, desenvolvido especialmente para atender a esta demanda por embalagens mais sustentáveis. Segundo a empresa, o produto ainda utiliza 50% de material virgem para manter uma qualidade competitiva no mercado, garantindo que ele tenha uma boa penetração. Além disso, evita desperdícios e perdas nas gráficas, que podem ser causados por falta de rigidez do papel.

O Produto 1 foi o primeiro papelcartão triplex do mercado brasileiro a integrar resíduos pós consumo na sua composição. A logística de captação destes materiais recicláveis foi feita em parceria com cooperativas de catadores, startups e empresas consumidoras. Em 2021, a Organização A foi selecionada para participação no BRDE Labs, que promove o desenvolvimento de tecnologias em inovação aberta, isto é, compartilhada entre as organizações. A empresa reconhece a importância da inovação para a criação de produtos e processos produtivos alinhados com os objetivos de desenvolvimento sustentável.

4.3.3. Processo produtivo

A produção do Produto 1 é feita na planta de Embu das Artes, selecionada por conta da proximidade com a cidade de São Paulo, facilitando os fluxos de materiais na logística reversa. Segundo a Organização A, a intenção foi especializar as fábricas. Enquanto a planta de Turvo fica próxima às florestas plantadas, e realiza a fabricação dos produtos de fibra virgem, a de Embu é focada na reciclagem. Está última é apelidada de “floresta de aparas” pela empresa, remetendo aos resíduos de papel que são reutilizados.

A produção do Produto 1 utiliza materiais pré-consumo, provenientes de sobras de gráficas e resíduos da própria fábrica que não chegaram ao consumidor final, e pós-consumo, resultantes da utilização pelo consumidor e descartados na coleta seletiva. Após o descarte, as cooperativas e empresas parceiras realizam o processo de separação e seleção das aparas, que são direcionadas para a fábrica e passam por uma inspeção antes de serem encaminhados à produção. Em 2021, mais de 2,5 mil toneladas de material pós consumo foram reciclados em Embu das Artes. Para a reciclagem, as fibras são extraídas e reaproveitadas na confecção de novos cartões, fechando o ciclo representado na Figura 12. “É a embalagem voltando a ser embalagem”, segundo uma das pessoas entrevistadas.

Figura 12 – Fluxo de logística reversa na produção do Produto 1



Fonte: Produção própria, adaptado de documentos apresentados pela Organização A

Neste fluxo, são contabilizados os Créditos de Reciclagem, certificados pelo Governo Federal no projeto Recicla+, aprovado em abril de 2022, em conjunto com a regulamentação da PNRS. Como exposto, estes créditos são utilizados por empresas de bens de consumo para comprovarem a reutilização e reciclagem dos resíduos causados pela sua produção. Como a logística reversa exige alto investimento e tem grande complexidade de implementação, a ideia é que as empresas possam financiar a operação de cooperativas e organizações que atestem a coleta e reinserção destes materiais no mercado. Os resíduos são classificados em lotes e associados a uma nota fiscal na geração do crédito. Para garantir a unicidade das notas e lotes neste fluxo, a Organização A usa a tecnologia *blockchain*.

Todo este processo é realizado em parceria com outras organizações. Dois projetos, desenvolvidos ao longo de 2021, criaram novos meios de coleta de material reciclável. O primeiro foi realizado em conjunto com o Starbucks, empresa do setor alimentício, e o Green Mining, startup de logística reversa. Foram instados pontos de coleta de copos, produzidos com um papelcartão não reciclado da Organização A, em algumas lojas do Starbucks. Estes coletores são recolhidos pela empresa e levados à planta de Embu das Artes, onde são reaproveitados na produção do Produto 1.

Outro projeto desenvolvido com a Green Mining foi a Estação Fábrica, em parceria com o Grupo Boticário, do setor de cosméticos e perfumaria, e a prefeitura de Embu das Artes. Consiste em um hub de coleta de papel e vidro, em que qualquer pessoa física pode levar os resíduos e receber um valor em troca. Dessa forma, são retirados os intermediários do fluxo, e o catador recebe o valor integral pelo material. Segundo a empresa, o valor recebido pode ser até 17 vezes maior do que o repasse feito em cooperativas e outras empresas de coleta.

Ainda na planta de Embu, foi realizado um projeto para a substituição parcial do gás natural pela biomassa como fonte de energia nas caldeiras, fazendo com que a empresa deixasse de emitir 21 mil toneladas de GEE por ano. Espera-se que a utilização da biomassa seja ampliada, com a aquisição de novas caldeiras, reduzindo em 70% as emissões de CO₂ até 2030. Além disso, houve uma redução de 25% no volume de água utilizado na fábrica, em comparação com o ano de 2019, atingindo um dos menores indicadores de consumo na produção de papelcartão. A planta também conta com uma instalação para tratamento da água que precisa retornar ao Rio Embu, de onde é feita toda a captação, de modo que o descarte seja sempre feito em qualidade superior à água captada.

4.3.4. Comercialização e consumo

A Organização A atua como fornecedora para gráficas, distribuidoras e empresas de bens de consumo. O Produto 1 é voltado para embalagem de farmacêuticos, cosméticos e alimentos pré-embalados, não sendo indicado para contato direto com o alimento. Segundo a empresa, a qualidade percebida pelo consumidor final é a mesma de cartões produzidos com fibras virgens. Porém, gráficas e indivíduos especializados podem notar algumas perdas de rigidez, que implicam na alteração dos processos de impressão e montagem da embalagem.

Este patamar, entretanto, foi conquistado com o avanço na tecnologia de produção. Anteriormente, havia muita resistência no mercado para a utilização de fibras pós consumo na fabricação do papelcartão, principalmente por conta da queda de qualidade. Nos últimos anos, as empresas passaram a aceitar melhor o cartão reciclável, criando uma demanda por esta linha de produtos.

Outro importante motivador foi a mudança de paradigma sobre a sustentabilidade. Segundo os entrevistados, atualmente “existe uma preocupação legítima do consumidor com o impacto ambiental”. Esta cobrança que o consumidor final exerce sobre as marcas tem incentivado a produção sustentável, integrando as metas de empresas de bens de consumo. Por conta disso, a sustentabilidade tornou-se um apelo de marketing. Para a empresa, a pandemia de COVID-19, iniciada no ano de 2020, também impulsionou essa preocupação entre os consumidores. Sobre isso, eles afirmam

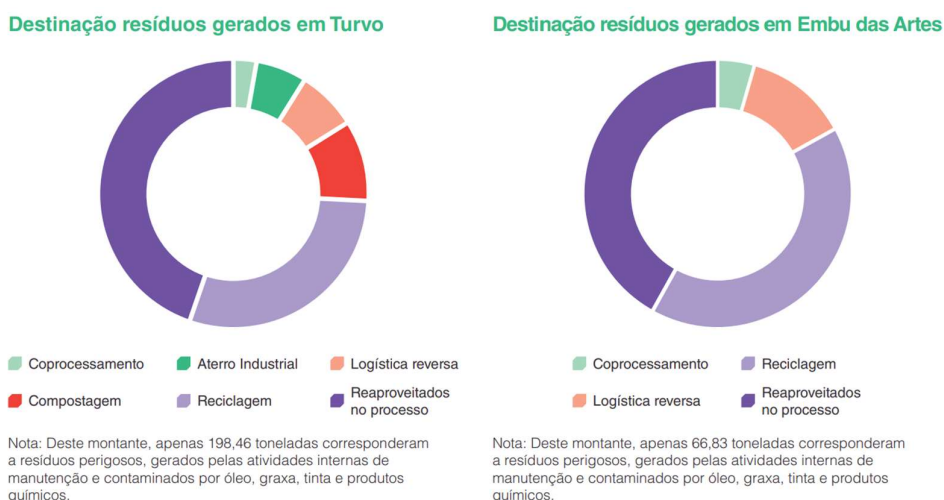
[Quando] você pega um material com apelo de reciclagem e de Economia Circular, também é marketing para a marca. Se o cartão é bom, se tem boa qualidade e vai dar uma boa embalagem, [as empresas] estão dispostas hoje. Depois do COVID-19 toda essa questão de Economia Circular e ESG, ganhou uma força muito grande. O mundo percebeu que [o planeta] tem uma data de validade.

Entretanto, o preço do Produto 1 é superior a outros produtos não sustentáveis, por conta da complexidade e alto custo da logística que envolve a coleta das aparas pós-consumo. O valor chega a ser maior do que cartões equivalentes, com uso de material reciclado, importados de outros países. Segundo a empresa, isto acontece, pois, a coleta seletiva no país é precária, exigindo um trabalho custoso de separação e seleção dos resíduos. Eles acreditam que é necessária uma conscientização da população e maior participação do poder público na correta destinação do lixo, para que os custos operacionais sejam reduzidos. Para a empresa, a iniciativa da Estação Fábrica, na planta de Embu das Artes, tem também um cunho educacional, pois confere aos resíduos um valor digno e uma separação adequada.

4.3.5. Gestão de resíduos

A Organização A tem uma grande preocupação com os impactos gerados pelos seus processos produtivos. Além dos projetos e iniciativas já listados aqui, outro importante compromisso que está associado à gestão de resíduos é o Aterro Negativo. Nesta iniciativa, ela garantirá que nenhum resíduo sólido gerado pela empresa seja destinado para um aterro e contribuirá com a destinação correta das embalagens no mercado. A planta de Embu das Artes já é Aterro Zero, ou seja, destina 100% dos seus resíduos para reciclagem, reaproveitamento, logística reversa ou coprocessamento. O foco da empresa agora é fazer com que a fábrica de Turvo também chegue neste estágio. A situação atual das unidades está ilustrada na Figura 13.

Figura 13 – Distribuição da destinação dos resíduos gerados pela Organização A



Fonte: Relatório de sustentabilidade anual da Organização A

A meta da empresa é reciclar 20 mil toneladas de aparas pós-consumo até 2025. Para atingir este objetivo, ela pretende ampliar os mercados de atuação do Produto 1 e concretizar o projeto NOA. Este último estuda a viabilidade de tornar a planta de Embu das Artes a base estratégica de portfólio de EC, posicionando a Organização A como o principal player no mercado brasileiro no contexto de reciclagem de papelcartão.

4.3.6. Sustentabilidade

Pelas iniciativas listadas, além das certificações FSC e ISO14001, fica claro o seu compromisso com a sustentabilidade ambiental. Além das motivações internas, a Organização A se posiciona como um meio de viabilizar o cumprimento da PNRS e dos objetivos de desenvolvimento sustentável pelas empresas de bens de consumo. Com a criação de uma cadeia

para EC, a empresa também incentiva o crescimento econômico, apoiando cooperativas e catadores, que realizam o fornecimento do material pós-consumo. Além disso, a inclusão de startups no ecossistema fomenta a inovação e criação de novos modelos de negócio.

Do ponto de vista social, destaca-se a remuneração de catadores de resíduos, cerca de 17 vezes acima do valor praticado pelas cooperativas, na Estação Fábrica. Questionada sobre o aumento de custo que esta iniciativa gera, a empresa se posicionou afirmando que a motivação é de cunho social e educacional, que mostra que esta cadeia de logística reversa deve ser valorizada. Ela relaciona este projeto com o objetivo de desenvolvimento sustentável de redução da pobreza.

Na entrevista, também foi destacado que há uma grande preocupação na Organização A com o trabalho digno, tanto de operadores internos, como de seus fornecedores e parceiros. Antes de formalizar o envolvimento com outras organizações, é feita uma checagem das condições de trabalho, levando em consideração a segurança dos trabalhadores, o uso de mão de obra infantil ou de trabalho análogo a escravidão. Segundo a empresa, este “é um outro lado da moeda que você fomenta quando tem uma cadeia bem estruturada”.

Vale pontuar também que, na unidade do Paraná, são realizados alguns projetos sociais com a comunidade de Turvo. No ano de 2021, cerca de 13,5 milhões de reais foram investidos na infraestrutura da cidade, aumentando o fornecimento de energia elétrica em torno da fábrica. Isto permitiu a ampliação das operações, gerando mais de 100 empregos, além do aumento da qualidade de vida das casas da região.

5. DISCUSSÃO

5.1. Características gerais

Para a análise dos resultados, primeiramente são apresentadas as características gerais das organizações entrevistadas e seus produtos, na Tabela 9. São mostrados os dados de natureza da organização, ano de fundação, número de funcionários e setor principal. Com relação ao produto, é informado o ano de lançamento, o tipo de desenvolvimento, o volume anual de produção, uma breve descrição com suas funcionalidades principais e seu público-alvo. Observa-se que há uma diversidade grande entre os perfis, que serão discutidos a seguir.

Tabela 9 – Características gerais das organizações entrevistadas e seus produtos

Organização	Sociedade do Sol	Água na Caixa	Instituto MÃOS	Organização A
Natureza	ONG	Empresa	ONG	Empresa
Ano de fundação	2001	2019	2016	1956
Nº de funcionários	7 voluntários	Não informado	10	Cerca de 800
Setor principal	Educacional	Água mineral	Decoração e artesanato	Papel e celulose
Produto	ASBC	Filtro Caixa		Produto 1
Ano de lançamento	1992	2021		2019
Desenvolvimento	Interno	Externo		Em parceria
Volume produzido	Não informado	300 unidades, em lote limitado		Cerca de 8 mil t/ano
Descrição e funções principais	Aquecedor de água doméstico com uso de energia solar	Filtro de barro, para purificação e armazenamento de água, que financia um Fundo de Investimento Ambiental		Papelcartão reciclado para produção de embalagens
Público-alvo	Classe baixa e média baixa (BOP)	Moradores urbanos de classe alta e média alta, preocupados com a sustentabilidade		Empresas de bens de consumo

Fonte: Elaboração própria

Começando pela natureza das organizações, metade das instituições entrevistadas são ONGs, ou seja, não possuem fins lucrativos. É o caso da Associação Sociedade do Sol e do Instituto MÃOS. Já a Água na Caixa e a Organização A são empresas, e lucram com a comercialização dos produtos. Além disso, vale destacar que o ASBC da Sociedade do Sol não chega a ser comercializado. A organização realiza apenas atividades educativas e de conscientização, distribuindo as instruções de montagem e produção do produto gratuitamente, como em um *open-source*.

Por conta disso, a ONG se posiciona como sendo do setor educacional. Já a Organização A é do setor de papel de celulose, atendendo outras empresas na produção de embalagens. O Instituto MÃOS realiza atividades de apoio e valorização da cultura de artesãs brasileiras, e a Água na Caixa comercializa água mineral em caixas cartonadas, produzidas em parceria com a Tetra Pak. Dessa forma, diferentemente dos outros casos, o Filtro Caixa é um projeto paralelo à atividade principal exercida pela empresa.

Com exceção da Organização A, todas as organizações foram fundadas já neste século, embora a Sociedade do Sol tenha iniciado o desenvolvimento do ASBC em 1992. As instituições responsáveis pelo Filtro Caixa são as mais recentes, com menos de 5 anos de história. Nesse sentido, a Organização A se diferencia pelos 66 anos de operação. Ela também possui o maior número de funcionários, sendo uma empresa de grande porte e bem consolidada no mercado. Já a Água na Caixa é uma *startup* e, portanto, está em crescimento e ainda possui alto nível de incerteza. Cabe observar que a empresa não informou com precisão a quantidade de trabalhadores. Na Sociedade do Sol, destaca-se o fato de que as atividades são desenvolvidas por voluntários eleitos a cada 4 anos.

Com relação aos produtos, o ASBC é o mais antigo, divulgado pela primeira vez na Conferência Rio 92. Consiste em um sistema de aquecimento de água por meio da energia solar, e seu desenvolvimento foi realizado internamente, por pesquisadores que fundaram a Sociedade do Sol. Já o Filtro Caixa e o Produto 1 foram lançados nos últimos 3 anos. O primeiro foi desenvolvido externamente, pela Associação dos Artesãos de Coqueiro Campo, utilizando uma técnica popular de confecção de filtro de barro. Além disso, é um projeto assinado por duas organizações. O Produto 1 é um papelcartão, utilizado na produção de embalagens e formado por 50% de material reciclado. É fruto de um desenvolvimento interno, em parceria com outras empresas, principalmente na execução do seu ciclo de logística reversa.

Outra diferença observada entre os produtos é o volume de produção. Enquanto o Filtro Caixa é uma edição limitada, o Produto 1 possui uma escala industrial. O objetivo do projeto da Água na Caixa e do Instituto MÃOS é a criação de um Fundo de Investimento Ambiental, para a construção de um poço artesiano na comunidade de Campo Buriti. Portanto, possui uma quantidade finita de 300 unidades. Porém, o Produto 1 constitui uma das linhas de produtos da Organização A, que produz cerca de 8 mil toneladas por ano, e procura expandir a sua penetração de mercado. Vale observar que a Sociedade do Sol não possui registro da quantidade de ASBCs montados, pois o acesso ao manual é livre e aberto na internet.

5.2. Categorias de análise

A seguir, serão apresentadas as discussões acerca dos resultados apresentados, para cada categoria de análise, como definido na Tabela 8. Primeiro, é delimitado o assunto de cada tópico, pela descrição dos códigos avaliados. Em seguida, são detalhados os valores atribuídos a cada produto, e estes são comparados entre si, para uma análise cruzada.

5.2.1. Design e desenvolvimento do produto

Nesta categoria, avalia-se o processo de desenvolvimento do produto, por meio dos códigos de Design e Facilidade de uso. O primeiro é uma estratégia de EC, realizada por meio do desenho de um produto projetado para ser reciclado, reutilizado ou remanufaturado, ou então, para consumir poucos recursos na produção ou durante o uso pelo consumidor. Outro aspecto importante é a durabilidade projetada, evitando a criação de produtos descartáveis e diminuindo o consumo de bens materiais de forma indireta. Já a facilidade de uso é um princípio da IF, em produtos caracterizados pela adaptabilidade e uso intuitivo. Além disso, avalia-se o grau de inovação do produto. Na Tabela 10 consta o valor atribuído para cada produto dentro destas categorias e uma breve justificativa, que serão detalhadas a seguir.

Tabela 10 – Avaliação dos códigos de design e desenvolvimento do produto

Código	ASBC	Filtro Caixa	Produto 1
Design (EC – D)	++ Utiliza poucos insumos e materiais recicláveis. Mas há pouca ênfase para a reciclagem	++ Produto com alta durabilidade, feito de materiais renováveis. Mas há pouca ênfase para a reciclagem	+++ Desenhado para utilizar material reciclado, em uma logística reversa estruturada
Facilidade de uso (IF – FU)	+++ Produto simples e inovador, desenhado para ser montado por pessoas não especializadas	++ Reprodução de uma inovação de uso simples e intuitivo, criada anteriormente	+ Utiliza inovações na operação da logística, mas é um produto tradicional, com uso padrão

Fonte: Elaboração própria

Começando pela avaliação do Design, o Produto 1 é um produto criado especialmente para a utilização de materiais reciclados em sua composição. Para tanto, a Organização A estruturou uma cadeia de logística reversa, que envolve a compra de aparas de cooperativas e catadores, além de pontos de coleta no momento do descarte pelo consumidor. A empresa utiliza o termo “Economia Circular” de maneira consistente na descrição dessa iniciativa.

Já o ASBC e o Filtro Caixa, endereçam parcialmente questões de sustentabilidade ambiental por meio do desenho do produto. Ambos utilizam materiais com baixo impacto, e solucionam problemas ligados a poluição. O ASBC incentiva o uso de fontes de energia renováveis e sem emissões de GEE, e o Filtro Caixa estimula a diminuição no consumo de plástico. Porém, as organizações dão pouca ênfase em estratégias de reciclagem ou remanufatura, e não oferecem ao consumidor instruções de descarte do produto, de forma que o ciclo de vida não é avaliado de maneira global.

Com relação a facilidade de uso, o ASBC se destaca. Ele foi projetado especialmente para montagem e produção por pessoas não especializadas, utilizando o conceito de bricolagem, e em adaptação a uma prática já utilizada no país. Os materiais utilizados são facilmente encontrados, e possuem baixo custo, eliminando muitas barreiras ao uso da energia solar. Além disso, é inovador tanto pela criação de uma nova solução para o aquecimento de água doméstico, como pela disrupção em relação aos métodos tradicionais de produção de células fotovoltaicas. É importante pontuar também que o entrevistado da Sociedade do Sol era o único que conhecia o termo “Inovação Frugal”, e o reconhecia nas aplicações da organização.

O Filtro Caixa possui um grau menor de inovação, pois reproduz técnicas populares de manipulação do barro de forma intencional. Porém, o reinsere no mercado de outra maneira, se diferenciando principalmente pelo uso do marketing. Além disso, o filtro de barro em si é fruto de uma inovação frugal do século XX, que transformou a forma como os centros urbanos consumiam água para uso doméstico. Partindo de uma ideia simples e construído com poucos materiais, o produto tornou a água potável algo acessível, em uma época em que o saneamento básico não era uma realidade na maior parte das residências.

Por fim, o Produto 1 carrega ainda menos inovação. O seu processo produtivo foi remodelado para incluir práticas mais sustentáveis, viabilizando a logística reversa e a redução dos impactos ambientais na fabricação. Para tanto, contou com a parceria com *startups* e programas de desenvolvimento de tecnologias. Porém, o produto em si não gera novas funcionalidades, ou um padrão de consumo diferente. Portanto, a inovação reside apenas na modificação de algumas etapas do processo.

5.2.2. Processo produtivo

Na análise do processo produtivo, são avaliados dois códigos relacionados a estratégias da EC, Manufatura e Energia. Ambos são medidos com base na fabricação dos produtos,

levando em consideração os métodos e materiais. Aplicam-se estratégias de aumento da eficiência no uso dos insumos e uso de energia de fontes renováveis e não poluentes. Assim como na categoria anterior, a Tabela 11 exibe os valores atribuídos a cada produto, por código, e uma breve justificativa. Os dados serão analisados em mais detalhes a seguir.

Tabela 11 – Avaliação dos códigos de processo produtivo

Código	ASBC	Filtro Caixa	Produto 1
Manufatura (EC – M)	+++ Produção com poucos insumos, e reaproveitamento de material no processo	+++ Produto utiliza basicamente uma matéria prima, de fonte renovável, e sem energia elétrica	++ Produção com redução de consumo de insumos, mas em escala industrial
Energia (EC – E)	+++ Contribui para o uso de energia solar, uma fonte renovável	+++ Produção artesanal. Não há uso de energia elétrica	+ Produção de energia em transição para fontes renováveis

Fonte: Elaboração própria

O ASBC é produzido por meio da bricolagem, termo utilizado pela própria Sociedade do Sol na descrição do aquecedor. Ou seja, o consumidor realiza a compra dos materiais e a montagem sozinho, com suas próprias ferramentas. A organização oferece apenas um manual que contém instrução para construção e eventuais reparos, além do contato de alguns operadores treinados. A montagem é realizada apenas com energia mecânica, para o corte, encaixe e fixação de peças de PVC. Além disso, os tubos são reaproveitados na confecção dos diferentes componentes. Além disso, o produto em si contribui para o uso de energia solar, uma fonte renovável e não poluente.

O Filtro Caixa é um filtro de barro, produzido pelas artesãs do Campo Buriti, um povoado no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais. A produção utiliza técnicas tradicionais de manejo do barro, sem uso de energia elétrica. O material base, extraído do barreiro localizado na região, é renovável. E, no processo de extração, é respeitado o seu ciclo de renovação, de forma que ela ocorre somente uma vez a cada dois anos. Sobras de barro da moldagem, antes da queima, também são utilizados como matéria-prima. Dessa forma, estes dois produtos receberam o valor máximo na avaliação dos dois códigos apresentados.

Já o Produto 1, não possui tanto destaque em termos na fabricação. Embora a empresa tenha diversas iniciativas para redução do impacto ambiental da produção, como a redução do uso de insumos e o projeto Aterro Negativo, ela ainda se caracteriza por uma escala industrial.

Diferentemente dos casos anteriores, em que o processo é fundamentalmente sustentável, a Organização A aplica essas melhorias para se adequar a uma nova realidade de mudança climática e uma tendência de mercado, como declara a própria empresa.

Ainda assim, a manufatura é avaliada com dois pontos, pois há a utilização de material reciclado, além da redução no consumo de água, energia e descarte de resíduos. Já do ponto de vista de energia, parte do processo ainda corre com a queima de gás natural, uma fonte não renovável e emissora de GEE. Porém, a empresa reconhece este problema, e está em realizando a transição para uso de biomassa.

5.2.3. Comercialização e consumo

A categoria de comercialização e consumo procura analisar como é feito o contato com o consumidor, de que forma ele é caracterizado, e como ele se relaciona com o produto. Para tanto, é utilizado o código Consumo, que lista a redução no consumo de bens materiais como uma estratégia de EC. Além disso, o código de Eficiência de custo, um princípio de IF, avalia se ele possui qualidade suficiente, isto é, focado em suas funções principais. Também é avaliado o custo final do produto, e se este atende as classes da BOP. Os valores atribuídos e a justificativa constam na Tabela 12.

Tabela 12 – Avaliação dos códigos de comercialização e consumo

Código	ASBC	Filtro Caixa	Produto 1
Consumo (EC – C)	+	+++	-
	Substitui a necessidade de uso de placas fotovoltaicas, de menor reciclabilidade	A utilização do produto previne o consumo de água mineral em garrafas ou galões plásticos	O produto não tem incentivos diretos para a redução do consumo de bens materiais
Eficiência de custo (IF – EC)	+++	+	+
	Simplificação da tecnologia, focando apenas no aquecimento de água, e de baixo custo	Solução simples, comparado a alternativas do mercado, mas com preço muito elevado	Redução pouco significativa da qualidade e preço mais elevado do que produtos equivalentes

Fonte: Elaboração própria

Na avaliação do padrão de consumo destes produtos, o Filtro Caixa se destaca, pois a sua solução previne o consumo de embalagens descartáveis de água mineral. A função principal do filtro é a purificação de água, portanto, não há necessidade de compra de garrafas ou galões, uma vez que pode ser utilizada a água encanada. Além disso, o filtro possui alta durabilidade, e não necessita de trocas constantes. O único componente que precisa ser substituído é a vela

filtrante. Porém, ela é composta de materiais recicláveis, e a troca pode ser realizada em períodos de seis meses a um ano, apenas.

O ASBC substitui a necessidade de painéis fotovoltaicos para o uso da energia solar no aquecimento de água. Porém, atinge um público-alvo que dificilmente faria o consumo desta tecnologia, por conta de seu custo elevado. Portanto, foi considerado que há baixo uso na estratégia de redução de consumo de bens materiais. Já no Produto 1, não foi identificado o uso deste recurso. Existe, inclusive, um estímulo ao consumo do produto, mesmo que em substituição de soluções com maior impacto ambiental.

Na avaliação do aspecto de eficiência de custo, o único produto que se encaixa de maneira completa é o ASBC. Ele é desenhado para classes baixas, utilizando materiais simples e sem um controle rígido de qualidade. Possui o custo final equivalente a 10% do valor de um painel fotovoltaico. Na comparação com esta tecnologia, a Sociedade do Sol procurou desenvolver um produto focado apenas no aquecimento de água. Não chega a ocorrer a transformação da energia solar em elétrica, o que contribui significativamente na redução da complexidade da solução. Além disso, reduz e até 30% os gastos com energia elétrica das famílias. Dessa forma, foi atribuído valor máximo neste código.

Os demais produtos receberam apenas um ponto no aspecto de eficiência de custo. Principalmente pelo fato de que seu valor para o consumidor é superior a soluções equivalentes. Ambas as empresas se justificam pela ideia de que produzir de forma sustentável tem um custo mais alto, principalmente no Brasil. Dessa forma, não são direcionados para a BOP. O Filtro Caixa possui uma concentração em funções principais, em comparação com purificadores elétricos, por necessitar de enchimento manual e não refrigerar a água, apesar de mantê-la fresca. Porém, seu custo chega a ser superior a cinco vezes o valor de um filtro de barro regular. Já o Produto 1 não possui uma elevação tão expressiva do preço, mas tem redução pouco significativa da qualidade. Segundo a empresa, o consumidor final não especializado não é capaz de diferenciar o produto de outros cartões, que não utilizam aparas recicladas.

5.2.4. Gestão de resíduos

Para avaliação da gestão de resíduos na cadeia de cada produto, são avaliadas as estratégias de EC de Descarte e Coleta e Reciclagem, recuperação e remanufatura. O primeiro observa se há uma logística de devolução dos produtos após o consumo, ou instruções para um descarte responsável. Já o segundo avalia se a empresa utiliza técnicas de reaproveitamento

deste material, uma vez descartado pelo consumidor. Na Tabela 13 são exibidos os valores atribuídos para cada código, em cada produto, e sua justificativa.

Tabela 13 – Avaliação dos códigos de comercialização e consumo

Código	ASBC	Filtro Caixa	Produto 1
Descarte e coleta (EC – DC)	- Não há instruções sobre o descarte do produto após o uso	- Não há instruções sobre o descarte do produto após o uso	+++ Possui logística de coleta do produto após o consumo
Reciclagem, recuperação e remanufatura (EC – RRR)	+ Não há utilização de materiais reciclados na produção, porém estes são recicláveis após o uso	+ Não há utilização de materiais reciclados na produção, porém estes são recicláveis após o uso	+++ 50% do material utilizado na produção é reciclado, sendo 30% de pós-consumo

Fonte: Elaboração própria

Percebe-se pelo quadro acima que a Organização A é a única empresa que endereça estes dois aspectos de maneira consistente. O seu produto está inserido em uma logística reversa, que faz a coleta do produto após o uso, e realiza a compra de aparas coletadas por cooperativas. A empresa também possui um ponto próprio de coleta de resíduos, entregues por pessoas físicas, localizado junto a fábrica. Este material volta à produção, compondo metade das fibras do Produto 1. Além disso, os seus consumidores diretos, empresas de bens de consumo, utilizam a própria embalagem para dar visibilidade desta reciclagem e instruir o consumidor para o descarte correto. Vale destacar que a empresa utiliza o termo “Gestão de resíduos”, assim como ESG e SGA, na divulgação de suas iniciativas sustentáveis.

Já o ASBC e o Filtro Caixa possuem perfis parecidos, no que tange a utilização das estratégias dessa categoria. Ambos não realizam a instrução de descarte, tampouco contribuem para a coleta destes materiais após o consumo. Porém, diferentemente do Produto 1, estes são produtos duráveis, e não são descartados com a mesma frequência de embalagens. E, embora não haja o uso de materiais reciclados na produção, eles são recicláveis.

5.2.5. Sustentabilidade

Por fim, será avaliada a sustentabilidade da cadeia como um todo, considerando seus pilares social, ambiental e econômico. Do ponto de vista social, devem ser criadas estratégias para a redução da pobreza, o empoderamento de populações marginalizadas e a manutenção de condições trabalho decentes. Já para o ambiental, devem ser endereçados os problemas de poluição e preservação dos recursos naturais. E o aspecto econômico avalia a sustentação dos

modelos de negócio no longo prazo, além do estímulo ao crescimento econômico e o uso eficiente dos recursos. A Tabela 14 contém a avaliação de cada código, e uma breve descrição de como cada produto endereça aquele pilar. Adiante, essas estratégias serão apresentadas com mais detalhes.

Tabela 14 – Avaliação dos códigos de comercialização e consumo

Código	ASBC	Filtro Caixa	Produto 1
Social (S – S)	+++ Torna o uso da energia solar acessível para a BOP, diminuindo seu custo de vida, e empoderando pela educação	++ Valorização da cultura de povos marginalizados, garantindo uma remuneração digna. Porém, o faz em projeto de curto prazo	+ Endereça a questão social em apenas um ponto da cadeia, pela garantia de trabalho decente dos catadores
Ambiental (S – A)	++ Estimula a utilização de energia solar, uma fonte renovável, mas não discute questões de descarte e reciclagem dos materiais	+ Diminui o consumo de plástico, e respeita a renovação de materiais, mas não discute questões de descarte e reciclagem destes	+++ Produção com uso de materiais recicláveis, iniciativas para redução do uso de energia e água, e sem descarte em aterro
Econômica (S – E)	+ Utilização eficiente dos materiais. Mas não há geração de receita e estímulo ao crescimento econômico	++ Promove o crescimento econômico de povos marginalizados. Porém, o faz em projeto de curto prazo	+++ Promove o crescimento econômico em maior escala, com apoio às cooperativas e geração de empregos

Fonte: Elaboração própria

Do ponto de vista social, o ASBC amplia a acessibilidade do uso de energia solar, que tem o potencial de diminuir os custos de vida, no que tange o consumo doméstico de energia. Porém, o propósito da Sociedade do Sol, com este e outros projetos, é maior. A organização visa conscientizar a população mais pobre sobre o uso eficiente de energia, além de fornecer informações a respeito do histórico desse setor, explicar como é calculada a tributação e desaconselhar a instalação de redes informais de transmissão, que podem oferecer riscos à saúde. Isto é uma estratégia de empoderamento desta comunidade da BOP, oferecendo uma visão crítica a respeito do uso da energia.

O Filtro Caixa também endereça problemas sociais importantes, por conta da parceria do Instituto MÃOS com a Associação dos Artesãos do Coqueiro Campo. As atividades de produção de peças de barro são uma importante fonte de renda para as artesãs, além de ocupar um papel de socialização e apoio emocional. Dessa forma, estimula o empoderamento

feminino, e cria condições de trabalho decentes. Também contribui para redução da pobreza, por meio da remuneração digna ao trabalho dessas mulheres. Porém, sua produção é um projeto finito, com uma produção limitada a 300 peças. Então, embora possua grandes benefícios, estes não serão aplicadas em larga escala ou no longo prazo.

Já o Produto 1, apenas tangencia a questão social. A empresa enuncia sua preocupação com condições de trabalho decentes em seus parceiros, e isto é um critério importante na seleção de fornecedores. Além disso, por meio da Estação Fábrica, que coleta resíduos de papel e vidro, os catadores recebem uma remuneração digna, acima da praticada por cooperativas. A empresa destacou que este é considerado um investimento social, que tem o potencial de reduzir a pobreza e conscientizar a população sobre o valor do lixo. Porém, a coleta não representa a fonte principal de aparas para a produção, e este é a única participação de pessoas marginalizadas ou da BOP na cadeia.

Do ponto de vista ambiental, entretanto, a Organização A se destaca. A empresa possui duas certificações relacionadas com o compromisso ao meio ambiente, o FSC e a ISO14001. Esta última regula a criação de um SGA, e, portanto, a Organização A foi a única organização contatada em que se observou o uso de termos como Gestão de Resíduos, ESG e PNRS. A empresa demonstra ter boa consciência sobre os impactos gerados por sua produção, e traçou planos concretos para reduzi-los. Como, por exemplo, a redução no uso de água, que atingiu o menor patamar do setor, e o esforço de não direcionar nenhum resíduo da fábrica para aterros. Além disso, o Produto 1 foi desenhado para utilização de material reciclado, fazendo parte da linha sustentável da marca. A logística reversa estruturada para este produto também está em conformidade com a PNRS, e já aplica o comércio de Créditos de Reciclagem, regulamentados há poucos meses.

Já o ASBC e o Filtro Caixa possuem menos conexão com este tema. Diferentemente do Produto 1, estes produtos não se posicionam como uma alternativa ao impacto ambiental, e possuem um discurso mais ligado a questões sociais. Ainda assim, ambos aplicam estratégias de preservação de recursos naturais e redução da poluição. Porém, a mesma justificativa utilizada para a avaliação do Filtro Caixa no código anterior se aplica neste caso. Então, por se tratar de um projeto de curto prazo, seu impacto é ainda mais reduzido.

O ASBC é uma forma de aproveitamento da energia solar, uma fonte renovável e que não emite GEEs. Além disso, diminui a dependência da energia hidrelétrica, principal componente da matriz brasileira, que é dependente do regime de chuvas. O Filtro Caixa reduz

o consumo de plástico, fazendo com que o consumidor não tenha mais a necessidade de comprar água mineral engarrafada para consumo doméstico. A produção também é feita de maneira artesanal, sem uso de energia elétrica, e a extração de matéria prima é feita com respeito ao ciclo de renovação do barro. Além disso, ambos utilizam insumos recicláveis, apesar de não orientar o usuário para o descarte adequado. A questão do reaproveitamento dos materiais após o consumo não endereçada por nenhum dos dois produtos.

No campo econômico, o Produto 1 também demonstra melhor desempenho, por conta de ser produzido em escala industrial. Dessa forma, o movimento econômico gerado é bem maior, com a exploração de um novo segmento de mercado. A cadeia estruturada pela Organização A forma um ecossistema, com múltiplos fornecedores impactados positivamente, incluindo as cooperativas que coletam e separam os materiais recicláveis. Isto também estimula a criação de empregos. A empresa também se preocupa com a eficiência dos recursos utilizados, e possui metas para a redução do consumo de água e energia na produção.

O Filtro Caixa tem o objetivo de financiar um Fundo de Investimento Ambiental, que será destinado para a criação de um poço artesiano na comunidade de Campo Buriti. Esta iniciativa tem o potencial de gerar um crescimento econômico na região, que com o abastecimento de água poderá desenvolver novas atividades econômicas. Além disso, a remuneração que as artesãs recebem pela produção também exercem este papel de levar mais oportunidades e recursos para a comunidade. Porém, a produção do produto não é possível de ser feita em escala, considerando o desenho do projeto, pois a manufatura é artesanal. Dessa forma, o impacto econômico fica limitado.

Por fim, o ASBC possui pouca relação com a sustentabilidade econômica. Por não ser um produto comercializado, ele não gera receita, tampouco aumenta a oferta de empregos ou fornece recursos para os trabalhadores. Dessa forma, o estímulo ao crescimento econômico acontece apenas por meio da redução do valor pago no consumo de energia elétrica, que pode ser direcionado para mercados que movimentem mais a economia, como o comércio de bens e serviços. A montagem do aquecedor também faz um uso eficiente dos materiais, e possui um custo muito inferior a soluções equivalentes, sendo economicamente sustentável para o usuário.

Cabe observar que, diferentemente das categorias de análise anteriores, os produtos possuem poucas semelhanças entre si no que tange a sustentabilidade. Cada organização endereça estas questões de maneira particular, mesmo que com objetivos semelhantes. Além

disso, não há uma preferência por um pilar em específico, embora nenhum caso leve os três em consideração de maneira igualitária.

5.3. Avaliação global

Após a discussão realizada por meio das categorias de análise, será feita uma avaliação global de cada produto, e de que forma eles se assemelham ou se diferenciam entre si. A Tabela 15 foi construída com base nos valores atribuídos na seção anterior. Porém, diferentemente da organização por categorias, ela foi agrupada pelos objetivos do estudo. Os tópicos principais de cada objetivos são EC, IF e Sustentabilidade, respectivamente.

Tabela 15 – Avaliação global dos códigos para cada produto

Objetivo	Código	ASBC	Filtro Caixa	Produto 1
(i)	Design (EC – D)	++	++	+++
	Manufatura (EC – M)	+++	+++	++
	Energia (EC – E)	+++	+++	+
	Consumo (EC – C)	+	+++	-
	Descarte e coleta (EC – DC)	-	-	+++
	Reciclagem, recuperação e remanufatura (EC – RRR)	+	+	+++
(ii)	Facilidade de uso (IF – FU)	+++	++	+
	Eficiência de custo (IF – EC)	+++	+	+
(iii)	Sustentabilidade social (S – S)	+++	++	+
	Sustentabilidade ambiental (S – A)	++	+	+++
	Sustentabilidade econômica (S – E)	+	++	+++

Fonte: Elaboração própria

O ASBC é uma solução frugal, que representa bem os princípios de facilidade de uso e eficiência de custo. A organização utiliza o termo “Inovação Frugal” para descrever o aquecedor. É um produto barato, que utiliza materiais fáceis de serem encontrados, com processo de montagem realizado pelo próprio usuário. Além disso, procura resolver um problema complexo de maneira simples, ampliando o acesso à energia solar para consumo doméstico. Dessa forma, também se relaciona parcialmente com a EC, pois favorece o uso de uma fonte renovável e não poluente de energia. Os materiais utilizados na montagem são recicláveis, porém, não há orientação para o descarte do aquecedor após o uso, ou

recomendações acerca do uso de materiais reciclados. Embora tenha alta durabilidade, os manuais da organização não fazem nenhuma menção a estas questões, inclusive para resíduos gerados no processo de montagem. Além disso, não é um produto comercializado, uma vez que a Sociedade do Sol realiza apenas atividades educacionais. Então, possui pouca relação com a sustentabilidade econômica.

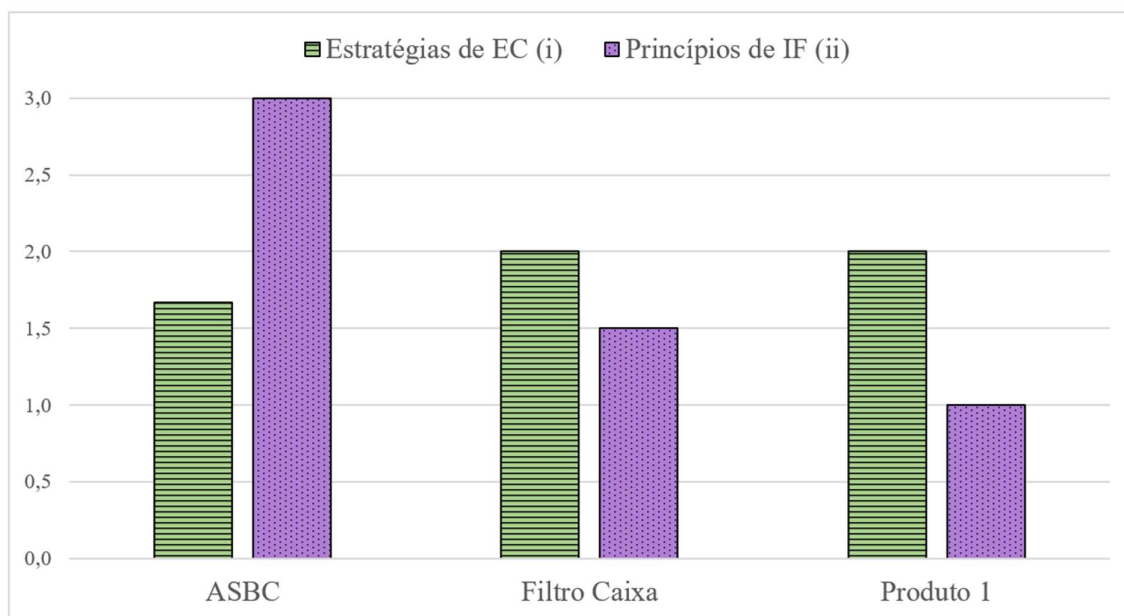
O Filtro Caixa é produzido de maneira artesanal, com uso de técnicas tradicionais de manejo do barro, um material renovável. O seu uso previne o consumo de água mineral em embalagens descartáveis de plástico, pois funciona como um purificador, estimulando o uso de garrafas e copos duráveis. Porém, assim como o ASBC, também não possui indicações para um descarte correto, mas se trata de um produto com alta durabilidade. O filtro de barro é um exemplo clássico de IF, pois é uma solução esperta, de baixo custo, com qualidade inferior a purificadores elétricos, mas que entrega o suficiente para a consumo de água fresca e potável. Este produto se diferencia dos filtros clássicos pelo uso de marketing na promoção de venda, e pelo custo elevado. Portanto, quebra alguns princípios da frugalidade.

A produção é realizada por artesãs do Campo Buriti, uma comunidade marginalizada. O produto garante uma remuneração digna, além de uma oportunidade de ocupação, que funciona como meio de socialização e apoio emocional. Além disso, um quarto da renda é direcionada para a construção de um poço artesiano na região. Este é o objetivo principal do projeto e, portanto, ele possui um número limitado de unidades produzidas. Dessa forma, os impactos sustentáveis positivos da iniciativa se aplicam em pequena escala, afetando apenas algumas famílias, e por um curto período.

O Produto 1 é um produto criado para atender uma tendência de mercado por produtos mais sustentáveis, aliado a preocupações com as mudanças climáticas, e a regulamentação da PNRS. Ele é uma representação da EC, e executa uma logística reversa para a coleta de material reciclado, que é incorporado na composição do produto. Sua produção é feita de maneira industrial, com uso reduzido de água e energia, e redirecionamento dos resíduos, evitando que sejam direcionados para aterros. Portanto, percebe-se que há uma forma relação com a sustentabilidade ambiental. Entretanto, possui pouca aplicação da IF, sendo um produto com pouca inovação, qualidade similar aos equivalentes e custo mais alto. Porém, possui projetos em paralelo de coleta de resíduos diretamente com os catadores, que recebem uma remuneração digna. Além disso, a empresa expressa preocupação com condições decentes de trabalho.

As Figuras Figura 14 e Figura 15 ilustram de maneira gráfica os dados apresentados, para facilitar o processo de comparação entre os produtos, considerando os três objetivos definidos para este estudo. Na Figura 14, os valores apresentados representam a média entre as avaliações dos códigos relacionados a cada objetivo.

Figura 14 – Média de avaliação de Economia Circular e Inovação Frugal por produto



Fonte: Elaboração própria

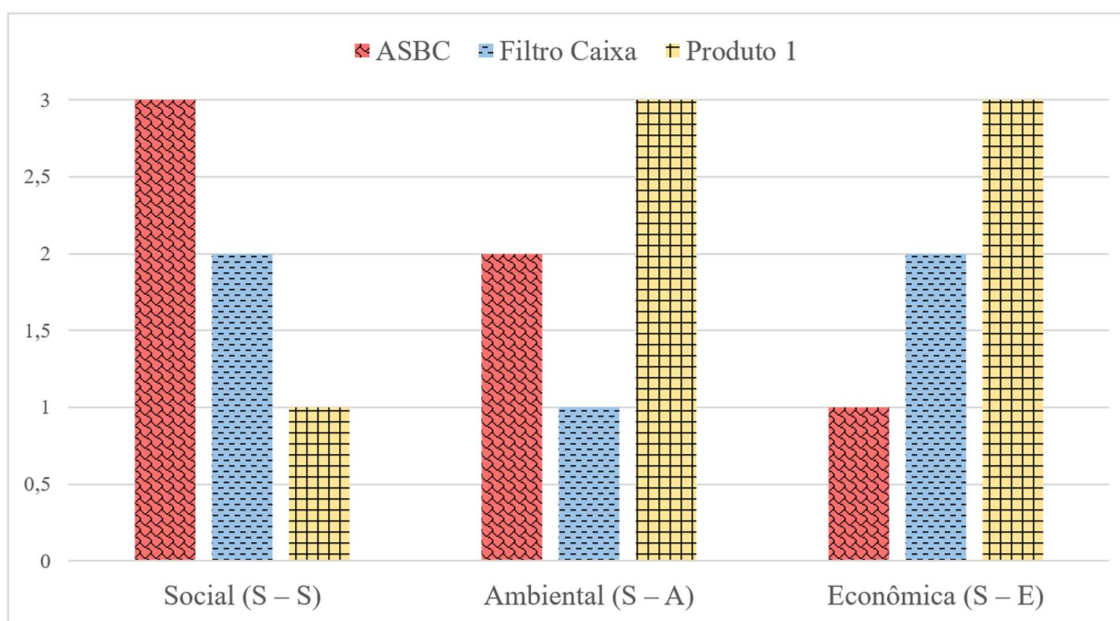
O primeiro objetivo é definido para “Entender como as organizações aplicam as estratégias de Economia Circular”, e foi dividido entre as diferentes partes da cadeia de valores. De maneira geral, foi observada a aplicação de muitas estratégias e EC. Na Figura 14, observa-se que há pouca variação na avaliação dessas estratégias dentro de cada produto estudado. O ASBC possui menor relação com o tema, em comparação com os demais. Porém, nenhum produto aplica as estratégias de EC em todos os pontos da cadeia de maneira consistente. Isto pode se justificar pela abrangência das estratégias mapeadas, de forma que a criação de um produto que enderece todas as estratégias não seja viável.

Observam-se algumas deficiências importantes, do ponto de vista circular. Destaca-se a falta de orientação sobre o descarte do ASBC e do Filtro Caixa, incluindo as velas utilizadas neste último, que devem ser trocadas uma vez por ano. No Produto 1, os pontos da cadeia que possuem menos circularidade são os consumidores, onde não há uma mudança no padrão de consumo de bens materiais, e na fabricação, que utiliza alguns químicos e fontes não renováveis de energia. Portanto, há espaço para melhoria destes indicadores nas organizações.

No segundo objetivo, “Entender como as organizações aplicam os princípios de Inovação Frugal”, a variação entre os produtos é maior. Foi identificado que todos possuem pelo menos uma aplicação dos princípios de IF, porém em graus diferentes. Enquanto o ASBC é um exemplo de solução frugal, o Filtro Caixa e o Produto 1 não são direcionados para as classes baixas e possuem menor grau de inovação. Estes dois produtos, em comparação com soluções equivalentes, não passaram pelo processo de concentração em funções principais, e consequente perda de qualidade, característico da IF.

Na comparação entre os dois conceitos, também é interessante observar que, embora distribuídos de maneira diferente, ambos possuem uma média geral de aplicação de 1,8. Ou seja, não foi observado uma prevalência global de aplicação um conceito sobre o outro. Porém, olhando para cada produto de maneira individual, apenas o Filtro Caixa manteve um equilíbrio entre eles. No ASBC e no Produto 1 há uma clara predominância de aplicação da IF e EC, respectivamente. Este fato também se verifica pelo vocabulário utilizado por cada organização. Enquanto a Sociedade do Sol aplicava o termo “Inovação Frugal” na descrição das suas iniciativas, as outras não conheciam este conceito. Já a EC, embora fosse conhecida por todos os entrevistados, era utilizada com propriedade apenas pela Organização A, além de outros termos ligados a sustentabilidade, como ESG, GEEs e SGA.

Figura 15 – Avaliação da Sustentabilidade por produto



Fonte: Elaboração própria

Na Figura 15, o gráfico ilustra a avaliação dos códigos de sustentabilidade, relacionado com o terceiro objetivo: “Entender como as aplicações de Economia Circular e Inovação Frugal contribuem para a sustentabilidade”. Diferentemente da figura anterior, este está organizado por código, para favorecer a análise cruzada dos produtos.

Como discutido, a sustentabilidade é um conceito amplo, que não possui estratégias bem definidas para sua aplicação. Dessa forma, os produtos apresentam uma variedade grande de maneiras para ser sustentáveis. Além disso, existe muita variação da qualidade e consistência dessas aplicações, e nenhum pilar é predominante, existe um equilíbrio na valoração geral de cada código. Porém, todas as organizações declararam preocupações com estas questões, e enxergam que a geração de impacto sustentável faz parte da motivação para o desenvolvimento destes produtos. Portanto, pode-se dizer que a contribuição das aplicações de EC e IF para a sustentabilidade existe, mas não é padronizada e não necessariamente endereça os três aspectos, social, ambiental e econômico.

Considerando que a variação do nível de contribuição entre os produtos é igualmente heterogênea entre os pilares, cabe a tentativa de entender o que gera esta disparidade. No contato com as organizações, observou-se que a sustentabilidade econômica é pouco citada no contexto de promoção dos produtos como geradores de impacto positivo. Este espaço é ocupado normalmente pelos aspectos sociais e ambientais. Porém, como observado pelo projeto do Filtro Caixa, o ganho de escala é importante para que a sustentabilidade seja gerada de maneira significativa e de longo prazo.

Com relação às estratégias de EC, não foi observada uma relação direta com algum pilar da sustentabilidade. Porém, os produtos que possuem uma aplicação consistente dos pilares de IF contribuem com maior profundidade com questões sociais. Aspectos da IF como baixo custo e adaptabilidade aumentam a inserção dos produtos entre as camadas mais baixas da população, gerando empoderamento. Isto foi observado principalmente com o ASBC, mas em menor escala com o Filtro Caixa. Já no Produto 1, o impacto social é gerado principalmente por preocupações com trabalho decente, que não está relacionado com este tipo de inovação.

Uma relação em sentido contrário existe, aparentemente, com a sustentabilidade econômica. Porém, neste caso, a falta de estímulo ao crescimento econômico no ASBC e no Filtro Caixa está mais relacionado com a participação de entidades sem fins lucrativos. Porém, vale destacar que grande parte das organizações que foram avaliadas para a seleção das

instituições entrevistadas eram dessa natureza. Houve uma dificuldade na busca por produtos lucrativos que possuíssem um impacto social positivo, com aplicação de IF.

Com relação a sustentabilidade ambiental, foi observado que há uma grande preocupação com a minimização de impactos na produção, distribuição e uso dos produtos. Porém, o descarte pós consumo ainda é um tema pouco endereçado. Entre as organizações entrevistadas, a Organização A foi a única que reconheceu sua responsabilidade pelo direcionamento correto dos materiais pelo consumidor, em linha com a PNRS. A Água na Caixa também transpareceu esta consciência, porém criou planos práticos apenas na sua linha principal de produtos, de água em caixas de papel cartonado. O projeto do Filtro Caixa não discute estas questões, assim como o ASBC.

Segundo a Organização A, o Brasil precisa evoluir muito nas estratégias de coleta de materiais recicláveis. Deve existir uma conscientização do consumidor, que deverá realizar o esforço de separação dos resíduos, e descarte em pontos de coleta pré-definidos. Para a empresa, o principal problema desta cadeia é a não separação dos materiais no momento da coleta, que dificulta o direcionamento para as produções, uma vez que cada elemento será reciclado em um processo específico. Além disso, por parte do poder público, devem ser implementadas maiores regulações e fiscalizações deste processo, para as empresas de bens de consumo e o próprio consumidor. Segundo a PNRS, citada pela Organização A, a responsabilidade pela correta destinação dos resíduos sólidos é compartilhada entre produtores, consumidores e agentes públicos.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho tem como propósito entender como as organizações aplicam a EC e a IF para endereçar problemas de sustentabilidade. Para atingi-lo, foi realizada uma pesquisa qualitativa, por meio de entrevistas semiestruturadas, apoiada em informações obtidas por meio da literatura. Primeiro, foi realizada uma revisão, que procurou entender como estes conceitos são entendidos no campo teórico. Em seguida, foi possível definir objetivos mais específicos para o estudo, além de códigos para a identificação de estratégias e princípios, e dos pilares da sustentabilidade. Então, foram selecionadas organizações para a realização das entrevistas semiestruturadas. Após execução, os resultados foram registrados e analisados por meio dos códigos retirados na literatura, separados nas categorias de análise que foram definidas. A seguir, estes resultados serão discutidos no âmbito de cada objetivo.

6.1. Objetivos

6.1.1. Estratégias de Economia Circular

O primeiro objetivo definido para o estudo foi para entender como as organizações aplicam as estratégias de EC. Pelo *framework* obtido da literatura, foi possível identificar estratégias circulares em diferentes pontos da cadeia de valor: design, manufatura, energia, consumo, descarte e coleta, e reciclagem, recuperação e manufatura (KALMYKOVA; SADAGOPAN; ROSADO, 2018). Estes pontos constituíram os códigos para mapeamento de como ocorre a aplicação da EC nas organizações entrevistadas.

Foi possível identificar pelo menos uma aplicação em cada código da análise dos produtos. Dessa forma, as observações feitas sustentam o *framework* teórico, indicando que é possível colocar em prática as estratégias de EC ao longo de toda a cadeia de valor. Entretanto, nenhuma organização foi bem-sucedida em todos os pontos mapeados. Foi observado que é feita a priorização de alguns aspectos, em detrimento de outros. Isto pode estar relacionado com o fato de que o modelo é complexo, envolvendo estratégias em muitos momentos do ciclo de vida do produto, tornando-o pouco factível. As organizações têm dificuldade de endereçar a circularidade em todos os pontos da cadeia.

As principais defasagens foram encontradas no pós-consumo, nos momentos de descarte e coleta, além do direcionamento destes materiais por meio da reciclagem, recuperação e remanufatura. Enquanto os processos produtivos e o design dos produtos, que são atividades

fim das organizações, possuem um enfoque maior das ações de circularidade, o planejamento e a execução da logística reversa ainda parece ser um obstáculo. Isto indica que a noção de responsabilidade compartilhada pelos resíduos descartados ainda não foi largamente difundida.

6.1.2. Princípios de Inovação Frugal

O segundo objetivo almeja entender como as organizações aplicam os princípios de IF. Diferentemente da EC, seu campo de pesquisa é mais recente, de forma que ainda não foi determinado com clareza como este tipo de inovação é observado na prática, o que dificulta o processo de mapeamento das aplicações. Para a codificação, foram utilizados dois princípios fundamentais da IF, a facilidade de uso e a eficiência de custo (WIMSCHNEIDER; AGARWAL; BREM, 2020).

Com base nos resultados coletados, observou-se que os dois aspectos da IF se relacionam de maneira muito próxima, diferente da EC que possui disparidades entre as estratégias. Então, as soluções frugais representam estes princípios de maneira uniforme, confirmando a base teórica utilizada. As principais lacunas identificadas entre aplicações residem no atendimento à população de classes baixas e o caráter inovador, que neste contexto está relacionado com o atingimento da qualidade suficiente, focando o design do produto em suas funções principais.

Na literatura, alguns estudos sugerem que a IF é uma estratégia para viabilizar a EC de forma socialmente inclusiva e em regiões em desenvolvimento (BUSCHH. *et al.*, 2018; EZEUDU *et al.*, 2022). Nas observações feitas, uma maior aplicação da IF levou a um maior impacto social, por meio da ampliação do acesso a tecnologias para a população BOP e empoderamento de populações marginalizadas. Portanto, além de estar em linha com a literatura, isto sugere que a IF pode ser um meio de entregar soluções da EC para camadas mais baixas da população. Dessa forma, as estratégias circulares podem ampliar a sua abrangência de impacto, ganhando a escalabilidade necessária para provocar mudanças profundas em direção ao desenvolvimento sustentável.

6.1.3. Contribuições para a sustentabilidade

O terceiro objetivo é definido para entender como as aplicações de EC e IF contribuem para a sustentabilidade. Há evidências de que ambos os conceitos contribuem para o desenvolvimento sustentável, em seus três pilares, social, ambiental e econômico

(GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; KHAN, 2016). Para entender como esta contribuição ocorre, os códigos foram definidos por meio destes três aspectos.

Foi observado que os produtos endereçavam todos os pilares em algum nível, porém de maneiras muito distintas. Isto pode estar relacionado com o fato de que conceito de sustentabilidade é aberto, com poucas delimitações, e se adapta a diferentes contextos (GEISSDOERFER *et al.*, 2017). Além disso, nenhum pilar foi mais representado que os demais, confirmando a visão teórica de que aplicações que combinam a EC e a IF têm sucesso na contribuição em todos os aspectos da sustentabilidade.

Outro ponto relevante observado, foi a necessidade de escala das soluções para que os impactos sejam concretizados de maneira consistente. Projetos pontuais, embora sejam desenhados para trazer benefícios, não têm a tração suficiente para gerar um desenvolvimento sustentável a longo prazo. Também foi interessante notar que todas as organizações possuíam familiaridade com o conceito de sustentabilidade, e afirmaram que este foi um dos principais motivadores do desenho de cada produto.

6.2. Limitações e indicações de pesquisas futuras

Este estudo foi conduzido por meio de uma pesquisa qualitativa, com base em uma revisão teórica, por meio de entrevistas semiestruturadas. A falta de métodos quantitativos pode ser considerada uma limitação, já que a pesquisa qualitativa não permite generalização estatística. Uma sugestão para pesquisas futuras é a combinação de métodos qualitativos e quantitativos. Além disso, a revisão da literatura não foi realizada de forma sistemática, com uma varredura completa dos estudos já produzidos. Foram priorizadas as fontes mais citadas ou mais recentes, porém existe a possibilidade de que alguma informação tenha escapado à revisão.

Entre as organizações selecionadas para o estudo, procurou-se manter uma diversidade de perfis. Porém, dois dos produtos observados são de alta durabilidade, o que pode influenciar nas conclusões a respeito das limitações da EC no pós-consumo. Para pesquisar futuras, sugere-se o estudo de mais organizações, para sustentar as análises, além de uma diversidade maior em termos de usabilidade e padrão de consumo dos produtos.

Além disso, o trabalho também sofreu limitações inerentes ao tema selecionado. A IF não tem uma definição clara na literatura, e tampouco possui indicadores precisos.

6.3. Considerações finais

Atualmente, a sociedade enfrenta problemas relacionados aos seus recursos finitos, impulsionados pelo crescimento expressivo da população mundial e dos avanços no desenvolvimento de uma economia largamente baseada no uso destes materiais (EZEUDU *et al.*, 2022; FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2019). Nesse contexto, surgem duas alternativas para viabilizar a transição para uma economia mais sustentável, a Economia Circular (EC) e a Inovação Frugal (IF) (ALBERT, 2022; GEISSDOERFER *et al.*, 2017; ZESCHKY; WINTERHALTER; GASSMANN, 2014)¹⁷; ZESCHKY; WINTERHALTER; GASSMANN, 2014). Porém, não está claro como estes dois conceitos se relacionam (EZEUDU *et al.*, 2022).

Nas observações feitas neste estudo, foram confirmadas as estratégias de EC e os princípios de IF relatados na literatura, bem como os seus impactos positivos, do ponto de vista sustentável. Também foi sustentada a ideia de que a IF é um mecanismo para viabilizar a EC de forma socialmente inclusiva e em regiões em desenvolvimento (BUSCHH. *et al.*, 2018; EZEUDU *et al.*, 2022). Mas, além disso, o estudo sugere que a IF pode ser um meio de escalar as aplicações de EC para a população marginalizada, de classes mais baixas.

Portanto, confirma-se o fato de que a EC e a IF são estratégias que contribuem para a sustentabilidade, em seus aspectos ambiental, social e econômico. Porém, para que este impacto seja significativo, e gere mudanças profundas no padrão de consumo e produção atuais, é necessário envolver a população BOP nos modelos de negócio. Dessa forma, a sociedade poderá caminhar em direção ao desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL N.; GROTTKE M.; MISHRA S.; BREM A. A systematic literature review of constraint-based innovations: State of the art and future perspectives. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 64, n. 1, p. 3–15. Fev. 2017.
- ALBERT M. Assessing the sustainability impacts of frugal innovation – A literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 365, p. 132754. Set. 2022.
- BASU R. R.; BANERJEE P. M.; SWEENEY E. G. Frugal innovation: core competencies to address global sustainability. **Journal of Management for Global Sustainability**, v. 2, p. 63–82. 2013.
- BELLINGIERI J. C. Água de beber: a filtração doméstica e a difusão do filtro de água em São Paulo. **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, v. 12, n. 1, p. 161–191. Dez. 2004.
- BELLINGIERI J. C. Uma Análise da Indústria de Filtros de Água no Brasil. **Cerâmica Industrial**, v. 11, n. 3, p. 31–35. 2006.
- BREM A.; WOLFRAM P. Research and development from the bottomup - introduction of terminologies for new product development in emerging markets. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 3, n. 9, p. 1–22. Jul. 2014.
- BUSCH H.; DAUTH T.; FISCHER L.; SOUZA M. Frugal innovation approaches to sustainable domestic energy: two cases of solar water heating from Brazil. **Int. J. Technological Learning, Innovation and Development**, v. 10, n. 3/4, p. 231–257. 2018.
- BUSCH H. Frugal innovation in energy transitions: Insights from solar energy cases in Brazil. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 14, n. 2, p. 321–340. Jul. 2021.
- BUTROS A.; TAYLOR S. **Managing Information: Evaluating and Selecting Citation Management Software, a Look at EndNote, RefWorks, Mendeley and Zotero**. [S.l.: s.n.], 2011.
- CARVALHO M. M.; FLEURY A.; LOPES A. P. An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, n. 7, p. 1418–1437. Set. 2013.
- CAUCHICK MIGUEL P. A. **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.
- EGAN M. The Social Significance of the Environmental Crisis: Barry Commoner's The Closing Circle. **Organization & Environment**, v. 15, n. 4, p. 443–457. Ago. 2016.
- EZEUDU O. B.; AGUNWAMBA J. C.; UGOCHUKWU U. C.; ORAELOSI T. C. Circular economy and frugal innovation: a conceptual nexus. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 20, p. 29719–29734. Abr. 2022.

FERDINAND M. **Uma ecologia decolonial: pensar a partir do mundo caribenho**. 1ª ed. [S.l.]: Ubu Editora, 2022.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR. **Completando a figura: Como a economia circular ajuda a enfrentar as mudanças climáticas**. [S.l.: s.n.], 2019. v. 3. Disponível em: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Completando-a-Figura.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2022.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR. **Economia circular: Escolas de pensamento**. Disponível em: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/escolas-de-pensamento>. Acesso em: 17 jun. 2022.

GEISSDOERFER M.; SAVAGET P.; BOCKEN N. M. P.; HULTINK E. J. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757–768. Fev. 2017.

GHISELLINI P.; CIALANI C.; ULGIATI S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11–32. Set. 2016.

GREGSON N.; CRANG M.; FULLER S.; HOLMES H. Interrogating the circular economy: the moral economy of resource recovery in the EU. **Economy and Society**, v. 44, n. 2, p. 218–243. Abr. 2015.

GUESALAGA R.; MARSHALL P. Purchasing power at the bottom of the pyramid: Differences across geographic regions and income tiers. **Journal of Consumer Marketing**, v. 25, n. 7, p. 413–418. 2008.

GUIMARÃES J. R. S. **Decent Work Country Profile: A sub-national perspective in Brazil**. Brasília: [s.n.], Nov. 2013. Disponível em: https://www.ilo.org/integration/resources/pubs/WCMS_228791/lang--en/index.htm. Acesso em: 15 out. 2022.

HARDAKER J. B. **Guidelines for the Integration of Sustainable Agriculture and Rural Development**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1997. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/w7541e/w7541e04.htm>. Acesso em: 4 jun. 2022.

HOSSAIN M. Frugal innovation: A review and research agenda. **Journal of Cleaner Production**, v. 182, p. 926–936. Maio 2018.

HOSSAIN M.; AGARWAL N.; BHATTI Y.; LEVÄNEN J. Frugal innovation: Antecedents, mediators, and consequences. **Creativity and Innovation Management**, p. 1–20. Jun. 2022.

KALMYKOVA Y.; SADAGOPAN M.; ROSADO L. Circular economy - From review of theories and practices to development of implementation tools. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, p. 190–201. Ago. 2018.

KHAN R. How frugal innovation promotes social sustainability. **Sustainability (Switzerland)**, v. 8, n. 10, p. 1–29. Out. 2016.

KIRCHHERR J.; REIKE D.; HEKKERT M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 127, p. 221–232. Dez. 2017.

LEVÄNEN J. *et al.* Implications of frugal innovations on sustainable development: Evaluating water and energy innovations. **Sustainability (Switzerland)**, v. 8, n. 1, p. 1–17. 2016.

LIEDER M.; RASHID A. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 115, p. 36–51. 2016.

MELNIKOVA L.; GILSANZ A. Frugal Innovation: Meta-Analysis of Bibliographic Relationships and Identification of Research Trends for the Period 2010-2021. **IEEE Transactions on Engineering Management**, 2022.

MÉNARD C. *et al.* Governing food safety through meso-institutions: A cross-country analysis of the dairy sector. **Applied Economic Perspectives and Policy**, v. 44, n. 4, p. 1722–1741. Dez. 2022.

MERLI R.; PREZIOSI M.; ACAMPORA A. How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 178, p. 703–722. Mar. 2018.

MERRIAM-WEBSTER THESAURUS. **Strategy**. Disponível em: <https://www.merriam-webster.com/thesaurus/strategy>. Acesso em: 9 jul. 2022.

MORSELETTO P. Restorative and regenerative: Exploring the concepts in the circular economy. **Journal of Industrial Ecology**, v. 24, n. 4, p. 763–773. Ago. 2020.

OLIVEIRA SOUZA F. J. DE. **Dossiê para registro do Artesanato em Barro do Vale do Jequitinhonha: saberes, ofício e expressões artísticas em Minas Gerais**. Belo Horizonte: [s.n.], 2018.

PASSOS L.; CARDEMIL J. M.; COLLE S. Feasibility Study of Using Domestic Solar Hot Water Systems as Alternative to Reduce the Electricity Peak Demand in Brazil. **Energy Procedia**, v. 57, p. 2487–2495. Jan. 2014.

PISONI A.; MICHELINI L.; MARTIGNONI G. Frugal approach to innovation: State of the art and future perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, p. 107–126. Jan. 2018.

PRABHU J. Frugal innovation: Doing more with less for more. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 375, n. 2095, p. 1–22. Jun. 2017.

RAO B. C. Advances in science and technology through frugality. **IEEE Engineering Management Review**, v. 45, n. 1, p. 32–38. Jan. 2017.

RAO B. C. How disruptive is frugal? **Technology in Society**, v. 35, n. 1, p. 65–73. Fev. 2013.

RITZÉN S.; SANDSTRÖM G. Ö. Barriers to the Circular Economy – Integration of Perspectives and Domains. **Procedia CIRP**, v. 64, p. 7–12. Jan. 2017.

SANTOS L. L.; BORINI F. M.; OLIVEIRA JÚNIOR M. DE M. In search of the frugal innovation strategy. **Review of International Business and Strategy**, v. 30, n. 2, p. 245–263. Jun. 2020.

SILVA A. B.; GODOI C. K.; BANDEIRA-DE-MELLO R. **Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais: Paradigmas, Estratégias e Métodos**. 2. ed. [S.l.]: Editora Saraiva, 2010.

STAHEL W. R. **The Performance Economy**. 2nd. ed. New York: Palgrave Macmillan, 2010. Disponível em: https://www.globe-eu.org/wp-content/uploads/THE_PERFORMANCE_ECONOMY1.pdf. Acesso em: 17 jun. 2022.

THE BLUE ECONOMY. **The Blue Economy: The Blue Economy does not recycle, it regenerates!** Disponível em: <https://www.theblueeconomy.org/en/the-blue-economy/>. Acesso em: 18 jun. 2022.

TIWARI R.; HERSTATT C. Frugal Innovation: A Global Networks' Perspective. **Die Unternehmung**, v. 66, n. 3, p. 245–274. 2012.

TORJMAN S. The Social Dimension of Sustainable Development. **Caledon Institute of Social Policy**, Maio 2000.

WEYRAUCH T.; HERSTATT C. What is frugal innovation? Three defining criteria. **Journal of Frugal Innovation** 2016 2:1, v. 2, n. 1, p. 1–17. Dez. 2016.

WIMSCHEIDER C.; AGARWAL N.; BREM A. **Frugal innovation for the BoP in Brazil-an analysis and comparison with Asian lead markets Frugal innovation for the BoP in Brazil**. **Int. J. Technology Management**. [S.l.: s.n.], 2020.

WOELZ A. Encontro de Energia no Meio Rural - Aquecedor solar de baixo custo (ASBC): uma alternativa custo-efetiva. **Encontro de Energia no Meio Rural**, 2002.

YIN R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZESCHKY M. B.; WINTERHALTER S.; GASSMANN O. From cost to frugal and reverse innovation: Mapping the field and implications for global competitiveness. **Research Technology Management**, v. 57, n. 4, p. 20–27. Jul. 2014.

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido

Declaro, por meio deste termo, que concordei em ser entrevistado(a) para o trabalho de conclusão de curso intitulado “Relações entre Economia Circular e Inovação Frugal” desenvolvida no Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PRO - Poli USP). Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é conduzida pela aluna Maria Clara Chinen de Oliveira, sob orientação da professora Roberta de Castro Souza Piao (PRO - Poli USP), a quem poderei consultar a qualquer momento que julgar necessário através do e-mail mariaclarachinen@usp.br e robertacsouza@usp.br.

Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos acadêmicos do estudo, que busca entender de que forma a Economia Circular e a Inovação Frugal são aplicadas nas organizações e como elas contribuem para os pilares da sustentabilidade.

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações por mim oferecidas estão submetidos às normas éticas da pesquisa científica na USP. Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio de entrevista semiestruturada a ser gravada a partir da assinatura desta autorização, e eventuais informações coletadas por e-mail ou telefone. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelos coordenadores da pesquisa.

Fui ainda informado(a) de que posso me retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem prejuízo para meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre Esclarecido, conforme recomendações da conduta de ética em pesquisa.

() Autorizo / () Não autorizo que o nome da minha organização seja citado na lista das organizações entrevistadas para esta pesquisa.

_____, ____ de _____ de 2022.

Assinatura do(a) participante: _____

Assinatura da pesquisadora: _____

APÊNDICE B – Roteiro de entrevista

Registro de informações da entrevista
<ul style="list-style-type: none"> • Nome da organização e do entrevistado • Data da entrevista
Introdução: Apresentação e confirmação da gravação
<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da aluna e da pesquisa • Confirmação dos acordos do termo de consentimento • Informar o início da gravação
Informações básicas: O entrevistado, a organização e o produto
<ul style="list-style-type: none"> • Qual o seu cargo na organização? • Quando ela foi fundada? Quais foram os principais eventos desde então? • Quais são as linhas de produtos ou serviços oferecidos pela organização? • O que é [o produto]? Pode fazer uma descrição breve sobre ele?
Design e desenvolvimento do produto: Design (EC - D) e Facilidade de uso (IF – FU)
<ul style="list-style-type: none"> • O produto foi desenvolvido pela própria organização? Se sim, pode descrever brevemente como foi esse processo? • Como foi pensada a usabilidade do produto pelo consumidor? Como o consumidor aprende a utilizar o produto? • O design do produto foi pensado para utilizar menos insumos na produção ou ser reciclável/remanufaturado? E para ser mais durável ou reutilizado pelo consumidor? • Em relação ao produto tradicional (não inovador) da mesma categoria, há uma diminuição ou aumento no número de funções?
Processo produtivo: Manufatura (EC - M) e Energia (EC - E)
<ul style="list-style-type: none"> • De forma geral, como o produto é produzido? (nesse momento, entender também quais são as condições de trabalho na produção) • Onde ocorre a produção? Quais são os canais de distribuição? • Quais são as fontes de energia utilizadas no processo produtivo e nos canais de distribuição? • Quais são os materiais utilizados na produção?
Comercialização e consumo: Consumo (EC - C) e Eficiência de custo (IF - EC)
<ul style="list-style-type: none"> • Qual o público-alvo do produto? Como o consumidor adquire? • Qual o custo do produto para o consumidor final? • Como é avaliado o padrão de qualidade?

<ul style="list-style-type: none"> • Qual o volume de produção anual? • O uso do produto exige a utilização de outros componentes? (Ex: cabo de energia, mesa de apoio, ferramentas) • Qual a durabilidade do produto para o consumidor final?
Gestão de resíduos: Descarte e coleta (EC - DC) e Reciclagem, recuperação e remanufatura (EC - RRR)
<ul style="list-style-type: none"> • É oferecido ao consumidor o suporte técnico para reparo? • Como o consumidor é orientado para fazer o descarte do produto? • Os componentes do produto são recicláveis? Se sim, como eles são direcionados para esse processo? • Para os componentes não recicláveis, qual o tempo de degradação na natureza? Ele oferece algum risco de intoxicação? • Qual o destino dos subprodutos da produção? • Algum insumo da produção é proveniente da reciclagem? Para os insumos que não são, quais são as dificuldades de utilizar materiais reciclados?
Sustentabilidade: Pilares social (S - S), ambiental (S - A) e econômico (S - E)
<ul style="list-style-type: none"> • Considerando os aspectos sociais, ambientais e econômicos da sustentabilidade, como você acha que o produto contribui para um desenvolvimento sustentável? • Qual mecanismo a organização utiliza para mensurar o impacto sustentável? (ex: objetivos de desenvolvimento sustentável)
Finalização: considerações finais e agradecimentos
<ul style="list-style-type: none"> • Você tem algo mais a acrescentar sobre o que foi conversado? • Agradecer a participação • Encerrar a gravação