

Promovendo a Economia Circular em empresas por meio da Eco inovação e Estratégias Sustentáveis no Modelo de Negócios: procedimento e aplicação

João Victor Encide Salla

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

e-mail: vesjoao@estudante.ufscar.br

Ana Carolina Godoy Albino

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

e-mail: acgalbino@estudante.ufscar.br

Brenno K. T. de Melo

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

e-mail: brenno.thomaz@estudante.ufscar.br

Christian R. da Paz

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

e-mail: christian.paz@estudante.ufscar.br

João Gabriel R. Bujarski

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

e-mail: joabujarski@estudante.ufscar.br

Matheus C. de Souza

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

e-mail: matheus.souza@estudante.ufscar.br

Vitor Moura Silva

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

e-mail: vitor.moura@estudante.ufscar.br

Diogo Aparecido Lopes Silva

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

e-mail: diogo.apls@ufscar.br

Resumo

O termo ecoinovação ganhou força nos últimos anos, sobretudo, devido ao aumento da necessidade de analisar os meios produtivos a fim de permitir o desenvolvimento econômico respeitando as questões ambientais e os limites planetários. Apesar da necessidade de mudanças, surgem dificuldades para permitir que essa transição seja feita, principalmente, em Pequenas e Médias empresas (PMEs) em virtude da disponibilidade de recursos. Justamente nesse sentido, destaca-se a lacuna de pesquisa do presente trabalho, o qual objetiva propor uma maneira rápida e utilizando poucos recursos para apoiar a ecoinovação em PMEs. Para tal, foi avaliado e proposto um modelo de negócios circular para uma empresa de estamparia e ferramentaria de pequeno porte. Foram realizadas análises de maturidade e organizacional visando o estudo do modelo atual e a proposição de um cenário futuro, aumentando a eficiência no uso dos recursos. Desse modo, a partir da avaliação das novas estratégias elencadas no plano de ação, foi possível aumentar o indicador de circularidade teórico da empresa em 9,5% com as melhorias de curto prazo sugeridas no estudo e ainda, permitindo até ganhos maiores ao utilizar as estratégias de longo prazo elencadas.

Palavras-chave: ecoeficiência; circularidade; gestão circular; análise de maturidade; negócio circular.

Abstract

The term "eco-innovation" has gained traction in recent years, primarily due to the increased need to analyze production methods to enable economic development while respecting environmental concerns and planetary boundaries. Despite the necessity for change, challenges arise in facilitating this transition, particularly for Small and Medium Enterprises (SMEs) due to resource constraints. This work aims to address this research gap by proposing a rapid and resource-efficient approach to supporting eco-innovation in SMEs. To achieve this, a circular business model was evaluated and proposed for a small-scale stamping and tooling company. Maturity and organizational analyses were conducted to assess the current model and propose a future scenario aimed at resource efficiency. Through the evaluation of new strategies outlined in the action plan, it was possible to increase the company's theoretical circularity indicator by 9.5% with the suggested short-term improvements from the study, while also allowing for potentially greater gains through the long-term strategies identified.

Keywords: Eco-efficiency, Circularity, Circular management, Maturity analysis, Circular business.

1. Introdução.

O termo inovação ganhou muita força nos últimos anos, sobretudo, devido ao aumento da conectividade e da necessidade de respostas rápidas impulsionadas pelo advento da internet. De acordo com McKinsey & Company (2022), o termo inovação remete-se a prática sistemática de desenvolver e comercializar produtos e/ou serviços inovadores que serão aderidos pelo mercado/clientes. Uma pesquisa realizada pela consultoria identificou que empresas que dominam os fundamentos da inovação têm uma vantagem de desempenho substancial sobre as demais, podendo obter um lucro econômico até 2,4 vezes maior do que os demais players do mercado (MCKINSEY & COMPANY, 2022).

Derivando-se deste termo, surgiu o termo ecoinovação, o qual voltou sua atenção para os requisitos ambientais. A ecoinovação envolve um conjunto coordenado de modificações ou novas soluções para produtos (bens/serviços), processos, abordagem de mercado e estrutura organizacional, objetivando melhorar o desempenho e aumentar a competitividade das empresas à medida em que se tenta reduzir o impacto negativo do modelo de negócios para o meio ambiente (UNEP, 2023).

Muitos pesquisadores afirmam que as primeiras definições do termo ecoinovação surgiram com Fussler e James (1996) no livro *“Driving Ecoinnovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability”* (PICHLAK; SZROMEK, 2021). No entanto, muito tempo antes disso, pesquisadores já estudavam tal temática utilizando outros tipos de terminologia. Um exemplo é o Clube de Roma, criado em 1968, o qual apresentou foco e preocupação com as questões ambientais, cabendo destaque ao relatório *“Limits to Growth”*, publicado em 1972. Neste relatório, os autores argumentaram que o crescimento econômico não poderia continuar indefinidamente devido à capacidade limitada do planeta (MEADOWS; RANDERS, 2006).

O dia da Sobre carga da Terra (*Earth Overshoot day*) foi criado justamente para evidenciar esse problema da geração e consumo de recursos de forma desenfreada. De modo geral, a data de realização do evento evidencia o dia em que a demanda da humanidade por recursos naturais superou a capacidade do planeta de regenerar esses recursos, ao longo de 365 dias, sendo o mesmo realizado no dia 02 de agosto de 2023. Dessa forma, é como se a Terra estivesse trabalhando em uma espécie de regime negativo já no início de agosto, sendo então, necessários 1.7 planetas Terra para atender os atuais padrões de consumo da população (WWF, 2023).

Justamente por esse motivo, é necessário que empresas e organizações reavaliem suas estratégias e práticas operacionais. Assim, a aplicação de conceitos relacionados à ecoinovação, inovações ecológicas, inovações ambientais, inovações sustentáveis ou inovações “verdes” nas atividades das organizações, sejam elas voltadas à manufatura ou serviços se fazem necessárias (SILVA; CRUZ; SALES, 2019).

Alinhado a isso, surgem os conceitos da Economia Circular (EC). De acordo com Ellen MacArthur Foundation (2024), a busca por uma EC envolve um processo de transição, buscando a utilização de energia e materiais renováveis e o aumento da circulação dos produtos (processos de manutenção, reutilização, recondicionamento, remanufatura, reciclagem e até compostagem), sendo assim, um sistema resiliente para os negócios, pessoas e ao meio ambiente.

De modo geral, as Pequenas e Medianas Empresas (PMES) apresentam grande parte das contribuições na economia brasileira, sendo estas responsáveis por mais de 27% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, 52% dos postos de trabalho com carteira assinada e 40% dos salários pagos (SEBRAE, 2022). Apesar de tal contribuição na economia, as PMEs possuem dificuldades para sobreviver em um mercado tão competitivo, sobretudo, devido às dificuldades para gerar lucro (LUCATO; JÚNIOR, 2006), o que praticamente impossibilita a realização de aportes financeiros para gerar melhorias de processo e produto. Portanto, isso tudo torna a EC e a ecoinovação conforme Salla et al. (2023), abordagens desejáveis que podem contribuir para a sustentabilidade ao longo do tempo dentro dessas organizações.

Neste âmbito, foi proposta a seguinte pergunta de pesquisa: “é possível propor a ecoinovação usando poucos recursos?”. O objetivo deste trabalho foi propor um modelo para realizar o estudo de ecoinovação em PMEs de maneira rápida e utilizando poucos recursos. Para tal, foi avaliado e proposto um modelo de negócios circular para uma empresa de pequeno porte situada no Estado de São Paulo, a partir da aplicação de um conjunto de ferramentas de gestão organizacional e análise de maturidade do negócio para EC, explorando conceitos e práticas para melhorar o desempenho organizacional da empresa sob o viés ambiental.

2. Revisão de literatura.

Nesta seção, serão abordados conceitos fundamentais utilizados no decorrer do presente estudo. Desse modo, conceitos relativos à ecoinovação, ferramentas organizacionais, ferramenta I-GO Assistant e indicador de circularidade MCI serão explicitados na sequência, em complemento ao trabalho de Salla et al. (2023).

2.1. Estrutura organizacional e ferramentas.

A estrutura organizacional pode ser compreendida como uma concatenação de esforços individuais em prol de um objetivo comum, como articulado por Maximiano (1992). Este conceito é sustentado por Werle (2015), que descreve a organização e disposição desses esforços para alcançar tais objetivos como ‘Estrutura Organizacional’. Embora essas definições tenham sido apresentadas em períodos anteriores, elas continuam a oferecer uma base teórica sólida e relevante, refletindo a durabilidade e a aceitação de suas interpretações no campo dos estudos organizacionais.

Conforme Hall (1984) esclarece, as principais atividades de uma organização incluem produzir bens e serviços, minimizar influências individuais em sua estrutura e definir relações de poder. Essas atividades, fundamentadas em conceitos estabelecidos, permanecem essenciais para entender como as organizações funcionam e evoluem no contexto atual, marcado por rápidas mudanças tecnológicas e culturais.

Pautando-se para o lado mais estratégico, é válido destacar a necessidade de ferramentas e análises que permitam o monitoramento interno do funcionamento organização e as influências externas inerentes à mesma. Nesse sentido, vale destacar a existência de inúmeras ferramentas, entre elas: análise SWOT, análise PESTEL, *Life Cycle Stakeholders* e *Business model Canvas*, as quais serão utilizadas no presente trabalho.

A análise PESTEL é a ferramenta utilizada para analisar e monitorar os fatores macroambientais (ambiente de marketing externo) que têm impacto em uma organização, empresa ou setor. Para isso, a mesma aborda 6 aspectos que podem influenciar a organização: *Political* (políticos), *Economics* (econômicos), *Social* (sociais), *Technological* (tecnológicos), *Environmental* (ambientais) e *legal* (legais). Comumente, usa-se a análise PESTEL para identificar ameaças e fraquezas que serão usadas em uma análise SWOT (WASHINGTON STATE UNIVERSITY, 2023).

A análise SWOT é uma ferramenta estratégica usada para avaliar a posição competitiva de uma organização, resumindo os pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças. Além de ser aplicada no mundo dos negócios, essa análise pode ser utilizada em nível individual para avaliar a posição de uma pessoa em relação à concorrência, sendo a mesma muito flexível (TEOLI; SANVICTORES; AN, 2022).

O 5W2H é uma ferramenta que auxilia na transformação de estratégias em ações práticas, proporcionando um *checklist* que identifica atividades, prazos e responsabilidades em um projeto. Essa sigla é formada pelas iniciais de sete perguntas essenciais a serem feitas ao elaborar um plano: *What* (o que será feito), *Why* (porque será feito), *Where* (onde será feito), *When* (quando será feito), *Who* (por quem será feito), *How* (como será feito) e *How much* (quanto vai custar). Assim, o 5W2H desempenha a função de definir detalhadamente as ações, justificativas, localização, responsáveis, prazos, métodos e custos necessários para o planejamento e execução de diversos processos internos em uma empresa (SEBRAE, 2023).

De acordo com Niederauer (2024), o *Business Model Canvas* tem revolucionado a abordagem dos empreendedores e empresas na construção de novos negócios, oferecendo uma forma de destacar e planejar a validação das suposições que sustentam a viabilidade do empreendimento. Sua estrutura de painel incentiva a colaboração e a participação de diversas pessoas, estejam elas envolvidas com o negócio ou não, para apoiar, auxiliar e colaborar na criação e avaliação do modelo.

Por fim, é válido destacar a ferramenta *Life Cycle Stakeholders*. De acordo com Bernat et al. (2023), realizar essa análise exige habilidades políticas e uma compreensão tanto do ambiente interno do projeto quanto das entidades externas envolvidas em todo o ciclo de vida do bem (fornecedores de matéria-prima até cooperativas para destinação final), seja ele um produto ou serviço. Nesse sentido, é

essencial discriminar os grupos de interesse a fim de desenvolver coalizões de apoio, ou até mesmo mitigar possíveis oposições e conflitos de interesse existentes entre os *stakeholders* e a empresa focal.

Em estudos de ecoinovação, Nakaira et al. (2021) e Rezende et al. (2019), explicam que essas são as principais ferramentas adotadas em processos de ecoinovação de cunho organizacional, ou seja, focados na melhoria do modelo de negócios da empresa, para que se crie valor por meio da sustentabilidade nas organizações. Contudo, essa implementação de ferramentas depende da maturidade da organização em temas envolvendo a sustentabilidade, e isso pode ser uma importante barreira técnica (Nakaira et al., 2021). Neste sentido, em 2022 foi lançada a plataforma/ferramenta I-GO Assistant (ver seção 2.3).

2.2. Ecoinovação.

O termo inovação rotineiramente é confundido com invenção, porém há nuances que precisam ser consideradas. Diferente da invenção, inovação costuma contemplar além uma ideia ou um modelo para um novo produto ou processo aprimorado o viés econômico. Ou seja, uma invenção se torna uma inovação à medida em que ela permite a geração de valor econômico (SMIL, 2023).

De acordo com o Manual de Oslo da OECD (2018), a inovação pode ocorrer basicamente de três formas: de processo, aprimorando os meios para a produção de bens e oferta de serviços; de produto, gerando melhorias nos bens existentes (produtos ou serviços) ou através da criação de novos bens e organizacional, a partir do desenvolvimento de novas formas de gestão.

Justamente, nesse sentido, destaca-se o desenvolvimento do termo ecoinovação, o qual passou a considerar aspectos ambientais no momento de promover a inovação. De acordo com Relatório de tecnologia e Inovação das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2023), a ecoinovação engloba ações de atores relevantes, sejam eles empresas, órgãos governamentais, entres outros que permitem o desenvolvimento e a aplicação de novos comportamentos, produtos e processos que contribuem para a redução dos impactos ambientais ou para metas de sustentabilidade.

De modo geral, ecoinovações podem ser desenvolvidas por empresas ou até mesmo por organizações sem fins lucrativos sendo as mesmas comercializadas em mercados ou não, e podendo ser de quatro diferentes naturezas: tecnológica, organizacional, social ou institucional (SMIL, 2023).

2.3. Ferramenta I-GO Assistant.

A iniciativa I-GO foi desenvolvida pela *Green Industry Platform*, em parceria com a *Green Growth Knowledge Partnership* (GGKP). A GGKP foi fundada no ano de 2012, sendo liderada por um comitê composto por membros do Instituto Global de Crescimento Verde (GGGI), da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e do Banco Mundial, possuindo ainda uma parceria global com mais de 80 organizações internacionais, grupos e institutos dedicados à transição para uma economia verde (I-GO, 2023).

O I-GO Assistant é a ferramenta da iniciativa I-GO que visa auxiliar as pequenas e médias empresas (PMEs) no acesso a conhecimentos personalizados sobre a eficiência no uso de recursos, bem como disponibilizar serviços de apoio relevantes para suas atividades, localização e necessidades comerciais (I-GO, 2023). Em meados de 2022, a iniciativa I-GO lançou o I-GO Assistant de forma online e gratuita, e que permite a realização de uma autoavaliação e orientação rápida sobre a eficiência no uso de recursos de uma PMEs.

Nesse sentido, essa ferramenta analisa prontamente o *status* atual da eficiência dos recursos da empresa com base em suas ações afirmadas até o momento, utilizando-se de questões que caracterizam as atividades da empresa dentro de cinco categorias de análise: estratégia de eficiência de recursos, gestão de energia, economia de água, eficiência de materiais, produtos químicos sustentáveis e gestão de resíduos. Além disso, leva em consideração a localização, setor de negócios e porte, gerando *insights* relevantes em todas essas categorias (I-GO, 2023).

Contudo, uma limitação da ferramenta é que ela não quantifica a eficiência no uso de recursos, sendo, portanto, muitas vezes necessário adotar métricas a parte para complementar tal análise. Um exemplo, de indicador relevante nesse contexto é o indicador de circularidade.

2.4. O indicador de circularidade MCI para produtos, processos e empresas.

A ferramenta “Indicador de Circularidade de Materiais” (MCI - *Material Circularity Indicator*) é parte do projeto “*Circular Indicators Project*”, desenvolvido pela Fundação Ellen MacArthur em parceria com a *Granta Design*. Este indicador possibilita que as empresas identifiquem o valor circular de seus produtos e materiais, além de mitigar riscos relacionados à volatilidade ao fornecimento de materiais. Isso tudo, fornece às empresas os meios para acompanhar o progresso e garantir que seus produtos se encaixem em um modelo de negócios baseado na Economia Circular (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2024).

Sabe-se que atualmente a circularidade mundial é de cerca de 8% apenas (CIRCLE ECONOMY, 2023). Isso mostra que mais de 90% dos sistemas produtivos globais e suas cadeias são lineares e não circulares, isto é, são sistemas desenhados para a geração de resíduos ao fim-de-vida, ao invés de produzir coprodutos com valor agregado para recuperação em ciclo técnico ou biológico.

De modo geral, o indicador MCI mede o quão restaurativos são os fluxos de materiais de um produto, levando em consideração aspectos relacionados a natureza das matérias-primas (reuso, reciclagem, entre outros) usadas em sua fabricação, às destinações dos bens no pós-uso (reuso, reciclagem, entre outros), bem como os respectivos tempos de vida útil dos mesmos. Tudo isso, quantificando a circularidade em função das massas de cada um dos produtos e suas respectivas especificidades (fonte de matéria-prima, destinações, vida-útil, entre outros). Todavia, uma limitação do MCI é que sua aplicação se restringe aos produtos de ciclo técnico e não aos de ciclo biológico (GURSEL; ELBERSEN; MEESTERS, 2023). Sendo que para produtos de origem biológica (agronegócio, florestal), a circularidade precisa ser analisada sob outras perspectivas e indicadores (LINSER et al., 2018).

2.5. Estado da arte: Economia Circular, ferramentas de gestão e Ecoinovação nas organizações.

A interação entre EC, ferramentas de gestão e ecoinovação tem sido um campo promissor para uma maior sustentabilidade organizacional em meio a crescentes desafios ambientais. A economia circular é um modelo onde os recursos são mantidos em uso por tanto tempo quanto possível, reutilizados, reciclados e sua deterioração é reduzida ao mínimo (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017; HOMRICH *et al.*, 2018). Ao mesmo tempo, quanto mais se mantém produtos, componentes e materiais em ciclos, mais valor econômico os materiais agregam ao sistema. Este conceito tem incentivado as organizações a repensarem seus processos de produção e cadeias de suprimentos sob uma ótica mais sustentável.

Para colocar esses princípios em prática, diversas ferramentas de gestão têm sido utilizadas para mapear e analisar tanto influências internas quanto externas que afetam as organizações. A análise PESTEL, por exemplo, permite que as empresas avaliem os fatores macroambientais que impactam suas operações, enquanto a análise SWOT oferece uma visão detalhada dos pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças, fornecendo uma base sólida para o planejamento estratégico em um contexto de negócios altamente competitivo e sustentável (TIDD; BESSANT, 2020).

A ecoinovação, por sua vez, é uma abordagem que está ganhando cada vez mais destaque nas empresas. Sendo uma ferramenta que consiste em introduzir novas tecnologias, processos ou modelos de negócios que ajudam a minimizar os impactos negativos ao meio ambiente e promover o uso eficiente de recursos naturais. Este conceito tem ganhado destaque à medida que as organizações buscam não apenas atender a regulamentações ambientais mais rigorosas, mas também responder às crescentes demandas dos consumidores por produtos e serviços sustentáveis (BARBIERI et al., 2020).

Dentro deste contexto, ferramentas como o *Business Model Canvas* e o *I-GO Assistant* se destacam. O *Business Model Canvas* permite às empresas mapearem e inovar seus modelos de negócios com um foco claro na sustentabilidade, enquanto o *I-GO Assistant* auxilia as PMEs a entender e melhorar sua eficiência no uso de recursos, alinhando suas operações com os princípios da economia circular (BOCKEN; KONIETZKO, 2022; I-GO, 2023).

Por fim, a implementação de ecoinovações em organizações requer não apenas o conhecimento técnico das ferramentas de gestão e sustentabilidade, mas também uma compreensão do contexto

operacional e estratégico das empresas. A integração de ecoinovação com a EC e as ferramentas de gestão estratégica fornece uma abordagem robusta para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos, promovendo uma transição efetiva para práticas de negócios mais sustentáveis e resilientes. Ainda assim, na literatura são escassas essas aplicações que visem demonstrar, na prática, como é possível se fazer ecoinovação com poucos recursos, no sentido de contemplar as PMEs, por exemplo, de maneira rápida (SALLA et al., 2023). Para tal, foi avaliado e proposto então, um modelo de negócios circular para uma empresa de pequeno porte situada em São Paulo, e o modelo proposto se baseou no estado da arte apresentado até aqui.

3. Procedimentos metodológicos.

Foi realizado um estudo de caso em uma empresa brasileira do setor metalúrgico, conforme o fluxo metodológico da Figura 1, para aplicação do procedimento de pesquisa destacado.

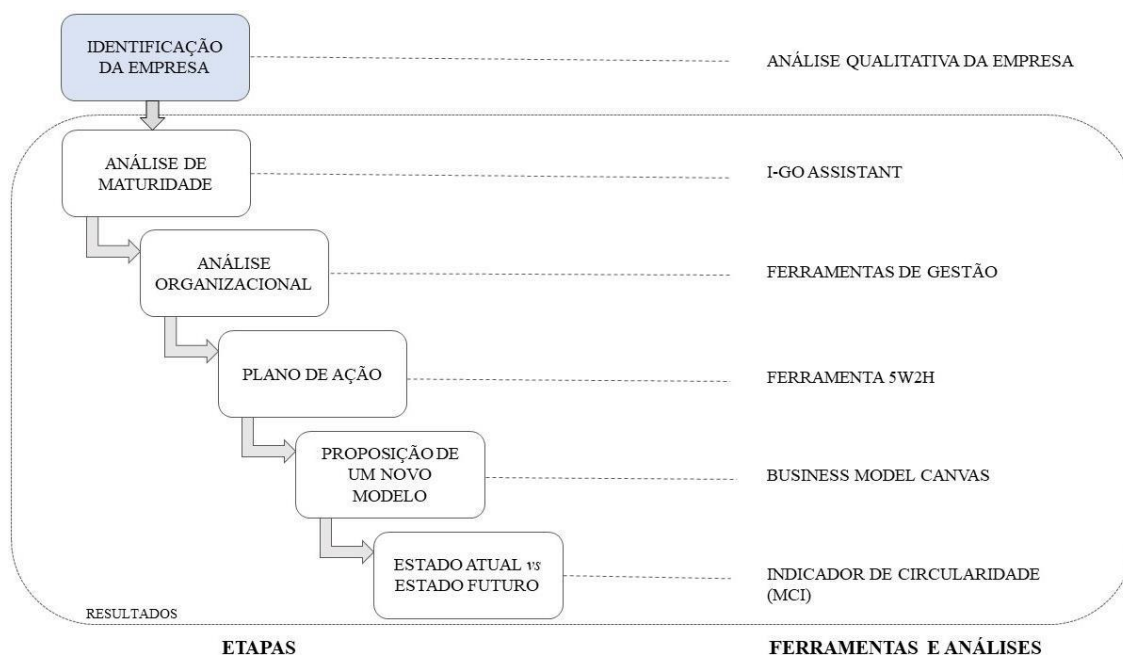


Figura 1 – Fluxo metodológico. Fonte: autoria própria.

Inicialmente, realizou-se a análise qualitativa da empresa, na qual foi feita uma caracterização descritiva da empresa a ser estudada. Para tal, foram analisadas informações descritivas da empresa, como: setor de atuação, número de funcionários, porte, localização e cultura e ainda, informações estratégicas da companhia, permeando aspectos de natureza corporativa e competitiva da mesma.

Em seguida, foi utilizada a ferramenta I-GO Assistant com o objetivo de compreender o estado atual da empresa frente ao uso e aproveitamento de recursos de produção. Para isso, foi utilizada a ferramenta de autoavaliação disponível na web (disponível em: <https://www.igosolution.org/>), na qual foram respondidas perguntas acerca da eficiência no uso de recursos, na gestão de energia, sobre a economia de água, sobre a eficiência dos materiais, sobre os produtos químicos sustentáveis e acerca da gestão de resíduos na companhia.

A análise organizacional veio em seguida, objetivando entender aspectos estratégicos fundamentais da organização, com o intuito de compreender a proposta de valor atual e possibilitar a elaboração de uma proposta futura para a companhia, isso tudo, através do uso de ferramentas como *Life Cycle Stakeholders*, matriz SWOT, análise PESTEL e *Business Model Canvas*.

Após isso, foi feita a proposição de um plano de ação a fim de tornar factível a implementação das estratégias definidas na análise organizacional. Para a definição do plano de ação da empresa foi utilizada a ferramenta 5W2H, ferramenta de gestão que tem como objetivo auxiliar na elaboração e no planejamento de projetos, processos ou atividades em geral por meio da resposta às seguintes perguntas:

o que será feito?, porque será feito?, onde será feito?, quando será feito?, por quem será feito)?, como será feito? e quanto vai custar?

Por fim, foi proposto um novo modelo de negócios para a empresa estudada considerando as oportunidades de negócio elencadas no plano de ação e, para a devida avaliação, efetuou-se a comparação desse novo modelo com o modelo do estado atual (situação da empresa no momento da realização do estudo) por meio do indicador de circularidade MCI (Material Circularity Indicator).

Vale ressaltar que este conjunto de atividades está entre as principais contribuições desta pesquisa, visto que a literatura atual explora cada uma dessas etapas, na maioria das vezes, de forma isolada/independente nas empresas. Sendo assim, a visão integrada proposta na metodologia em questão permite a exploração da ecoinovação em PMEs de maneira rápida e utilizando poucos recursos.

3.1. Identificação da empresa.

Empresa A, é uma organização brasileira que atua no mercado desde a década de 90. Sua especialização está no desenvolvimento e construção de ferramentas, além de fornecer componentes estampados (Figura 2) para o mercado nacional e internacional, abrangendo os setores de autopeças, eletrodomésticos e outros. Com um quadro de 99 funcionários, encontra-se no limite para ser caracterizada como Empresa de Pequeno Porte (EPP).

A empresa possui um longo histórico de adoção do sistema de Manufatura Enxuta, datando do início dos anos 2000, de forma que o *Lean Six Sigma* (LSS) e a filosofia *Kaizen* estão bem desenvolvidos e fazem parte da cultura da mesma. Dessa forma, as principais prioridades competitivas da empresa são: qualidade, impulsionada pelo sistema enxuto e ao LSS; inovação, percebida a partir da valorização intelectual dos trabalhadores e, flexibilidade, justamente pelo fato da empresa trabalhar também por projetos.



Figura 2 – Exemplo de produto estampado pela empresa. Fonte: Autoria própria.

A Empresa A é especializada no setor metalúrgico e na produção de componentes para a indústria automobilística, sua estratégia corporativa pode ser descrita da seguinte forma:

- a. Atuação: foco no setor metalúrgico, com especialização na fabricação de componentes para o setor automobilístico.
- b. Imagem em termos econômicos: enfatiza a qualidade do produto com valor agregado; contabilidade transparente; além de um esforço contínuo para minimizar o desperdício e otimizar o uso dos recursos.
- c. Imagem em termos não econômicos: compromisso ético com anticorrupção; segurança do trabalho; garantia de bom ambiente de trabalho e valorização dos funcionários.
- d. Inovação: implementação de tecnologias avançadas e desenvolvimento de softwares próprios, além da criação de novos produtos e ferramentas.
- e. Sustentabilidade: desperdício mínimo de material; reciclagem de resíduos; disposição correta de efluentes.

A estratégia competitiva, por sua vez, engloba decisões de menor inércia quanto comparada à corporativa (MINTZBERG, 2006). Isso porque a mesma, busca definir principalmente meios para que a empresa crie valor, podendo ser tanto no processo, quanto no produto entregue aos seus clientes, de modo que seja possível criar vantagem competitiva frente aos concorrentes.

A empresa do estudo de caso, possui uma estratégia competitiva de enfoque na diferenciação, visto que atende uma demanda relativamente específica de mercado, além de apresentar certa diferenciação em seus produtos, sobretudo, por sua qualidade, inovação e tecnologia ao garantir customização para o cliente final.

Por fim, as prioridades competitivas da Empresa A são: qualidade, flexibilidade e inovação. Isso tudo, porque a mesma é especialista na fabricação de ferramentas e na produção seriada de estampados, entregando soluções de alta qualidade e tecnologia para os clientes. Além disso, a empresa oferece o desenvolvimento de soluções completas e flexíveis, desde o projeto inicial até a produção seriada, com qualidade e entrega garantida.

Portanto, do ponto de vista da ecoinovação, é importante que os resultados alcançados não afetem de forma negativa a estratégia corporativa. Assim, as sugestões dadas ao modelo de negócios ecoinovador precisam estar em consonância com a estratégia de produção.

4. Resultados

A etapa de resultados envolve retratar todos os retornos obtidos ao seguir os passos definidos na metodologia. Assim, serão apresentados os principais resultados da análise de maturidade, análise organizacional e dos modelos de negócios atual e do estado futuro (ecoinovador).

4.1. Análise de maturidade.

Na Figura 3, utilizando a ferramenta I-GO Assistant, foi possível comparar a maturidade do estado atual da empresa (barras coloridas) frente ao setor brasileiro de fabricação (barras em cinza como benchmarking). O benchmarking apresentado é baseado na própria base de dados da ferramenta, refletindo as práticas de empresas previamente respondentes em seu banco de dados e que representam um padrão comparativo para o setor em questão.

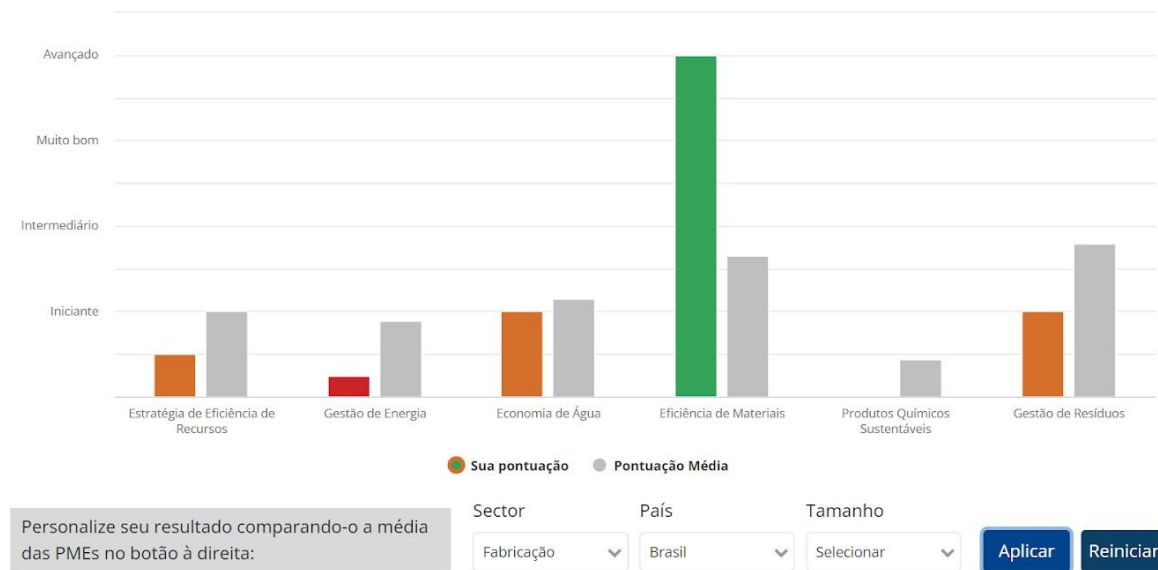


Figura 3 – Análise do uso de recursos (nacional). Fonte: Figura gerada pela ferramenta I-GO Assistant.

A análise da Figura 3 revela que, com exceção da categoria de eficiência de materiais, no qual a empresa se destaca, todas as outras categorias pontuaram como iniciante, além de se situarem abaixo do benchmarking do setor brasileiro, identificando oportunidades de melhoria para a Empresa A. Além

disso, é válido notar que a categoria de produtos químicos sustentáveis não apresentou valor de pontuação, isso porque a empresa estudada não faz uso de tais materiais, o que permite desconsiderar tal categoria das análises.

Ao examinar cada categoria individualmente, destacam-se as baixas pontuações da empresa em relação à estratégia de eficiência de recursos e à gestão de energia elétrica. Isso se deve ao fato de que a empresa ainda não havia realizado nenhuma ação de gestão estratégica de recursos e nem acerca do uso de energia elétrica.

Para as categorias de economia de água e gestão de resíduos, a Empresa A foi classificada como iniciante. Isso porque apresenta preocupação com a emissão de efluentes (óleos do processo de estampagem e água de usinagem), contratando serviços de empresas especializadas para o descarte correto desses efluentes. Porém, ainda não foram implementadas ações consolidadas para lidar com esse problema e/ou reduzir a geração na fonte.

Com relação a gestão de resíduos, foi percebido que todos os resíduos originados do processo produtivo são coletados e vendidos para empresas de reciclagem. Porém, fora da linha produtiva, não foi identificado mecanismo de gestão para os demais resíduos, como o caso do papel que é utilizado de forma excessiva por toda empresa.

A categoria de eficiência de materiais recebeu a classificação de nível avançado, podendo ser um diferencial da empresa frente aos demais players do setor de fabricação. Isso se deve ao fato da Empresa A ter longo histórico de adoção do sistema de Manufatura Enxuta, desde o início dos anos 2000. Assim, foi notado que o *Six Sigma* e a filosofia de melhoria contínua estão bem desenvolvidos e fazem parte da cultura da empresa contribuindo nesta categoria de análise.

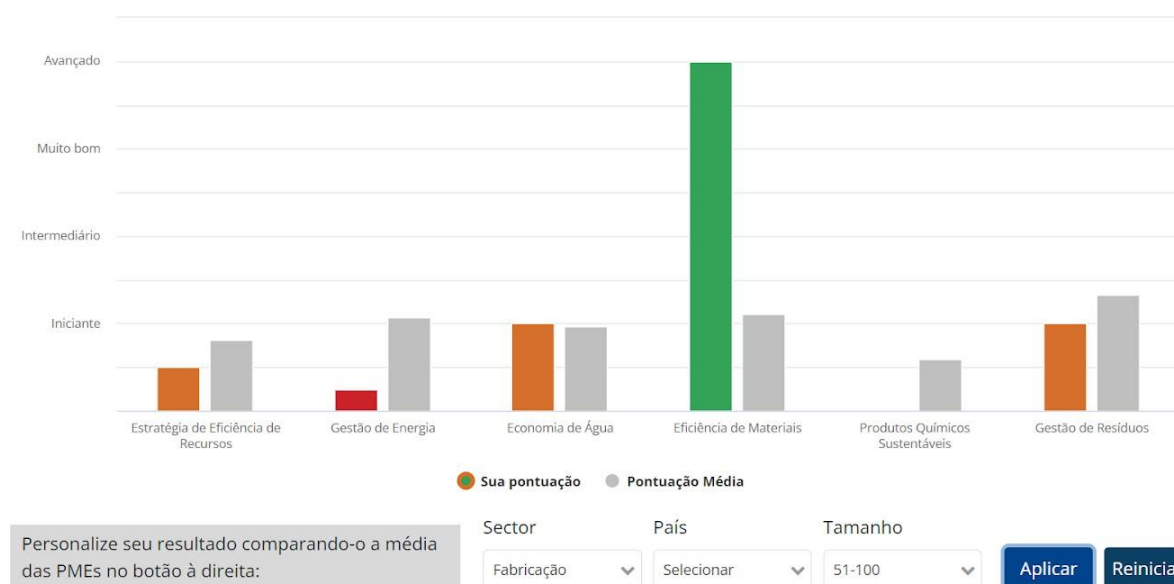


Figura 4 – Análise do uso de recursos (pequenas empresas). Fonte: Figura gerada pela ferramenta I-GO Assistant.

A Figura 4, foi gerada de forma semelhante a Figura 2, porém foram utilizados filtros de fabricação para o setor e de 51 a 100 funcionários para o tamanho, não se restringindo apenas ao contexto do Brasil. Nesse sentido, é possível verificar que os resultados da empresa para categorias como “economia de água” e “gestão de resíduos” ficaram mais próximas do *benchmarking* mundial (barras em cinza), o que indica que pequenas empresas em termos globais também possuem poucas iniciativas nessas áreas, fortalecendo a ideia de que as PME's possuem recursos mais escassos para investir em melhorias quando comparadas às grandes organizações.

4.2. Análise organizacional.

Para a análise organizacional, optou-se por iniciar com a ferramenta *Life Cycle Stakeholders*, a fim de identificar agentes chaves da organização, a fim de identificar agentes chave da organização e

entender as interações e interesses de cada grupo ao longo do ciclo de vida do produto. Essa identificação foi enriquecida por insights obtidos através de uma entrevista com um membro da empresa estudada. Como resultado, os aspectos principais mapeados foram segregados em 4 grupos: cadeia de suprimentos, interesse profissional, clientes e interesse pessoal, conforme Figura 5. Essa segregação proporcionou uma análise que corresponde às principais etapas do ciclo de vida: Matéria-prima, Produção, Transporte, Uso e Disposição. Permitindo uma análise detalhada das prioridades e necessidades dos *stakeholders* em cada fase, facilitando a tomada de decisão estratégica e a alocação de recursos pela empresa interessada em ecoinnovar.

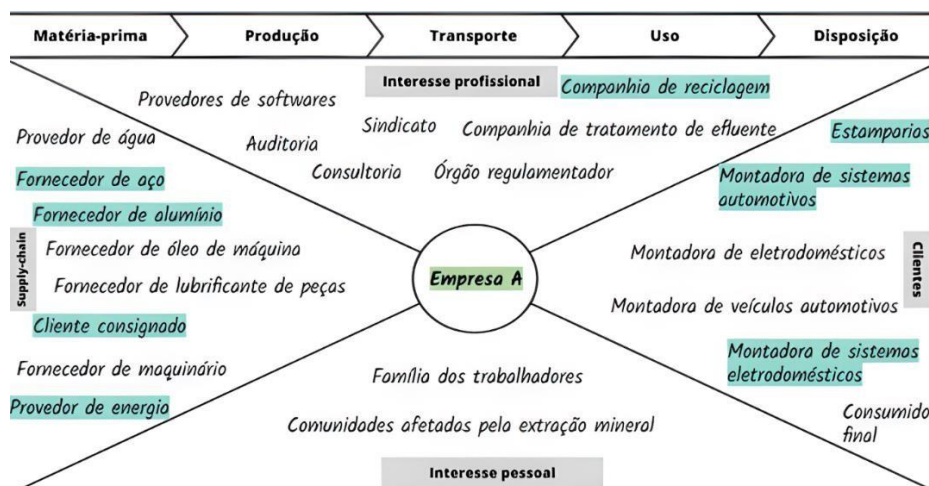


Figura 5 – Aplicação do *Life Cycle Stakeholders*. Fonte: Autoria própria.

De forma geral, é válido destacar a existência de muitas partes interessadas com as operações da empresa, sendo destacados (em verde) os agentes que apresentaram maior importância para o pleno funcionamento das operações da mesma.

Destaca-se a importância da cadeia de fornecedores (*supply-chain*) da empresa, visto que a maior parte dos agentes importantes à empresa se localizam em tal compartimento, sendo responsáveis pelo fornecimento de matérias-primas (fornecedor de aço, fornecedor de alumínio e cliente consignado) e para a operação em si (fornecedor de energia).

Por outro lado, destacam-se as empresas de reciclagem, agentes localizados na categoria de interesse profissional, visto que são de suma importância para aproveitamento dos potenciais dos resíduos descartados pela empresa, sejam estes rebarbas metálicas ou até mesmo materiais plásticos das embalagens.

Após o mapeamento dos *stakeholders* da Empresa A, tornou-se possível seguir com a análise PESTEL. Nesse sentido, foi possível chegar aos fatores da Quadro1.

Quadro 1 – Análise PESTEL.

Macro tópico	Descrição dos fatores
Político	- Licença Ambiental CETESB e PNRS - Falta de política governamental e financiamento
Econômico	- Crescimento econômico lento do setor industrial (0,4% em 2023) - Recuperação lenta da produção automobilística brasileira -> taxa de juros elevada - Mercado brasileiro de ferramentaria atende apenas 30% de sua demanda
Social	- Problemas psicológicos e burnout devido a pandemia - Informalidade na mineração

Tecnológico	- Tendências tecnológicas: Indústria 4.0, realidade virtual
Ambiental	- Atividades poluidoras sem a devida licença ambiental na produção do aço - Matéria prima não renovável, escassez das reservas naturais
Legal	- CLT (jornada e segurança no trabalho)

Fonte: Autoria própria.

A partir da aplicação de tal ferramenta e da priorização dos fatores de maior relevância, foi possível chegar aos seguintes itens que necessitam de maior atenção: falta de política pública/governamental no setor incentivando linhas de crédito (político), o mercado brasileiro de ferramentaria consegue atender cerca 30% de sua demanda (econômico), indústria 4.0 e inteligência artificial (tecnológico) e escassez de reservas naturais de matéria-prima (ambiental).

Em seguida, tais requisitos foram considerados no momento de definir melhores estratégias para o novo modelo de negócios da empresa, visto que os mesmos representam os principais fatores externos que podem afetar a organização estudada. Em complemento, seguiu-se para a análise SWOT para identificar demais aspectos da empresa. Nesse sentido, foi possível chegar matriz da Figura 6.

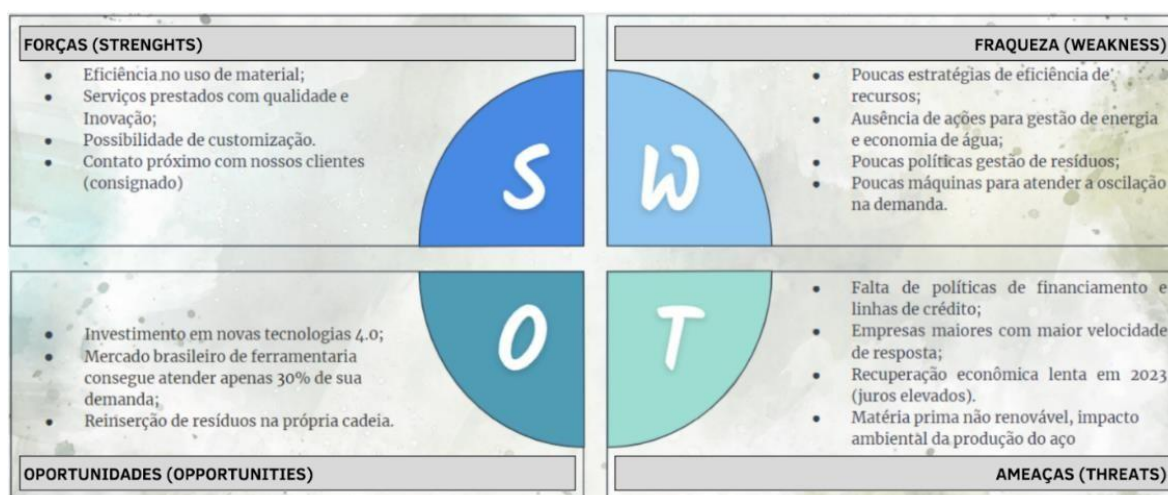


Figura 6 – Análise SWOT. Fonte: Autoria própria.

A análise interna da empresa, foi também aprimorada com base nos resultados gerados pela ferramenta I-GO. Assim, utilizando o conhecimento acerca da empresa e o contato com um de seus funcionários (trainee do time de planejamento e controle da produção) tornou-se possível identificar as principais forças da empresa, ou seja, os requisitos que a empresa dá maior importância, além das principais fraquezas, permitindo dar ênfase aos pontos que necessitam de melhoria dentro da organização.

As categorias relativas às ameaças e oportunidades foram construídas levando como base os resultados obtidos na análise PESTEL, o que possibilitou identificar os principais fatores externos que podem afetar a empresa. A partir dessa análise, foram categorizadas as oportunidades que poderiam ser aproveitadas para a ampliação das atividades da Empresa A, assim como as ameaças que poderiam representar desafios para a mesma.

4.2.1. Proposição de estratégias.

A partir do quadro da análise SWOT, foi possível realizar o cruzamento de informações entre cada uma das categorias, o que permitiu definir diferentes tipos de estratégias (Quadro 2):

- Estratégia ofensiva (oportunidades X forças): estratégias cujo as oportunidades sejam aproveitadas para potencializar as forças da empresa.
- Estratégia de reforço (oportunidades X fraqueza): estratégias que buscam oportunidades para mitigar as fraquezas da empresa.

- c. Estratégia de confronto (ameaças X forças): estratégias que buscam utilizar as forças internas da empresa para contornar as ameaças.
- d. Estratégia defensiva (ameaças X fraquezas): estratégias que buscam melhorar as fraquezas internas das empresas para que as mesmas não se tornem ameaças.

Quadro 2 - Cruzamento dos resultados da SWOT.

	Forças	Fraquezas
	▪ Eficiência no uso de material; ▪ Contato próximo com o cliente. ▪ Processos e produtos com qualidade e inovação;	▪ Poucas estratégias de eficiência de recursos; ▪ Poucas políticas de gestão de resíduos. ▪ Ausência de ações para gestão de energia e economia de água; ▪ Poucas máquinas para atender oscilação de demanda;
Oportunidades	Estratégia Ofensiva	Estratégia de Reforço
▪ Reinserção de resíduos na própria cadeia. ▪ Investimento em novas tecnologias; ▪ Mercado brasileiro de ferramentaria consegue atender apenas 30% da demanda;	▪ Reinserção de rebarbas e cavacos; ▪ Desenvolvimento de soluções e produtos inovadores e customizados 4.0; ▪ Aplicação de sensores e IoT (tecnologias indústria 4.0/5.0); ▪ Adotar métricas para dimensionar volume da reinserção dos resíduos na cadeia.	▪ Maquinários próprios ou consignados com melhor desempenho para atender oscilações de demanda; ▪ Eco Factory; ▪ Buscar inserção de mercado com imagem mais ambientalmente responsável; ▪ Venda de resíduos metálicos para fornecedores, a fim de melhorar a gestão dos resíduos.
Ameaças	Estratégia de Confronto	Estratégia Defensiva
▪ Falta de políticas de financiamento e linhas de crédito; ▪ Matéria-prima não renovável (impacto ambiental da produção de aço e alumínio). *usada em 2 estratégias* ▪ Empresas maiores possuem maior velocidade de respostas; ▪ Recuperação econômica lenta em 2023;	▪ Comprar ferramentas vendidas pela empresa no pós-uso, a fim de retrabalhá-las e vendê-las. ▪ Aproveitar a oportunidade de customização e flexibilidade da empresa para fabricar internamente tecnologias 4.0; ▪ Oferecer produtos com alto nível de customização ajudará contornar o crescimento lento do setor;	▪ Investimento com capital próprio em novas máquinas/ferramentas; ▪ Manual de uso e boas práticas; ▪ Parceria com fornecedores e clientes para a compra de metais reciclados.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Assim, cinco estratégias foram geradas a partir do cruzamento proposto (cores iguais significam que a estratégia em questão foi elaborada para suprir tais requisitos coloridos trazidos pela matriz SWOT):

- (E1) Eco Factory: desenvolvida como uma estratégia de reforço para permitir a gestão de energia e economia de água.
- (E2) Reinserção de rebarba e cavacos: desenvolvida como uma estratégia ofensiva, objetivando utilizar os resíduos na própria cadeia e melhorar a eficiência no uso de material.
- (E3) Manual e treinamento de boas práticas: desenvolvida como uma estratégia de defesa para orientar boas práticas de uso aos clientes e aumentar a vida útil das ferramentas desenvolvidas.
- (E4) Compra de ferramentas usadas: desenvolvida como uma estratégia de confronto, com o objetivo de aproveitar as ferramentas em fim de vida e “remanufaturá-las” evitando o uso de materiais virgens.
- (E5) Parceria com fornecedor e cliente: desenvolvida como uma estratégia de defesa, objetivando aumentar o consumo por materiais de origem reciclada.

4.2.2. Implementação das estratégias (Ferramenta 5W2H).

O nome é formado pelas iniciais das palavras em inglês que representam as perguntas que devem ser respondidas durante o uso da ferramenta: *What* (O quê), *Why* (Por quê), *Where* (Onde), *When* (Quando), *Who* (Quem), *How* (Como) e *How much* (Quanto). As perguntas propostas pela ferramenta, de modo geral, ajudam a identificar informações relevantes para a execução de um projeto, desde os objetivos até os recursos necessários para sua realização. Assim, a partir das respostas, torna-se possível criar um plano de ação detalhado e monitorar o andamento do projeto de forma mais eficiente.

Para aplicar o 5W2H no estudo de caso, optou-se por seguir os seguintes passos (AKAO, 1990):

- Definição do objetivo:** proposição de um objetivo claro e específico para o projeto, possibilitando que sua execução seja acompanhada. No caso em questão, a transição para um modelo de negócios mais circular.
- Listagem das tarefas:** listagem de todas as tarefas a serem realizadas para alcançar o objetivo definido anteriormente. No caso, as cinco estratégias definidas anteriormente (E1, E2, E3, E4 e E5).
- Perguntas 5W2H:** realização de cada uma das perguntas para cada uma das tarefas identificadas. No caso, aplicar o 5W2H a cada uma das tarefas.

Desse modo, a ferramenta 5W2H foi aplicada para definir as informações necessárias para que as estratégias pensadas fossem de alguma maneira executáveis para a realidade da empresa, conforme Quadro 3. Vale ressaltar que dados de tempo (*When*) e custo (*How Much*) não foram incluídos na análise abaixo em virtude da baixa familiaridade com a realidade financeira do setor metalomecânico e da grande subjetividade existente acerca da capacidade de mudança da Empresa A.

Quadro 3 – Aplicação do 5W2H

Estratégia	O quê?	Por quê?	Onde?	Quem?	Como?
E1	Reduzir 15% do consumo de energia e 20% do de água.	Eficiência no uso de água e energia até então não eram bem trabalhados e discutidos na empresa.	Nas instalações da fábrica.	Gerente de qualidade, que também lida com questões ambientais.	Com a instalação de painéis solares e reuso de água pluvial para aumentar a eficiência energética e hídrica.
E2	Reinserir 15% do material de volta à cadeia produtiva.	Baixo índice de reciclagem de resíduos de processo (Ex.: cavacos de aço).	Na linha de produção.	Gerente de PCP.	Comprando a matéria prima proveniente de cavacos e rebarbas que são enviados para recicladora para reinserção nos processos da empresa.
E3	Aumentar o ciclo de vida das ferramentas em 10%.	A matéria-prima não é renovável e a produção do aço causa grande impacto ambiental.	Nas fábricas dos clientes de ferramentas de estamparia.	Gerente de qualidade.	Através de manuais e treinamentos, apresentando recomendações de boas práticas para conservação do produto. Além de estabelecer um canal de atendimento voltado para manutenção.
E4	Reinserção de 10% das ferramentas vendidas nos processos.	Aumentar a circularidade do processo a partir do retrabalho de ferramentas usadas, estendendo a vida útil do produto.	Na linha de produção.	Gerente de PCP.	Retrabalhando ferramentas usadas tanto por clientes diretos quanto por indústrias para vendê-las futuramente.
E5	Trabalhar com 10% de material reciclado.	A matéria-prima não é renovável e a produção do aço causa grande impacto ambiental.	Na linha de produção.	Gerente de PCP.	Sendo um elo que apoie na transição do uso de materiais metálicos virgens por materiais reciclados no setor metalúrgico.

Fonte: Autoria própria.

4.3. Análise dos modelos de negócio.

Para a definição de um novo modelo de negócio, primeiramente, é necessário entender o modelo atual praticado pela empresa (Figura 7). Para tal, os autores utilizaram o Bussiness Model Canvas que permite a descrição, avaliação e/ou alteração de um modelo de negócios (PORTAL SEBRAE, 2021).



Figura 7 – Modelo Canvas da situação atual. Fonte: Autoria própria.

Na sequência, utilizando as estratégias geradas, os autores conseguiram desenvolver uma proposta de modelo de negócio mais circular para a empresa, conforme a Figura 8.



Figura 8 – Modelo Canvas circular. Fonte: Autoria própria.

O modelo de negócio proposto foi desenvolvido a partir do levantamento dos principais agentes e parceiros da empresa (*Life Cycle Stakeholders*), levando em conta a identificação dos fatores externos que poderiam representar maior impacto para a empresa (PESTEL) e a análise dos fatores interno e externos da organização (análise SWOT), para posterior implementação das estratégias a fim de melhorar os índices de circularidade da Empresa A.

4.4. Proposição do modelo de negócio circular.

Antes de partir para os resultados de fato, é válido destacar os principais *inputs* utilizados para alimentar a ferramenta de circularidade, bem como imagens da interface da ferramenta durante sua utilização. Para o estado atual, foi considerada uma eficiência de reciclagem no pós-uso de 85% para o aço e itens da ferramentaria e de 90% para itens de alumínio. Além disso, foi considerado a destinação de 2% dos itens de aço e da ferramentaria para reciclagem e de cerca de 55% para os itens de alumínio, gerando diferentes índices de MCI para cada um dos itens produzidos pela empresa (Figura 9).

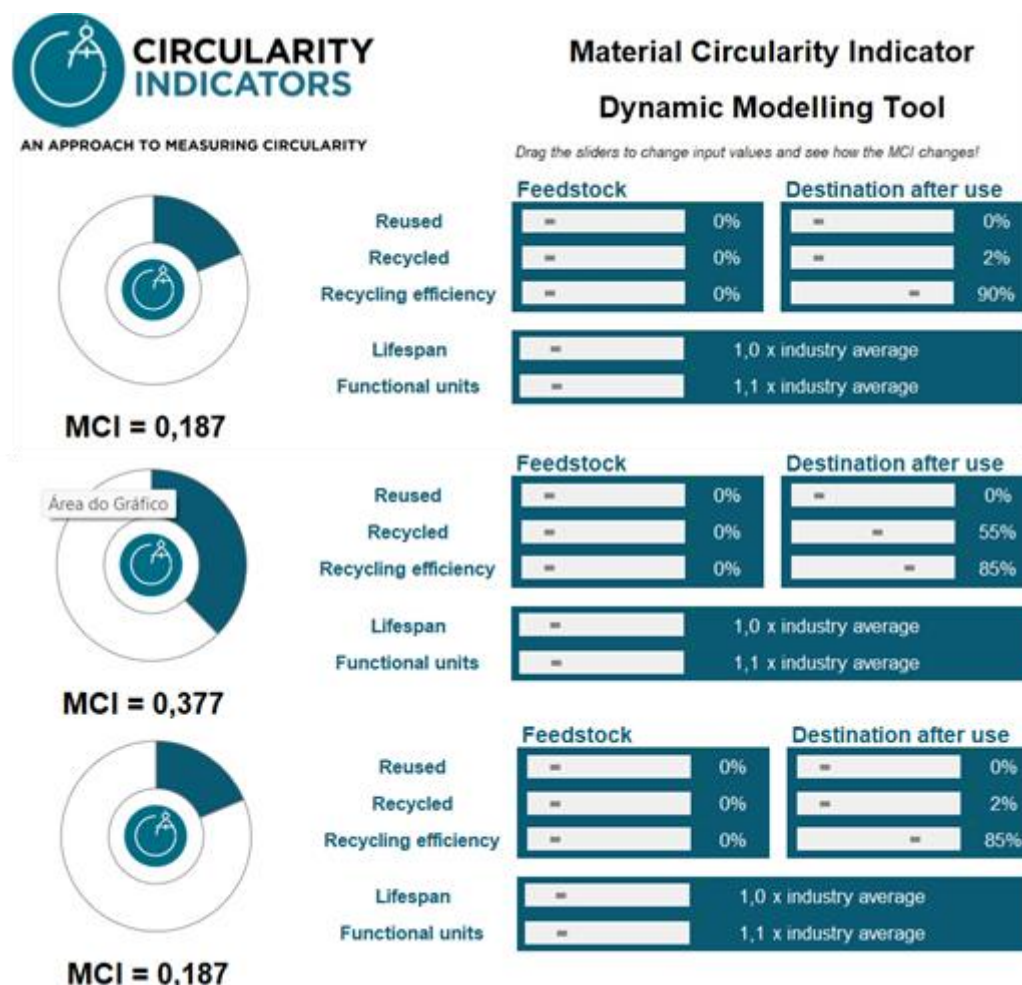


Figura 9 – MCI Estado atual dos produtos (1º) alumínio, (2º) ferramentaria e (3º) aço. Fonte: Figura gerada pela ferramenta MCI.

Após isso, os índices MCI gerados para cada um dos produtos da Empresa A foram compilados utilizando o fator normalizador (massa produzida de cada item). Para tal, foram utilizados valores “fictícios” de volume de produção em termos de kg de cada item produzido, de modo que fosse mantido o mesmo percentual passado pela empresa, a fim de manter tais informações em sigilo. Assim, foi possível chegar aos seguintes resultados.



Select normalising factor: product mass

No.	Name of product range	Total product mass of product range	MCI of ref. product
1	Componentes de Alumínio	CONFIDENCIAL	0,1873
2	Componentes de Aço		0,1870
3	Ferramentas		0,3771
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

Total product mass
Combined Material Circularity Indicator

CONFIDENCIAL
0,20602

Combined Material Circularity Indicator

MCI = 0,20602

Add Labels

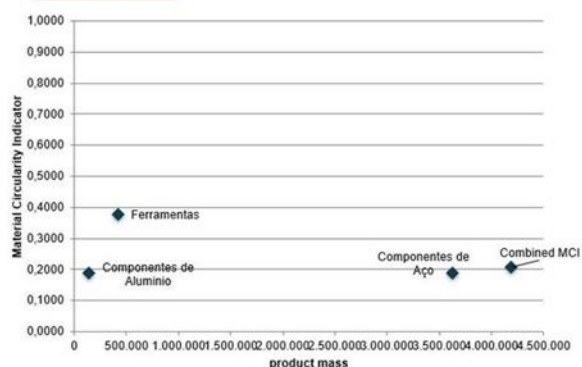


Figura 10 – MCI Estado atual compilado. Fonte: Figura gerada pela ferramenta MCI.

Por meio da ferramenta MCI, foi possível quantificar a circularidade dos modelos atual e futuro da Empresa A, conforme as Figuras 10 e 11 que mostram os resultados do modelo atual, sem a ecoinovação.

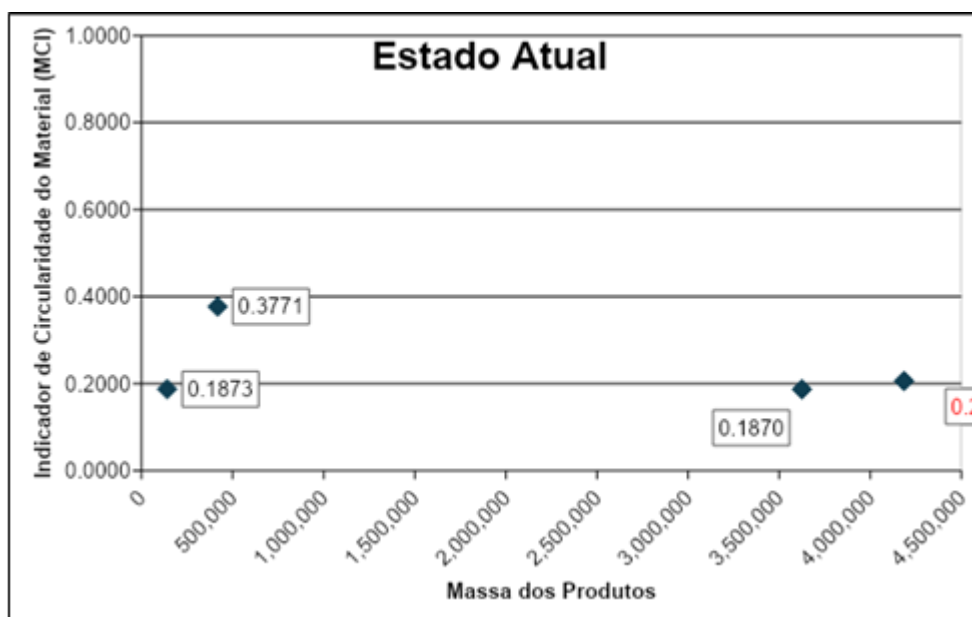


Figura 11 – Indicadores de circularidade (estado atual). Fonte: Autoria própria.

A partir dos cálculos realizados e das análises feitas, verificou-se que o estado atual de circularidade da empresa é de 20,6%, o que a colocaria na frente do dado de economia global de apenas 7,2%, segundo *Circle Economy* (2023).

Nesse sentido, foram propostos diferentes cenários de análise a partir do estado atual a fim de atender aos requisitos propostos por cada uma das cinco estratégias geradas conforme Quadro 2. Assim, para o estado futuro, foi mantida a eficiência de reciclagem no pós-uso de 85% para o aço e itens da ferramentaria, e de 90% para itens de alumínio, bem como a destinação de 2% dos itens de aço e da ferramentaria para reciclagem e de 55% para os itens de alumínio. Por outro lado, é válido destacar a inclusão de percentuais de reuso, reciclagem e eficiência da reciclagem nas matérias-primas

(coluna *feedstock* na ferramenta de cálculo do MCI), em virtude das estratégias previamente elencadas acima.

Nesse sentido, é válido destacar o reuso de 15% das matérias-primas referentes aos produtos de alumínio, aço e ferramentaria, bem como o uso de 10% de fontes recicladas de matéria-prima para cada um desses produtos. Além disso, foi mantida a eficiência de reciclagem de 85% para o aço e itens da ferramentaria e de 90% para itens de alumínio na matéria-prima (Figura 12). Após isso, os índices MCI gerados para cada um dos produtos da Empresa A foram compilados utilizando o fator mássico como normalizador, de forma similar ao do estado atual (Figura 13).

Os percentuais de reciclagem e destinação futura para os materiais foram estabelecidos através de um processo analítico que avaliou tanto o contexto operacional interno da empresa quanto *benchmarks* relevantes do setor (COOPER; ALLWOOD, 2012; CHEN, 2013; LINDER; SARASINI; VAN LOON, 2017; GHEEWALA, 2023). As metas definidas são reflexo das propriedades do aço e do alumínio, bem como dos resultados obtidos por meio das estratégias de negócios recentemente implementadas, alinhando-se às melhores práticas de sustentabilidade observadas na indústria (LINDER; SARASINI; VAN LOON, 2017). Adicionalmente, as taxas de reciclagem e destinação foram ajustadas para equilibrar a capacidade operacional atual com os ambiciosos objetivos futuros de sustentabilidade da empresa, conforme recomendado pelas tendências emergentes e práticas eficazes delineadas em estudos do setor (MCKINSEY & COMPANY, 2016).

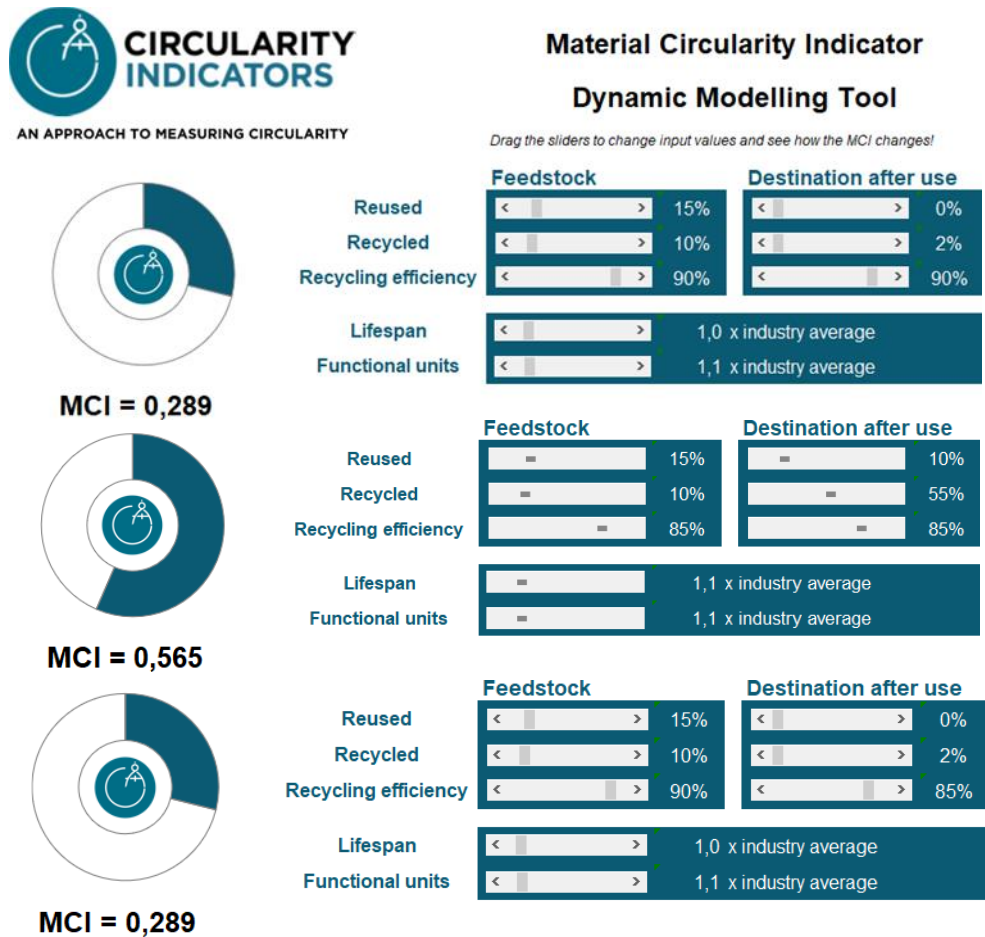
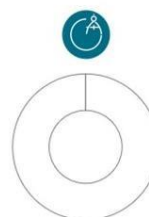


Figura 12 – MCI Estado futuro dos produtos (1º) alumínio, (2º) ferramentaria e (3º) aço.
Fonte: Figura gerada pela ferramenta MCI.



Select normalising factor: product mass

No.	Name of product range	Total product mass of product range	MCI of ref. product
1	Componentes de Alumínio	CONFIDENTIAL	0.2894
2	Componentes de Aço		0.2891
3	Ferramentas		0.4180
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

Total product mass
Combined Material Circularity Indicator

CONFIDENTIAL
0,30197

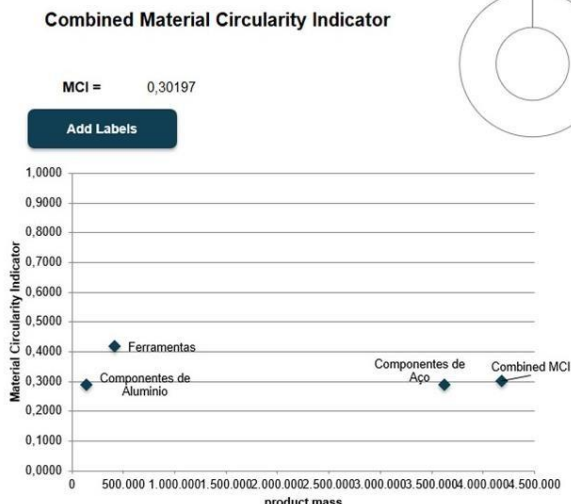


Figura 13 – MCI Estado futuro compilado. Fonte: Figura gerada pela ferramenta MCI.

Desse modo, para a definição do estado futuro, modelo de negócio mais circular, foram agregadas todas as implicações retratadas anteriormente. Assim, foi possível segregar apenas o gráfico de circularidade compilada (Figura 14).

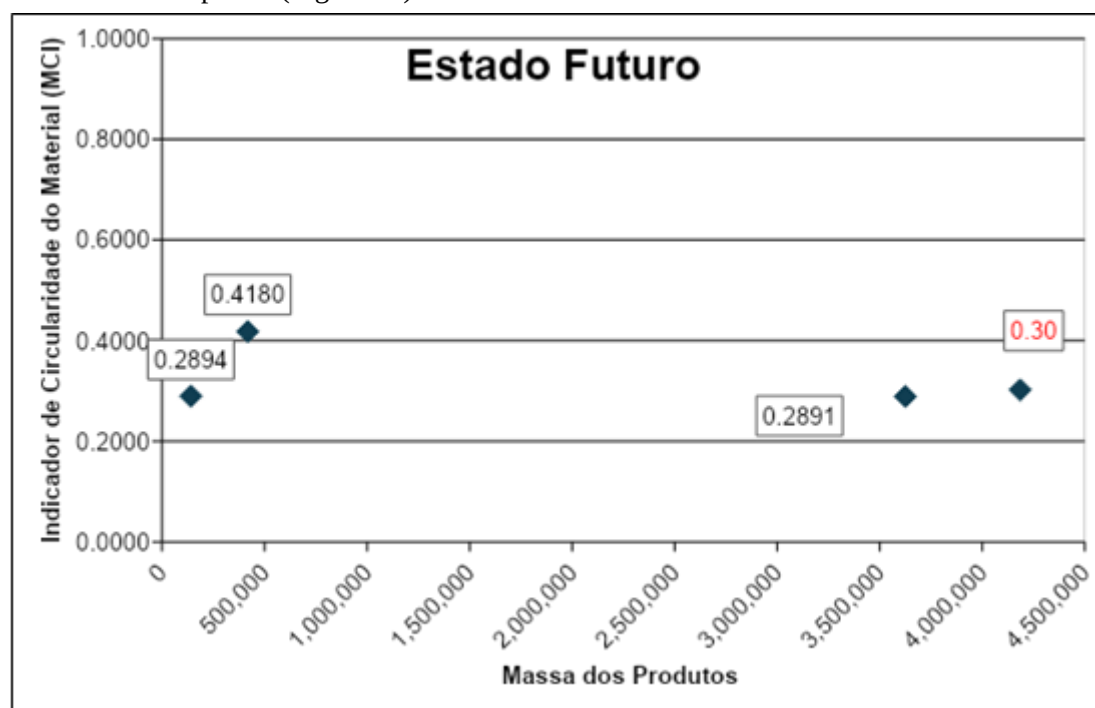


Figura 14 – Indicadores de circularidade (estado futuro). Fonte: Autoria própria.

É possível perceber um aumento de circularidade de 9,5%, resultando em um índice de 30,1% para o estado futuro. Apesar do aumento observado, é válido destacar que o índice obtido não resultou em um valor alto de circularidade, o que instaura a possibilidade da Empresa A, aprimorar as estratégias sugeridas e ir propondo melhorias de forma contínua a fim de chegar a valores maiores de circularidade.

No entanto, é sabido que mudanças demoram para ocorrer, sendo necessária a superação de barreiras para que sejam implementadas, sejam elas culturais ou até mesmo técnicas. Nesse

sentido, o modelo proposto para o negócio futuro, tentou ser o mais factível possível, de modo que a empresa em questão fosse capaz de aplicar as estratégias em um horizonte curto de tempo.

Assim, foram desconsiderados cenários utópicos nas análises, com estratégias, por exemplo, para utilização de 100% de material reciclado ou para reintrodução de 100% dos cavacos nos processos produtivos, visto que é sabido que tais implicações são praticamente intangíveis no setor metalúrgico no horizonte de curto prazo.

4.5. Implicações dos resultados para pesquisas futuras.

A transição para uma economia mais circular, apoiada pela ecoinovação, representa uma nova fronteira para a sustentabilidade empresarial. Neste sentido, foi possível observar que a literatura atual sobre ecoinovação frequentemente foca em mudanças incrementais que melhoram a eficiência de processos sem uma revisão profunda com foco no ciclo de vida dos produtos (BARBIERI et al., 2016).

Em distinção aos trabalhos que utilizam avaliações simplificadas de ciclo de vida ou matrizes reducionistas, o presente estudo explorou a integração de ferramentas de ecoinovação, com análises quantitativas da circularidade, uma abordagem ainda pouco explorada na literatura existente. Autores como Jesus et al. (2018) e Gursel et al. (2023) ressaltam a necessidade de ecoinovações específicas que abordem os diferentes níveis de operação para uma transição eficaz para a economia circular.

Assim, o este estudo adotou uma metodologia baseada na Avaliação do Ciclo de Vida, alinhando-se às recomendações de Goyal, Chauhan e Mishra (2021) sobre a importância de métodos de avaliação mais robustos e quantitativos para a EC.

Observa-se uma lacuna significativa na literatura no que tange à combinação de ferramentas digitais de ecoinovação, como o *I-GO Assistant*, com análises detalhadas da circularidade de processos e produtos. Poucos estudos têm abordado a integração dessas perspectivas, o que pode ser crucial para o desenvolvimento de práticas mais sustentáveis nas indústrias no curto e médio prazo (JESUS et al., 2018).

Pesquisas futuras podem beneficiar-se ao explorar como diferentes setores industriais podem adaptar essa abordagem integrada, ampliando a aplicabilidade e o impacto das estratégias de ecoinovação. Bucea-Manea-Țoniș et al. (2021) sugerem que a ecoinovação pode fomentar não apenas a resiliência empresarial, mas também a inclusão social e a criação de empregos na economia verde, indicando um campo promissor para futuras investigações.

Sugere-se, portanto, que estudos futuros investiguem o impacto de políticas públicas específicas que promovam a ecoinovação e a circularidade, com um olhar particular sobre os benefícios macroeconômicos e sociais dessas políticas. Isso pode incluir análises sobre como incentivos governamentais ou regulamentações podem acelerar a adoção de práticas circulares em diferentes contextos nacionais e industriais. Vale ressaltar a recente Política Nacional de Economia Circular de 2024, em fase de aprovação final, e que para sua implementação (Projeto de Lei nº 1874, de 2022) deverá considerar a realidade do país, muito dependente das PMEs e que, portanto, precisará de ferramentas e abordagens rápidas e de baixa necessidade de recursos adicionais para a análise e tomada de decisões mais sustentáveis e circulares. Assim, a presente proposta apresentada baseada na EC e ecoinovação pode ser útil no contexto de viabilizar a prática da referida legislação no país.

5. Conclusões.

O presente trabalho permitiu propor um modelo de negócios circular para uma empresa metalomecânica de pequeno porte situada no Estado de São Paulo. Nesse sentido, vale destacar a

aplicação de ferramentas como a plataforma I-GO e as ferramentas organizacionais, como matriz SWOT, análise PESTEL, *Life Cycle Stakeholders analysis* e *Business model Canvas*, para compreender o panorama atual e o futuro da empresa rumo à ecoinovação.

O resultado do estado atual para o indicador MCI permitiu observar uma circularidade 20,6% para a empresa. O novo fator calculado garantiu um aumento de 9,5% no índice MCI, totalizando 30,1% de circularidade após a implementação das seguintes estratégias: reinserção de 15% de cavacos de materiais à base de aço e alumínio; aumento da vida útil das ferramentas fabricadas em 10%; remanufatura de 10% dos produtos a partir da compra de ferramentas usadas e uso de 10% de material reciclado em todas as operações da empresa.

Cabe destacar as seguintes limitações do estudo apresentado: risco de viés dos autores no momento da filtragem e análise dos dados; possibilidade de imprecisão e até mesmo inconsistência nos resultados obtidos em virtude dos pressupostos assumidos para o cálculo do indicador MCI; limitação no uso das ferramentas em virtude de os autores estarem alheios a realidade da empresa; além da proposição de um estado futuro considerando as expectativas dos autores no curto prazo.

A integração de ferramentas organizacionais, análise de maturidade no uso de recursos (I-GO Assistant), elaboração de plano de ação e medição de índices de circularidade (MCI) mostrou-se uma forma rápida de fazer a avaliação e proposição de novos modelos de negócios, exigindo a necessidade de poucos recursos. Desse nodo, a metodologia proposta pode ser considerada uma forma interessante de apoiar e permitir o processo de ecoinovação em PMEs.

Por fim, é válido destacar que estratégias de longo prazo poderiam aumentar ainda mais o valor do MCI, sobretudo, pelas inúmeras possibilidades de melhorias existentes que podem ser alcançadas pela ecoinovação. No entanto, é válido destacar que as proposições feitas pelos autores tentaram ser o mais real possível e factível com a realidade do setor da empresa estudada. Resta ainda salientar que as ações foram propostas de forma teórica (em formato de plano de ação), sendo necessário a avaliação das mesmas pela Empresa A para a efetiva implementação.

Agradecimentos.

Os autores são gratos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro, processo nº 2022/15134-1 e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 88887.703365/2022-00.

Referências.

AKAO, Y. 1990. **Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into product design**, G.H Mazur (trans) Cambridge, M.A: Productivity Press.

BARBIERI, Nicolò; GHISSETTI, Claudia; GILLI, Marianna; MARIN, Giovanni; NICOLLI, Francesco. A survey of the literature on environmental innovation based on main path analysis. **Journal Of Economic Surveys**, v. 30, n. 3, p. 596-623, 21 mar. 2016. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/joes.12149>.

BERNAT, G. B.; QUALHARINI, E. L.; CASTRO, M. S.; BARCAUI, A. B.; SOARES, R. R.. Sustainability in Project Management and Project Success with Virtual Teams: a quantitative analysis considering stakeholder engagement and knowledge management. **Sustainability**, v. 15, n. 12, p. 9834, 20 jun. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su15129834>.

BUCEA-MANEA-ȚONIȘ, Rocsana; LEVIĆ, Aleksandar; ILIĆ, Milena P.; BUCEA-MANEA-ȚONIȘ, Radu; LEVIĆ, Nevenka Popović; MIHOREANU, Larisa. Untapped Aspects of

Innovation and Competition within a European Resilient Circular Economy. A Dual Comparative Study. **Sustainability**, v. 13, n. 15, p. 8290, 24 jul. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su13158290>.

CHEN, Wei-Qiang. Recycling Rates of Aluminum in the United States. **Journal Of Industrial Ecology**, v. 17, n. 6, p. 926-938, 23 out. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jiec.12070>.

CIRCLE ECONOMY. (2023). **The circularity gap report 2023: Methods** (v 1.0). Amsterdam: Circle Economy.

COOPER, Daniel R.; ALLWOOD, Julian M.. Reusing Steel and Aluminum Components at End of Product Life. **Environmental Science & Technology**, v. 46, n. 18, p. 10334-10340, 27 ago. 2012. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/es301093a>.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Material Circularity Indicator (MCI)**. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/material-circularity-indicator>. Acesso em: 29 jan. 2024.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **What is a circular economy?** Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>. Acesso em: 15 abr. 2024.

FUSSLER, C.; JAMES, P. **Driving Eco-innovation: a breakthrough discipline for innovation and sustainability**. London: Pitman Publishing, 1996.

GHEEWALA, Shabbir H.. Material recycling in a circular economy: a systems view. **Wires Energy And Environment**, v. 13, n. 1, p. 1-1, 16 out. 2023. <Http://dx.doi.org/10.1002/wene.503>.

GOYAL, Sandeep; CHAUHAN, Sumedha; MISHRA, Pavitra. Circular economy research: a bibliometric analysis (2000-2019) and future research insights. **Journal Of Cleaner Production**, v. 287, p. 125011, mar. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125011>.

GURSEL, I. Vural; ELBERSEN, Berien; MEESTERS, Koen P.H. Monitoring circular biobased economy – Systematic review of circularity indicators at the micro level. **Resources, Conservation and Recycling**, [S.L.], v. 197, p. 107104, out. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107104>.

HALL, R. **Organizações: estruturas e processos**. Rio de Janeiro: Pretice Hall do Brasil, 1984.

HOMRICH, Aline Sacchi; GALVÃO, Graziela; ABADIA, Lorena Gamboa; CARVALHO, Marly M.. The circular economy umbrella: trends and gaps on integrating pathways. **Journal Of Cleaner Production**, v. 175, p. 525-543, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.064>.

I-GO. **Sobre o I-GO**. Disponível em: <https://igosolution.org/pt-br/sobre-o-i-go>. Acesso em: 17 set. 2023.

JESUS, Ana de; ANTUNES, Paula; SANTOS, Rui; MENDONÇA, Sandro. Eco-innovation in the transition to a circular economy: an analytical literature review. **Journal Of Cleaner Production**, v. 172, p. 2999-3018, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.111>.

JHA, Sumi; BHATTACHARYYA, Som Sekhar. Moderated Mediation Analysis of Leader Technology Orientation: a study of operations and manufacturing leaders of india. **Journal Of Operations and Strategic Planning**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 58-80, jun. 2020. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/2516600x20930946>

KIRCHHERR, Julian; REIKE, Denise; HEKKERT, Marko. Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation And Recycling*, v. 127, p. 221-232, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.

KLEMMER, P., LEHR, U. and LOBBE, K., 1999. **Environmental Innovation. Volume 3 of publications from a Joint Project on Innovation Impacts of Environmental Policy Instruments**. Synthesis Report of a project commissioned by the German Ministry of Research and Technology (BMBF), Analytica-Verlag, Berlin.

LINDER, Marcus; SARASINI, Steven; VAN LOON, Patricia. A Metric for Quantifying Product-Level Circularity. **Journal Of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 545-558, 24 fev. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jiec.12552>.

LINSER, Stefanie; WOLFSLEHNER, Bernhard; BRIDGE, Simon; GRITTEN, David; JOHNSON, Steven; PAYN, Tim; PRINS, Kit; RAĽI, Rastislav; ROBERTSON, Guy. 25 Years of Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management: how intergovernmental c&i processes have made a difference. **Forests**, [S.L.], v. 9, n. 9, p. 578, 18 set. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/f9090578>.

LUCATO, Wagner Cezar; VIEIRA JÚNIOR, Milton. As dificuldades de capitalização das pequenas e médias empresas brasileiras. **Production**, v. 16, n. 1, p. 24-33, abr. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132006000100003>.

MAXIMIANO, ANTONIO CESAR A. **Introdução a administração**. 3ª ed., São Paulo, Editora Atlas, 1992.

MCKINSEY & COMPANY (org.). **The circular economy: moving from theory to practice**. S.L.: McKinsey Center For Business And Environment, 2016. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Sustainability/Our%20Insights/The%20circular%20economy%20Moving%20from%20theory%20to%20practice/The%20circular%20economy%20Moving%20from%20theory%20to%20practice.ashx>. Acesso em: 23 abr. 2024.

MCKINSEY & COMPANY. **What is innovation?** 2022. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-innovation>. Acesso em: 15 abr. 2024.

MEADOWS, C.; RANDERS, J. **Limits to growth: the 30-year update**. Chelsea Green, White River Junction, Vermont, 2006.

MINTZBERG, Henry et al. Estratégias. **O processo da estratégia: conceitos, contextos e casos selecionados**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

NAKAHIRA, Thais Mitie Nunes; GIUSTI, Gabriela; GUIMARÃES, Márcia Regina Neves; CARDOSO, André Coimbra Félix; SILVA, Diogo Aparecido Lopes. Eco-inovação: uma análise do estado da arte em busca de ferramentas e metodologias mais utilizadas. In: **GCV, 2020.**, 2020, Gramado. GCV 2020. Gramado: Gcv, 2020. p. 449-454. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348481990_Eco-inovacao_uma_analise_do_estado_da_arte_em_busca_de_ferramentas_e_metodologias_mais_utilizadas. Acesso em: 29 jan. 2024.

NIEDERAUER, Carolina. **Business Model Canvas: como construir seu modelo de negócio?** Disponível em: <https://digital.sebraers.com.br/blog/estrategia/business-model-canvas-como-construir-seu-modelo-de-negocio/>. Acesso em: 29 jan. 2024.

OECD, 1997. **OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data** – Oslo-Manual, OECD/Eurostat, Paris.

OECD, 2018. **Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation**, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.

PICHLAK, Magdalena; SZROMEK, Adam R. Eco-Innovation, Sustainability and Business Model Innovation by Open Innovation Dynamics. **Journal Of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 149, jun. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.3390/joitmc7020149>.

PORTAL SEBRAE. **Business Model Canvas: como construir seu modelo de negócio?** Disponível em: <https://digital.sebraers.com.br/blog/estrategia/business-model-canvas-como-construir-seu-modelo-de-negocio/>. Acesso em: 11 mar. 2023.

RENNINGS, Klaus. Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. **Ecological Economics**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 319-332, fev. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0921-8009\(99\)00112-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0921-8009(99)00112-3).

REZENDE, Marília; LINHARES, Thamiris; MORIS, Virgínia; IRITANI, Diego; SILVA, Diogo. OVERVIEW OF THE UNEP'S ECO-INNOVATION MANUAL APPLICATION FROM 2016-2018 IN BRAZILIAN COMPANIES. In: **CILCA, Proceedings [...]** Cartago: Cilca, 2019. p. 1-1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335257162_Panorama_da_aplicacao_do_manual_de_eco-inovacao_da_UNEP_entre_2016-2018_em_empresas_brasileiras. Acesso em: 29 jan. 2024.

SALLA, J. V. E.; ALBINO, A. C. G.; MELO, B. K. T.; PAZ, C. R.; BUJARSKI, J. G. R.; SOUZA, M. C.; SILVA, V. M.; APARECIDO LOPES SILVA, DIOGO. Eco-inovação no modelo de negócios como meio para a promoção da Economia Circular numa empresa metalomecânica.

In: **14º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto (CBGDP)**, 2023, Natal-RN. Anais do 14º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto (CBGDP), 2023.

SEBRAE. **5W2H: o que é, para que serve e por que usar na sua empresa**. Disponível em: <https://www.sebrae-sc.com.br/blog/5w2h-o-que-e-para-que-serve-e-por-que-usar-na-sua-empresa#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20a%20ferramenta,os%20envolvidos%20em%20um%20projeto>. Acesso em: 29 jan. 2024.

SEBRAE. **Micro e pequenas empresas geram 27% do PIB do Brasil**. 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/mt/noticias/micro-e-pequenas-empresas-geram-27-do-pib-do-brasil,ad0fc70646467410VgnVCM2000003c74010aRCRD>. Acesso em: 15 abr. 2024.

SILVA, L. M. F.; CRUZ, E. C.; SALES, A. N. G. Ecoinovação: a percepção do universitário dos cursos de graduação a distância da Universidade Federal do Amazonas. In: **Congresso Nacional de Educação**, 6., 2019, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: Conedu, 2019. p. 1-10.

SMIL, V. **Invention and innovation: a brief history of hype and failure**. 1st ed. Cambridge, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2023. vol. 1.

TEOLI, Dac; SANVICTORES, Terrence; AN, Jason. **SWOT Analysis**. 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537302/#:~:text=The%20strategy%20is%20historically%20credited,niche%20within%20the%20broader%20market>. Acesso em: 25 jul. 2023.

TIDD, Joe; BESSANT, John R. **Managing Innovation: integrating technological, market and organizational change**. 7. ed. S.L: Wiley, 2020. 624 p. ISBN-10: 1119713307 ISBN-13: 978-1119713302.

UNEP. Eco-Innovation. Disponível em: <https://www.unep.org/eco-innovation>. Acesso em: 19 jul. 2023. WASHINGTON STATE UNIVERSITY. Industry Research. Disponível em: <https://libguides.libraries.wsu.edu/c.php?g=294263&p=4358409>. Acesso em: 25 jul. 2023.

UNITED NATIONS. **TECHNOLOGY AND INNOVATION REPORT 2023: Opening green windows**. New York: [s. n.], 2023. Available at: https://unctad.org/system/files/official-document/tir2023_en.pdf. Accessed on: 19 Apr. 2024.

WASHINGTON STATE UNIVERSITY. **Industry Research**. Disponível em: <https://libguides.libraries.wsu.edu/c.php?g=294263&p=4358409>. Acesso em: 25 jul. 2023.

WERLE, Júlia Ranzi. **ANÁLISE DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DE UMA EMPRESA DE BASE TECNOLÓGICA**: um estudo de caso da empresa Nextt. 2015. 104 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/166814/TC%20-%20J%C3%BAlia%20Ranzi%20Werle.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 jan. 2024.

WWF. **Dia da sobrecarga da Terra.** 2023. Disponível em:
<https://www.wwf.org.br/overshootday/>. Acesso em: 15 abr. 2024.