

ARTIGO

Transição para a economia circular no setor metalúrgico: um framework de implantação

TAIS PROVENSI¹
MAIARA LAIS MARCON¹
SIMONE SEHNEM¹
NELSON SANTOS MACHADO¹

¹ UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA / PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, CHAPECÓ – SC, BRASIL

Resumo

Este estudo tem por objetivo propor um *framework* teórico para implantação da economia circular no setor metalúrgico, destacando os processos necessários para tal. Práticas circulares e de governança alinhadas ao *framework* ReSOLVE foram mapeadas junto às empresas do Índice de Sustentabilidade Empresarial da B3, por meio de pesquisa documental e aplicação de uma *survey*. Um estudo de caso múltiplo foi conduzido com três empresas do Índice de Sustentabilidade Empresarial da B3 que já adotam a economia circular, com as quais aplicaram-se entrevistas. A partir do benchmarking foi elaborado o *framework* teórico, considerando o reconhecimento da realidade de uma indústria metalúrgica, na qual foi efetuada visita técnica e realizada entrevista com o diretor administrativo. Os processos fundamentais para a transição para a economia circular compreendem o engajamento dos líderes e da alta direção; sensibilização, capacitação e engajamento dos colaboradores; identificação de *gaps* no processo produtivo; monitoramento de indicadores; e comunicação e transparência com os *stakeholders*. Os achados revelam que o setor metalúrgico apresenta potencial para geração de novos negócios circulares a partir do reaproveitamento de aparas de materiais metálicos. O estudo contribui com a proposição de um *framework* aplicável, cujas diretrizes podem ser utilizadas por gestores que desejam avançar rumo à circularidade.

Palavras-chave: Negócios circulares. Sustentabilidade organizacional. Indústria metalúrgica.

Transition to the circular economy in the metallurgical sector: an implementation framework

Abstract

This study proposes a theoretical framework for implementing the circular economy in the metallurgical sector, highlighting the necessary processes for such implementation. Circular practices and governance aligned with the ReSOLVE framework were identified within B3 listed companies in the Corporate Sustainability Index through documentary research and a survey. A multiple case study and interviews were conducted with three B3 Corporate Sustainability Index companies already adopting the circular economy. Based on benchmarking, a theoretical framework was developed, considering the reality of the metallurgical industry, for which a technical visit and interview with the administrative director were conducted. The fundamental processes for transitioning to the circular economy include the engagement of leaders and top management; awareness, training and engagement of employees; identification of gaps in the production process; monitoring indicators; and communication and transparency with stakeholders. The study contributes to the proposal of an applicable framework that managers can use to advance toward circularity.

Keywords: Circular Business. Organizational sustainability. Metallurgical industry.

Transición a la economía circular en el sector metalúrgico: un marco de implementación

Resumen

El objetivo de este estudio es proponer un marco teórico para la implementación de la economía circular en el sector metalúrgico, destacando los procesos necesarios para ello. Las prácticas circulares y de gobernanza alineadas con el marco ReSOLVE se mapearon con empresas del Índice de Sostenibilidad Corporativa (ISE B3) mediante la investigación documental y la aplicación de una encuesta. Se llevó a cabo un estudio de casos múltiples con tres empresas del ISE B3 que ya han adoptado la economía circular, con las que se realizaron entrevistas. A partir del *benchmarking*, se elaboró el marco teórico, teniendo en cuenta el reconocimiento de la realidad de una industria metalúrgica, en la cual se realizó una visita técnica y una entrevista con el director administrativo. Los procesos fundamentales para la transición a la economía circular incluyen el compromiso de los líderes y la alta dirección; la sensibilización, formación y compromiso de los empleados; la identificación de lagunas en el proceso de producción; el seguimiento de los indicadores; y la comunicación y transparencia con las partes interesadas. Las conclusiones muestran que el sector metalúrgico tiene potencial para generar nuevos negocios circulares a partir de la reutilización de chatarra. El estudio contribuye proponiendo un marco aplicable cuyas directrices pueden ser utilizadas por los gestores que deseen avanzar hacia la circularidad.

Palabras clave: Negocios circulares. Sostenibilidad organizativa. Industria metalúrgica.

INTRODUÇÃO

O setor metalúrgico possui expressiva importância no cenário econômico brasileiro. Embora tradicional, a atividade metalúrgica se encontra diante de pressões ambientais e de mercado em função do avanço da tecnologia e de aspectos relacionados à sustentabilidade, que promovem e incentivam mudanças na indústria. A expectativa é de que o setor busque a aplicação de novas tecnologias com vistas aos processos de produção sustentáveis e produtos de alto desempenho (Carvalho, Mesquita & Cardarelli, 2017).

Nesse contexto de busca por soluções sustentáveis, a economia circular (EC) vem ganhando força nos últimos anos. Trata-se de um sistema regenerativo que visa reduzir a entrada de matéria-prima, a geração de resíduos e a emissão de gases por meio da desaceleração e do fechamento dos ciclos de material e energia (Geissdoerfer, Savaget, Bocken & Hultink, 2017).

Nas organizações, sua implementação ocorre a partir da adoção de Modelos de Negócios de Economia Circular (MNEC), que incorporam valor ao negócio, minimizam e até mesmo eliminam desperdícios de recursos e capacidades (Lacy, Long & Spindler, 2020). Os MNEC podem ser classificados de diversas maneiras, de acordo com suas estratégias ambientais (Manninen et al., 2018). Diferentes MNEC são, em sua maioria, passíveis de serem categorizados pelo ReSOLVE (Lewandowski, 2016), um *framework* de EC proposto pela Ellen MacArthur Foundation (2015) e que abrange seis ações: regenerar, compartilhar, otimizar, ciclar, virtualizar e trocar.

Em função da natureza das matérias-primas, o setor metalúrgico apresenta grande potencialidade de adesão e crescimento em um sistema de EC. O aço, uma das principais matérias-primas da indústria metalúrgica, é 100% reciclável e desempenha um papel relevante na adoção da EC (Brasil, 2021). A longevidade, funcionalidade, manutenção reduzida e o grande potencial de recuperação e reciclagem dos materiais metálicos colocam o setor em destaque. Estima-se que com estratégias de EC seja possível reduzir significativamente os materiais consumidos nas atividades do setor (Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal, 2018).

Apesar dos potenciais benefícios da EC para a sustentabilidade do setor metalúrgico, esse sistema de produção ainda carece de estudos que consolidem princípios e práticas associadas (Merli, Preziosi & Acampora, 2018). Considerando que a disseminação restrita de práticas de EC é uma barreira para sua implementação (Sehnem, Kuzma, Julkovsky, Frare & Vazquez-Brust, 2021), este estudo tem por objetivo propor um *framework* teórico para implantação da EC no setor metalúrgico, respondendo à seguinte pergunta de pesquisa: Que processos são necessários para promover a implantação da EC em empresas do setor metalúrgico?

A mobilização de setores específicos para a EC facilita a sensibilização e o engajamento dos *stakeholders*, além de auxiliar na orquestração dos intervenientes para criação de novos modelos de negócios (Sehnem et al., 2021). Ao considerar boas práticas circulares e de governança de empresas integrantes do Índice de Sustentabilidade Empresarial da B3 (ISE B3), este estudo é embasado por casos práticos, vistos como motivadores para a mudança de postura perante a EC por parte dos tomadores de decisão (Tapaninaho & Heikkinen, 2022). Os processos centrais mapeados pela pesquisa compreendem experiências bem-sucedidas de outras organizações e fornecem um aprendizado fundamental para o avanço da EC (Batista & Francisco, 2018), além de contribuir para o estabelecimento da governança, considerada indispensável para a transição circular (Van Langen et al., 2021).

Além desta introdução, este estudo é composto por outras quatro seções. A segunda seção apresenta o referencial teórico que embasa a coleta e análise dos dados; a terceira seção descreve a metodologia aplicada para o desenvolvimento do estudo. Na sequência, a quarta seção apresenta os resultados da pesquisa e a discussão dos mesmos com a literatura. O artigo é então encerrado com a seção de considerações finais, na qual se retomam os principais achados e se destacam as limitações e recomendações para estudos futuros.

REFERENCIAL TEÓRICO

Economia circular, sustentabilidade e ESG: conceitos e interações

O envolvimento das empresas com a sustentabilidade é crescente, contudo, o modelo linear de produção adotado pela maioria das organizações é reconhecido como não sustentável (Nikolakis et al., 2024). A implementação de práticas mais responsáveis e sustentáveis por parte das empresas exige amplas mudanças em suas formas de operação (De Angelis & Ianulardo, 2024). Nesse contexto, a Economia Circular (EC) é uma alternativa para uma produção mais ecológica, que garante a transição para práticas de sustentabilidade (Nikolakis et al., 2024). Para Kandpal, Jaswal, Gonzalez e Agarwal (2024), a mudança de paradigma inclui não só o sistema circular, como também a integração de práticas ambientais, sociais e de governança, que constituem o ESG (do inglês “*Environmental, Social, and Governance*”).

A incorporação de estratégias ESG e de práticas de EC nas operações, associadas a investimentos para sustentabilidade a longo prazo, são enfatizados como necessidades empresariais por Ramakrishna e Ramasubramanian (2024). A sustentabilidade é entendida como uma relação interligada e de equilíbrio entre a economia, o desempenho social e o meio ambiente (Geissdoerfer et al., 2017), enquanto o conceito de EC, apesar de ter ganho impulso entre acadêmicos e profissionais na última década, significa coisas diferentes para pessoas diferentes (Kirchherr, Reike & Hekkert, 2017).

A Ellen MacArthur Foundation (2015, p. 2), por exemplo, indica que “uma economia circular é restaurativa e regenerativa por princípio. Seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo, distinguindo entre ciclos técnicos e biológicos” — sendo essa é a definição de EC mais conhecida (Geissdoerfer et al., 2017). Baseando-se nas similaridades encontradas entre os diversos conceitos de EC identificados na literatura, Kirchherr, Yang, Schulze-Spüntrup, Heerink e Hartley (2023, p. 4) apresentam a seguinte definição:

A economia circular (EC) é um sistema econômico regenerativo que necessita de uma mudança de paradigma para substituir o conceito de “fim de vida” pela redução, reutilização alternativa, reciclagem e recuperação de materiais ao longo da cadeia de abastecimento, com o objetivo de promover a manutenção do valor e o desenvolvimento sustentável, criando qualidade ambiental, desenvolvimento econômico e equidade social, em benefício das gerações atuais e futuras. É possibilitada por uma aliança entre os *stakeholders* (indústria, consumidores, decisores políticos, academia) e as suas inovações e capacidades tecnológicas.

Apesar de a EC não possuir um conceito claro e definido na literatura (Nosková, Procházková & Zemanová, 2024), o sistema circular é baseado em três princípios: i) preservação e aumento de capital natural por meio do controle de estoque e seleção de tecnologias e processos de alto desempenho; ii) otimização dos recursos mediante circulação dos componentes e materiais pelo maior espaço de tempo (engloba design, manutenção, reutilização, reciclagem, entre outros); iii) promoção da eficácia do sistema, para redução de externalidades relacionadas à mobilidade, moradia, ruídos e outros impactos ambientais (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

O envolvimento das partes interessadas é considerado fundamental para a EC (Ghisellini, Lazarevic, Passaro & Liu, 2024); quando os *stakeholders* se articulam e interagem na cadeia produtiva, há oportunidades para o fechamento de ciclos que geram resultados ganha-ganha (Silva & Sehnem, 2022). Esse cenário evidencia, na interação entre os constructos de EC e ESG, o pilar da governança. Uma governança estruturada e estabelecida entre os *stakeholders* é indispensável para que a transição circular aconteça (Van Langen et al., 2021) e, por esse motivo, este estudo tem a governança como foco em termos de ESG. A interação entre as partes é importante para alcançar o desperdício zero (Wade, Meath & Griffiths, 2022) e substituir o conceito de “fim de vida” (Kirchherr et al., 2023). Parcerias entre empresas, compromissos empresariais e governamentais (Valeva & Bodkin, 2018), relações de colaboração (Tapaninaho & Heikkinen, 2022) e demais relações sociais influenciam as tomadas de decisão (Marques & Manzanares, 2022). Portanto, a EC é entendida como um processo de produção adotado de forma conjunta, com a participação de diversos atores, e que exige transparência em relação às ações (Todaro & Torelli, 2024).

O sistema circular de produção é visualizado como uma das cinco tendências para o futuro do ESG (Mascotto, 2020). Por um lado, as diretrizes ESG auxiliam a identificação de aspectos do negócio para a adoção da EC; por outro, a internalização da circularidade pode melhorar o desempenho ambiental do negócio, contribuir com a credibilidade social e fortalecer a governança (Patil, Ghisellini, Ramakrishna, 2020). A transição para a circularidade implica de forma significativa na gestão das organizações (Mascotto, 2020). Apesar de o foco da EC centrar-se em questões ambientais e fatores sociais, a governança

não pode ser esquecida, uma vez que a excelência da gestão socioambiental requer conhecimentos de governança (Patil et al., 2020).

Por suas características, a EC é vista como uma propulsora da sustentabilidade (Manninen et al., 2018), capaz de auxiliar a gestão sustentável de organizações (De Angelis & Ianulardo, 2024) ao basear-se em princípios dos ecossistemas naturais (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Para Unruh (2010), a sustentabilidade é alcançada quando os princípios da natureza são aplicados no contexto organizacional de forma lucrativa.

Para atingir os benefícios da EC, além dos aspectos de governança mencionados, é preciso que as empresas adotem, gradativamente, modelos de negócio de economia circular. Esses modelos são responsáveis por nortear a implementação dos princípios circulares no ambiente organizacional (Lewandowski, 2016), e suas características são detalhadas na subseção a seguir.

Modelos de negócios de economia circular

Os MNEC se caracterizam como uma nova forma de captar oportunidades (Weetman, 2019). Capazes de colaborar para o prestígio da empresa perante a sociedade; minimizar danos; recuperar o ambiente em escala local; reduzir custos de produção; diminuir gastos com disposição final de resíduos e contribuir para a longevidade das empresas (Ormazabal, Prieto-Sandoval, Puga-Leal & Jaca, 2018), os MNEC geram emprego e renda, permitindo que as organizações ingressem em novos mercados (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

A literatura identifica várias estruturas de modelos de negócios cujo objetivo é a criação de valor a partir da adesão aos princípios da EC (Lüdeke-Freund, Gold & Bocken, 2018). Os MNEC englobam estruturas e estratégias projetadas pelas empresas para promover a mudança para a EC (Weetman, 2019) e buscam a ecoeficiência das atividades baseados, sobretudo, na aplicação dos 4Rs (reduzir, reutilizar, reciclar e repensar) (Kalmykova, Sadagopan & Rosado, 2018).

Os MNEC podem ser classificados de diversas maneiras, com base em suas estratégias ambientais (Manninen et al., 2018). Kalmykova et al. (2018) e Lacy et al. (2020) apontam a existência de cinco MNEC cujas premissas são capazes de sustentar a transição para a EC, reduzindo ou até mesmo eliminando desperdícios, poluição e processos ineficientes. São eles: a) insumos circulares ou fornecimento circular; b) plataformas de compartilhamento; c) produto como serviço; d) extensão do uso do produto ou segunda vida; e) recuperação de recursos ou desperdício como recurso. Esses modelos podem tanto ser adotados de forma individualizada como de forma conjunta (Lacy et al., 2020), e se observa como característica comum a busca pela manutenção dos materiais e produtos fluindo em ciclos, com vistas a recuperar os materiais para reutilização, como apontado por Weetman (2019).

Os elementos que constituem os MNEC derivam dos princípios circulares e, em sua maioria, refletem o *framework* ReSOLVE (Lewandowski, 2016), proposto pela Ellen MacArthur Foundation (2015). A estrutura, apresentada no Quadro 1, possui uma abordagem prática e reúne um conjunto de seis áreas de atuação (Tavares, Ganga, Godinho Filho & Rodrigues, 2023), que podem ser adotadas por empresas e governos com o objetivo de implementação de práticas de EC (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Quadro 1
Framework ReSOLVE e exemplos de ações

Ação	Descrição
Re <i>Regenerate</i> Regenerar	Uso de energia elétrica de fonte renovável, a exemplo de energia solar, eólica, hidráulica e de biomassa.
	Uso de biocombustíveis, a exemplo do etanol.
	Adoção da segregação dos resíduos, com encaminhamento para reciclagem e compostagem.
	Adoção da logística reversa para determinados materiais.
S <i>Share</i> Compartilhar	Adoção do serviço de aluguel e compartilhamento de ativos como carros, salas e semelhantes.
	Aquisição de produtos remanufaturados (de segunda mão) para uso interno.
	Prolongamento da vida útil dos materiais através de manutenção, atualização, design para durabilidade, etc.
O <i>Optimize</i> Otimizar	Uso de tecnologias para maximizar o uso de recursos e minimizar a geração de resíduos.
	Adoção do ciclo fechado da água nos processos produtivos.
	Adoção dos princípios de melhoria contínua.
	Otimização de rotas de logística para redução de emissões de gases poluentes.
L <i>Loop</i> Ciclar	Adoção dos pressupostos do lixo zero, ou seja, todos os resíduos são comercializados para se tornar insumo em outra cadeia produtiva.
	Uso dos resíduos como recurso através da reciclagem, compostagem, energia do lixo, etc.
	Reintrodução de materiais na cadeia de produção para serem reprocessados e transformados em novos produtos.
	Uso de bens remanufaturados.
V <i>Virtualize</i> Virtualizar	Desmaterialização direta – digitalização de documentos e processos, por exemplo.
	Comercialização feita por e-commerce.
	Adoção de canais de atendimento online.
	Uso de indicadores oriundos de big data para tomadas de decisão.
E <i>Exchange</i> Trocar	Substituição de matéria-prima não renovável por matéria-prima de origem renovável.
	Aplicação de novas tecnologias, com vistas a eficiência operacional e energética.
	Substituição gradativa de veículos abastecidos com combustíveis fósseis por veículos elétricos de menor impacto.

Fonte: Adaptada de Ellen MacArthur Foundation (2015).

O *framework* ReSOLVE demonstra os princípios da EC como ações empresariais implementáveis pelas organizações (Lewandoswki, 2016), fornecendo resultados práticos e aplicáveis ao mundo real (Mastos et al., 2021) e que representam oportunidades de novos negócios (Kalmykova et al., 2018). Trata-se de uma ferramenta líder no processo de implementação de MNEC, considerada uma das mais importantes (Tavares et al., 2023) e mais utilizadas (Jabbour et al., 2019), que reforça o papel de atores não acadêmicos no trabalho conceitual e aplicável da EC (Kirchherr et al., 2017).

A importância do *framework* ReSOLVE para a adoção efetiva de práticas circulares é destacada, por exemplo, por Dias, Jugend, Fiorini, Razzino e Pinheiro (2022) e Jabbour et al. (2020). Estudos anteriores utilizam-no como base para o desenvolvimento dos achados em diversos contextos: Sehnem, Pandolfi e Gomes (2019) adotam o *framework* ReSOLVE para analisar o alinhamento entre práticas de sustentabilidade de uma multinacional brasileira com a EC; Jabbour et al. (2020) medem ações de EC a partir do *framework* ReSOLVE com o objetivo de identificar barreiras e motivadores da EC em indústrias brasileiras (nível micro); Tavares et al. (2023) utilizam o ReSOLVE como base para a proposição de uma estrutura que contém benefícios e barreiras do uso da manufatura aditiva na transição para a circularidade; Marcon, Provensi, Sehnem, Campos e Queiroz (2023) analisam a internalização da EC em empresas B (BCorps) brasileiras a partir das seis estratégias, demonstrando o alinhamento do ReSOLVE com a ferramenta de Avaliação de Impacto B.

A EC é compreendida como um sistema mais operacional do que outros conceitos já propostos para alcançar uma economia mais sustentável (Jesus, Antunes, Santos & Mendonça, 2019). Contudo, a adaptação dos sistemas econômicos e sociais ao modelo circular (De Angelis, 2022) e a implementação prática (Awan & Sroufe, 2022; Kirchherr et al., 2023) são problemáticas centrais relacionadas à EC. Considerando que o *framework* ReSOLVE é uma estrutura base, capaz de ser adaptada para diversos contextos, entende-se que o mesmo se alinha com o proposto por este estudo e constitui-se como um ponto de partida adequado rumo à circularidade.

Apesar das potencialidades da EC, ainda existem inúmeros obstáculos para que sua implementação seja bem-sucedida. Muitas vezes, a EC é confundida com outras práticas generalizadas nas organizações, tais como gestão de resíduos (Pluskal, Šomplák, Nevrlý, Smejkalová & Pavlas, 2021), logística reversa (Julianelli, Caiado, Scavarda & Cruz, 2020), reciclagem (Moraga, Huysveld, Meester & Dewulf, 2021; Ahmed & Lim, 2021; Rahman, Kim & Laratte, 2021) e reutilização (Ciccullo, Cagliano, Bartezzaghi & Perego, 2021). A falta de clareza a respeito do conceito e as centenas de definições existentes (Kirchherr et al., 2017; Kirchherr et al., 2023) podem estar relacionadas com a “confusão” na prática.

Desafios relacionados à infraestrutura complexa e por vezes onerosa para a gestão de resíduos e logística reversa (Barbieri & Santos, 2020) são acentuados em países de dimensões continentais como o Brasil. Outros obstáculos dizem respeito à resistência à mudança e falta de compreensão dos benefícios da EC (Ghedam, Raut, Jabbour, Tanksale & Narkhede, 2021). Há também a necessidade de vultosos investimentos (Ghedam et al., 2021), a exemplo de inteligência artificial e tecnologias de ponta (Moreno, Court, Wright & Charnley, 2019).

Em termos de críticas, a literatura não possui clareza sobre os efeitos a longo prazo da adoção de MNEC; não se sabe ainda como a EC pode gerar resultados diferentes dos promovidos pelo sistema linear de produção (Millar, McLaughlin & Börger, 2019). Também se questiona a capacidade de expansão dos projetos de economia circular, uma vez que a maioria é aplicada em pequena escala (Mboli, Thakker & Mishra, 2020). Entretanto, a nível macro também há dificuldades para tomadas de decisão e monitoramento da EC: acadêmicos, poder público e profissionais de diversas áreas ainda divergem em termos de entendimento de definições e conceitos circulares; a baixa disponibilidade de dados e a escassez de ferramentas de apoio ao monitoramento da EC resultam em falta de transparência e confiança (Sileryte, Wandl & Timmeren, 2023) para com o sistema circular de produção. É preciso, portanto, estar atento aos desafios da implementação da EC para que seja possível alcançar os potenciais benefícios econômicos e socioambientais do sistema circular de produção (Chenavaz & Dimitrov, 2024).

METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma pesquisa de caráter qualitativo, com abordagem descritiva e exploratória. Quanto aos procedimentos, adotou-se a pesquisa documental, a *survey*, e o estudo de caso, este último guiado pelas diretrizes propostas por Yin (2010), com múltiplas unidades de análise, visando a triangulação de dados.

A amostra do estudo compreendeu as empresas integrantes do ISE B3 do ano de 2022, composto por 48 organizações brasileiras de setores distintos. As empresas foram escolhidas por serem consideradas referência em sustentabilidade e ESG no território nacional, uma vez que o índice abrange cinco dimensões de análise: i) capital humano; ii) governança corporativa e alta gestão; iii) modelo de negócio e inovação; iv) capital social; e v) meio ambiente (ISE B3, 2021).

A primeira etapa do estudo compreendeu uma pesquisa documental nos Relatórios de Sustentabilidade do ano de 2021 das 48 empresas do ISE B3, associada a uma busca de informações nos websites das referidas organizações. Foram mapeadas práticas circulares alinhadas as 6 ações do *framework* ReSOLVE, previamente apresentadas no item 2.2 no Quadro 1. A escolha do *framework* ReSOLVE para este estudo justifica-se pelo fato de essa ser uma ferramenta prática, amplamente disseminada e utilizada para nortear a implementação da EC (Tavares et al., 2023). Ainda, foram mapeadas práticas de governança atreladas aos princípios ESG propostos pelo Pacto Global (2021), a saber:

- a) Existência de um comitê de Sustentabilidade e/ou ESG.
- b) Existência de canais de comunicação e denúncias independentes para uso por parte dos *stakeholders*.
- c) Existência de política e ações anticorrupção.
- d) Homologação e monitoramento de fornecedores seguindo critérios sociais, ambientais e de direitos humanos.
- e) Contratação de fornecedores locais, sempre que possível.
- f) Apoio ao desenvolvimento das comunidades, com investimentos financeiros e voluntariado em projetos sociais, ambientais, educacionais, de inclusão social, entre outros.
- g) Parcerias com startups, universidades e entidades para desenvolvimento de soluções – ecossistema de inovação aberta.
- h) Desenvolvimento de programas de treinamento e capacitações para colaboradores.
- i) Políticas de diversidade e inclusão nos processos de recrutamento, seleção e contratação.

As práticas do *framework* ReSOLVE e os princípios do Pacto Global (2021) foram também utilizados como base para estruturação de uma *survey*. Uma série de práticas circulares e de governança ao longo da cadeia de valor foram estabelecidas a partir da literatura e do estudo de Julkovski (2021), visando identificar o grau de adoção por meio de uma escala tipo *Likert* de cinco pontos. Os dados obtidos foram analisados a partir de estatística descritiva simples.

O questionário proposto foi estruturado em uma plataforma de formulários online e disparado para as 48 empresas do ISE B3. Para maior assertividade no preenchimento do questionário e retorno das informações, foram mapeados colaboradores, diretores e CEOs das empresas, cuja atuação se relacionasse diretamente com as áreas de sustentabilidade, ESG ou EC. O questionário foi então enviado direcionado a esses colaboradores via e-mail e LinkedIn, sendo a rede social a forma mais efetiva em termos de retorno. A coleta de dados pela *survey* foi iniciada no mês de julho de 2022 e encerrada em outubro do mesmo ano. Obteve-se o retorno de 19 empresas, representando 39,6% do total.

Para aprofundar o conhecimento a respeito dos procedimentos de internalização de práticas circulares a nível organizacional, os pesquisadores conduziram um estudo de caso múltiplo com empresas do ISE B3. Seis empresas foram mapeadas para participação do estudo de caso a partir da pesquisa documental, a qual identificou evidências de adoção dos princípios da EC em estágio avançado nessas organizações.

Por meio do site institucional fez-se a identificação de gestores vinculados aos setores de sustentabilidade, ESG ou EC para envio do convite para participação da pesquisa via LinkedIn e, posteriormente, via e-mail para formalização e explanação dos objetivos da pesquisa. Dos seis contatos realizados, obteve-se o aceite de três gestores, de três empresas distintas. Muito embora tenham sido obtidas apenas três respostas, os entrevistados validaram de forma robusta os achados oriundos de outras fontes de coleta, inclusive da literatura, o que caracteriza a existência de saturação teórica (Galvin, 2015).

Uma entrevista semiestruturada foi conduzida com os três gestores, cujo roteiro era composto por 10 perguntas abertas e que abordou os seguintes tópicos: descrição do cargo e atribuições do entrevistado na empresa; práticas de EC adotadas na organização; descrição do processo de adesão e internalização dos princípios circulares na organização; e aspectos críticos e desafios para o sucesso da EC no negócio. As entrevistas foram gravadas mediante autorização dos participantes e posteriormente transcritas, quando então foram analisadas por meio da técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2016). Na análise dos resultados, os entrevistados foram denominados D1, D2 e D3 para garantir a confidencialidade.

A etapa de pré-análise compreendeu a organização das transcrições e leitura flutuante das entrevistas; na etapa de exploração do material, os pesquisadores efetuaram a codificação do material, a partir de categorias de análise a posteriori, agrupando-se as falas dos três entrevistados considerando a identificação de temas comuns. Os dados foram analisados em documentos do Microsoft Word, e as codificações foram sintetizadas e discutidas com base na literatura.

Os dados oriundos das três fontes de coleta de dados foram triangulados para evidenciar os pontos de convergência e as práticas mais relevantes mapeadas pela pesquisa, reforçando a confiabilidade dos dados. A partir de então, com o objetivo de formular o *framework* direcionado ao setor metalúrgico, fez-se uso do benchmarking, considerando para tal uma indústria metalúrgica localizada no estado de Santa Catarina.

O benchmarking permite que uma organização identifique e reconheça boas práticas adotadas por outras empresas, concorrentes ou não, que apresentam desempenho superior, de modo a incorporar tais práticas para melhorar sua própria performance e maximizar sua competitividade (Carlini Junior & Vital, 2004). Nesta pesquisa, adotou-se o benchmarking funcional, que sob o ponto de vista do parâmetro configura-se como um benchmarking de melhores práticas, onde se busca comparar a frequência e a extensão de boas práticas (Albertin, Kohl & Elias, 2015).

A indústria metalúrgica utilizada como parâmetro para a proposição do *framework* foi escolhida por conveniência, devido à acessibilidade de um dos pesquisadores a ela, associada à aceitação dos gestores para participação do estudo. A referida empresa é classificada como de médio porte e, na região em que se localiza, é uma importante geradora de empregos – são cerca de 350 funcionários — que contribui para a movimentação econômica local. A realidade organizacional foi reconhecida pelos pesquisadores a partir de uma visita técnica, oportunidade em que uma entrevista semiestruturada foi aplicada ao diretor administrativo com o objetivo de compreender as etapas do processo produtivo, matérias-primas utilizadas, e oportunidades de melhoria de aspectos sustentáveis e internalização da EC.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Práticas alinhadas à economia circular

Os dados resultantes da pesquisa documental revelam a existência de práticas consolidadas alinhadas à circularidade, assim como demonstram a existência de lacunas em alguns aspectos, com oportunidades de desenvolvimento e adesão de novas soluções nos negócios. Destaca-se que, durante a pesquisa documental, foram consideradas práticas cuja adoção apresentava evidências, não incluídas, portanto, ações apresentadas como metas futuras da organização.

Observou-se que as práticas relacionadas à ação Regenerar do *framework* ReSOLVE são as que apresentam maior grau de adesão pelas empresas do ISE B3, seguidas das práticas relacionadas à ação de Trocar. Por outro lado, as ações que apresentam menor grau de adesão se relacionam ao Compartilhamento. As práticas circulares voltadas às ações de Otimizar, Ciclar e Virtualizar se apresentam, por fim, em um estágio intermediário de adoção. Ressalta-se que as práticas identificadas não são específicas ou exclusivas de um determinado setor, sendo possível identificá-las em empresas cuja atuação ocorre em setores distintos.

As práticas de governança se mostraram relevantes para o contexto da circularidade, uma vez que influenciam direta ou indiretamente aspectos ambientais, sociais e econômicos, e tendem a contribuir para a criação de ambientes favoráveis para a transição para a EC. Considerando as nove práticas de governança adotadas na presente análise, cada organização adota, em média, 79,6% delas. Três práticas de governança foram identificadas em 100% das organizações, a saber: existência de canais de comunicação para denúncias e reclamações; existência de políticas e ações anticorrupção; e ações concretas de apoio ao desenvolvimento de comunidades impactadas pelas atividades da organização.

Quanto aos dados coletados pelo questionário, os resultados demonstram que as práticas de sustentabilidade e governança atreladas às atividades de apoio de gestão de recursos humanos e infraestrutura são as que apresentam maior percentual de adesão plena. Entre as ações com mais de 80% de empresas com adesão plena estão: erradicação de formas de trabalho forçado, eliminação da discriminação no emprego, programas de capacitação e treinamento de colaboradores, construção de ambientes saudáveis para o trabalho, e combate à corrupção. As práticas vinculadas às atividades de operações, serviços e aquisição e compras, por sua vez, demonstraram os índices mais significativos de ausência e/ou estágio inicial de adoção, indicando lacunas e oportunidades de melhoria, por exemplo, na adoção do ciclo fechado da água, no uso de ativos compartilhados e na aquisição de produtos de segunda mão (remanufaturados).

Em termos do *framework* ReSOLVE de EC, os dados da *survey* revelam que, entre as empresas do ISE B3 respondentes, as ações relacionadas ao Virtualizar são as que apresentam estágio mais avançado de adoção, uma vez que as práticas estão consolidadas, em média, em 51,4% das organizações, seguidas do Regenerar e Otimizar (em média, 47,4% e 42,1% das empresas possuem práticas consolidadas, respectivamente). Assim como na pesquisa documental, ações relacionadas ao Compartilhar são as que apresentam os menores índices de práticas consolidadas.

Complementando a análise de dados primários da *survey*, por meio das entrevistas com D1, D2 e D3, foi possível observar um destaque para práticas de reaproveitamento e reciclagem de resíduos. No âmbito da gestão de resíduos, as empresas atuam em conjunto com cooperativas e empresas parceiras especializadas visando não só o melhor aproveitamento do resíduo, como também a valorização das pessoas envolvidas na cadeia da reciclagem, trazendo à tona questões relacionadas a parcerias de colaboração, intrínsecas à governança. Também há menções a respeito da importância da capacitação de colaboradores e transparência na comunicação com os *stakeholders*.

A busca pela substituição de matéria-prima virgem por matéria-prima sustentável ou oriunda da reciclagem é outra prática destacada – neste caso, em específico por D2 e D3. A agenda de mudanças climáticas também é uma preocupação que integra compromissos e práticas das organizações pesquisadas, sobretudo no que se refere à redução das emissões dos gases do efeito estufa. Outra ação sustentável mencionada por D3 diz respeito à adoção de energia de fonte renovável.

A partir da triangulação de dados apresentada no Quadro 2, evidencia-se os pontos de convergência das distintas fontes de coleta de dados, no que diz respeito às práticas alinhadas ao *framework* ReSOLVE, bem como às práticas ESG, com foco na governança. Para construção do referido Quadro, identificaram-se as práticas mais relevantes, isto é, as que se destacaram em termos de percentual de adesão junto às empresas do ISE B3; no caso específico das entrevistas, consideraram-se práticas citadas ao menos por dois dos três entrevistados.

Quadro 2
Triangulação dos dados

Evidências Mapeadas	Documentos	Survey	Entrevistas
Principais práticas alinhadas ao framework ReSOLVE	• Uso de energia de fonte renovável. • Segregação de resíduos. • Reciclagem de resíduos. • Adoção do ciclo fechado da água. • Aplicação de novas tecnologias, visando eficiência operacional e energética.	• Uso de energia de fonte renovável. • Reciclagem de resíduos. • Controle das emissões de gases do efeito estufa. • Uso de plataformas digitais para compra de produtos.	• Reciclagem e gestão de resíduos. • Substituição de matéria-prima virgem por matéria-prima reciclável. • Controle das emissões de gases do efeito estufa.
Principais práticas ESG alinhadas aos princípios do Pacto Global	• Atuação do comitê de sustentabilidade e/ou ESG. • Canal de comunicação independente. • Políticas e ações anticorrupção. • Gestão de fornecedores. • Apoio ao desenvolvimento de comunidades. • Treinamento e capacitação de colaboradores. • Políticas de diversidade e inclusão.	• Atuação do comitê de sustentabilidade e/ou ESG. • Canal de comunicação independente. • Políticas e ações anticorrupção. • Treinamento e capacitação de colaboradores. • Políticas de diversidade e inclusão. • Comunicação e transparência com os <i>stakeholders</i>.	• Treinamento e capacitação de colaboradores. • Parcerias de cooperação. • Gestão de fornecedores. • Comunicação e transparência com os <i>stakeholders</i>.

Legenda: **ESG** – *Environmental, Social and Governance*.
Fonte: Elaborada pelos autores.

É possível perceber convergência entre as fontes de dados a respeito da adoção de práticas relacionadas à gestão de resíduos, sobretudo quanto à segregação e reciclagem de materiais. Infere-se que a gestão dos resíduos é um dos temas principais trabalhados pelas organizações quando se trata de sustentabilidade e EC. O uso de energia de fontes renováveis e o controle das emissões de gases do efeito estufa também se destacam, evidenciados em pelo menos duas fontes de dados, denotando compromisso com a agenda de mudanças climáticas.

Em termos de ESG, especialmente no âmbito da governança, observa-se o papel fundamental do treinamento e da capacitação de colaboradores, evidenciado em todos os meios de coleta de dados. Entende-se, nesse contexto, que as organizações são formadas por pessoas que precisam estar cientes e preparadas para compreender, auxiliar e desenvolver práticas sustentáveis, ESG e circulares em seu cotidiano profissional. Com uma equipe de trabalho capacitada, a jornada rumo aos impactos sociais, ambientais e econômicos positivos torna-se mais assertiva.

Dinâmica da internalização da EC

Considerando as percepções expostas pelos entrevistados, percebeu-se que a jornada rumo à EC tem início a partir do reconhecimento da responsabilidade socioambiental por parte da organização, que incentivada pela visão e engajamento de seus líderes promove reflexões. Essas reflexões, nos casos analisados, partiram da busca por soluções para a gestão de resíduos.

A partir de então, inicia-se o processo de estruturação de equipes, com possibilidade de contratação de consultorias e especialistas externos para o apoio. Barreiras de desconfiança são superadas com o engajamento dos colaboradores por meio de capacitações, sensibilizações e definição clara de um propósito. Embora se perceba que a cultura para a sustentabilidade internalizada e a visão das lideranças tenha influência significativa sobre o engajamento das pessoas, que passam a compreender o propósito e apoiar o processo da EC, como citado por D1, programas de capacitação e ações de disseminação de informações

internas são evidenciados e entendidos como importantes nesse processo. Essas ações, na percepção dos entrevistados, mostram-se fundamentais, pois as pessoas, no geral, necessitam compreender o porquê de estarem fazendo determinada ação, qual o ganho de determinada mudança, para se engajarem de fato.

Os entrevistados também são unânimes ao enfatizar que o estabelecimento de parcerias de colaboração é fundamental para a internalização tanto de aspectos sustentáveis quanto da EC, sendo indispensável a visão sistêmica de todas as operações. Clientes, consumidores, empresas parceiras, fornecedores, startups e as próprias áreas de gestão distintas que compõem uma mesma organização são citados como parceiros na busca por melhorias de aspectos de sustentabilidade e ESG, bem como para o desenvolvimento de soluções e novas tecnologias, destacando-se a criação de ambientes de inovação aberta.

Sobre isso, D1 apontou: “Parcerias são muito importantes, né? Então a gente vem trabalhando no desenvolvimento de projetos e tecnologias, não vou falar sempre, mas, assim, a maior parte das vezes em parceria com os nossos clientes”. Já D2 *pontuou da seguinte forma*: “A gente tem uma academia ESG pros nossos parceiros. Então, é um site onde a gente disponibiliza vários treinamentos online. Por fim, para D3: “[...] e o outro [aprendizado] que eu costumo dizer é assim, o quanto é importante colaboração. É a colaboração entre a gente, a colaboração entre as áreas, e a colaboração entre as empresas”.

A comunicação clara com os *stakeholders* também faz parte da dinâmica. A partir da construção dos relatórios de sustentabilidade são monitoradas as ações, acompanhando-se o nível de desenvolvimento e evolução, ano após ano, das práticas vinculadas à sustentabilidade. Embora atuantes em atividades econômicas bastante distintas, a dinâmica de EC das organizações do estudo de caso se assemelham e convergem em diversos aspectos, evidenciando a capacidade de adaptação da circularidade em contextos diversos.

Os achados da pesquisa revelam que os processos fundamentais para a transição gradativa à EC são: a) definição de um propósito claro para o negócio; b) engajamento dos líderes e da alta direção; c) estruturação de uma equipe interna responsável pela EC, que pode contar com o apoio de consultorias; d) sensibilização, capacitação e engajamento total dos colaboradores; e) identificação de *gaps* no processo produtivo, visando à redução do desperdício e maximização do uso de matéria-prima; f) estabelecimento de parcerias de cooperação para efetivação das ações sustentáveis aplicáveis na organização; g) monitoramento das ações executadas por meio de indicadores; h) comunicação e transparência com os *stakeholders*; e i) projeção de novos negócios a partir dos resíduos de materiais metálicos da produção da indústria metalúrgica.

Discussão dos resultados

Embora a disseminação de práticas circulares ainda seja restrita (Sehnem et al., 2021), todas as empresas do ISE B3 possuem algum tipo de prática vinculada a uma das seis ações do *framework* ReSOLVE. Esse fato é evidenciado pelas três fontes de coleta de dados adotadas, o que enfatiza a possibilidade de se adequar práticas circulares a realidades e organizações distintas (Nandi, Hervani & Helms, 2020), e indica que o sistema circular de produção tem permeado as discussões das organizações e já está presente na cadeia de valor.

Entre as seis ações do *framework* ReSOLVE, observa-se que as práticas relacionadas ao Regenerar são as adotadas com maior intensidade. O posicionamento quanto ao Regenerar se destaca especialmente no contexto relacionado a valorização, reaproveitamento e reciclagem de resíduos. É comum que as empresas incorporem as práticas circulares de forma gradativa (Rebellato & Sehnem, 2018), iniciando com ações mais simples, das quais a organização detém maior conhecimento. No caso da gestão dos resíduos, a existência de legislações nacionais – como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal n.º 12.305 (2010) – pode ser um fator de influência para o maior percentual de adoção. Esse cenário observado nas empresas da ISE B3 demonstra que as características de implementação de práticas circulares diferem entre as empresas brasileiras: Marcon et al. (2023), por exemplo, identificou que entre as empresas B brasileiras, detentoras da certificação B, as ações com maior percentual de adoção estavam relacionadas à ação Virtualizar do *framework* ReSOLVE. Contudo, se faz importante ressaltar que práticas isoladas não refletem, de fato, a mudança de *mindset* necessária para a transição circular.

O fato de as ações relacionadas à governança estarem disseminadas entre as empresas pesquisadas reflete um ambiente propício à transição gradativa para a EC, uma vez que a circularidade depende da interação entre diversos atores (Jesus, Antunes, Santos & Mendonça, 2012). Os aspectos de governança fortalecem a transição para a circularidade, sobretudo no que diz respeito às parcerias de cooperação com outras empresas e startups para o desenvolvimento de soluções e novas tecnologias (Jesus et al., 2012). Bauli (2019) já observou em seu estudo que as relações de cooperação são fundamentais

para a EC. Nesse sentido, D3 foi enfático ao pontuar que “para acontecer economia circular eu não tenho dúvida de que tem que ter parceria”. Assim, a pesquisa evidencia e corrobora a afirmação de Langen et al. (2021), de que a transição para a EC depende de uma governança estabelecida entre os atores.

Além disso, identifica-se que determinadas práticas podem ser categorizadas dentro da estrutura ReSOLVE, como a reciclagem e a reutilização de materiais (Regenerar); o aluguel e o compartilhamento de veículos (Compartilhar); o controle de emissões de gases poluentes (Otimizar); o uso de bens remanufaturados (Ciclar); a eliminação do uso de papel por meio da adoção de documentos digitais (Virtualizar) e a aplicação de tecnologias visando a eficiência energética (Trocar), que impactam o aspecto econômico das organizações e a captura de valor (Geissdoerfer et al., 2017).

A sinergia entre as práticas sustentáveis e a EC também é observada nas respostas dos entrevistados do estudo de caso. Quando questionados sobre as principais práticas de sustentabilidade e EC adotadas pelas organizações, identificamos a menção de ações circulares e de governança que fortalecem a circularidade. Segundo D1, “[...] existe esse trabalho junto às cooperativas; eles ajudam as cooperativas a desenvolver processos, a melhorar a sua estrutura para aumentar a produtividade e a remuneração do cooperado”. Já D2 aponta: “[...] hoje nós já temos um aproveitamento aqui de cerca de 95% dos nossos resíduos, mas existe algum tipo de valorização, né? Então eles vão para a reciclagem ou são vendidos como sucata”. Por fim, D3 indica que “[...] nos nossos relatórios anuais a gente até apresenta qual é o volume de resíduo de resina produzido com resíduo plástico, e quanto é de outros produtos que a gente também conseguiu desenvolver a circularidade”. E, ainda: “Nessa parte de mudança climática, temos nossos KPIs para redução de emissões e até para nos tornarmos neutros em carbono”.

Observa-se, portanto, que as práticas circulares, alinhadas ao *framework* ReSOLVE, contribuem para a melhoria dos aspectos ambientais, sociais e econômicos das organizações, que monitoram essa evolução por meio da avaliação de indicadores-chave. Entre as seis ações do *framework* ReSOLVE, as práticas categorizadas em Regenerar se destacam nesta pesquisa por sua influência nos pilares da sustentabilidade, principalmente no que se refere à reciclagem e reutilização de materiais: ambientalmente, observa-se a redução da extração de matérias-primas e a minimização de resíduos; socialmente, identificam-se apoio e parcerias com cooperativas de reciclagem, contribuindo para a geração de renda e inclusão social; enquanto economicamente vislumbram-se a valorização dos resíduos como matéria-prima e a possibilidade de novos negócios e entrada no mercado.

A pesquisa também esclarece e reforça as sinergias existentes entre a governança e a adoção de práticas circulares. A articulação de parcerias com fornecedores e clientes, o engajamento de líderes e colaboradores, os ecossistemas de inovação aberta e as políticas de incentivo são exemplos observados de governança capazes de influenciar e colaborar para a adoção de práticas de EC. Além disso, a visão sistêmica apontada como necessária para alcançar a sustentabilidade (Rogers & Hudson, 2011) e para a circularidade (Ellen Macarthur Foundation, 2015; Kirchherr et al., 2017; Bianchi & Cordella, 2022) é enfatizada pelo estudo de casos múltiplos. Há convergência nos três casos entrevistados quanto à importância de analisar as operações de forma sistêmica, incluindo os aspectos ambientais, sociais e de governança, a fim de obter soluções de qualidade. Por fim, observa-se que, de fato, as organizações que fazem parte do ISE B3 têm a sustentabilidade e a EC como compromissos. A exibição de diversas práticas relacionadas a esses dois conceitos denota uma mudança gradual de comportamento em direção a um viés mais sustentável, conforme apontado por Pego (2020).

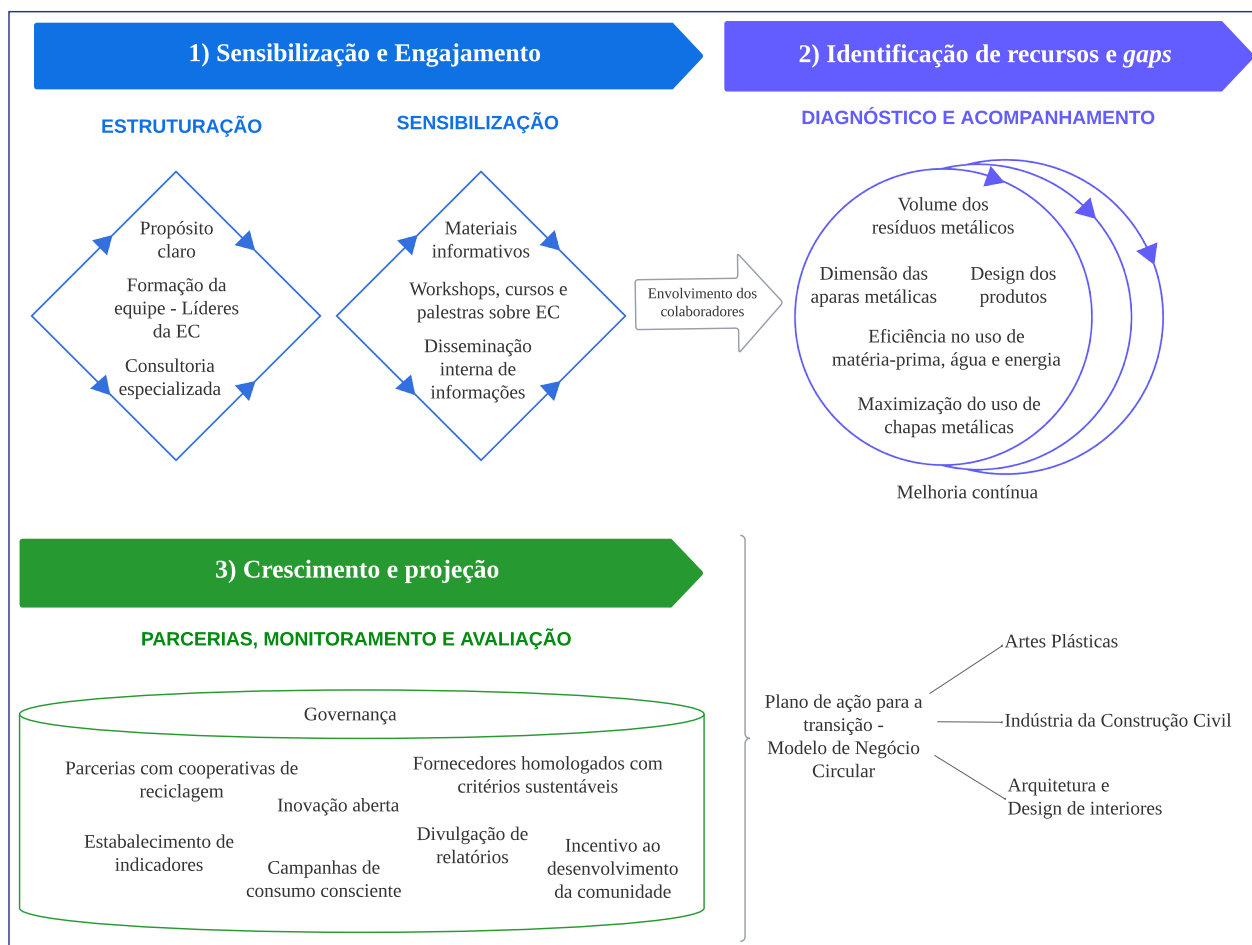
As experiências bem-sucedidas investigadas pelo estudo de caso revelam a existência de inúmeros desafios para a implementação da EC, ao mesmo tempo que comprovam ser possível adaptar práticas circulares em diferentes contextos. Por meio do engajamento e da resiliência dos líderes e colaboradores a EC ocorre, e as organizações alcançam melhores índices de sustentabilidade. Nesse contexto, os resultados da pesquisa apresentados até o momento foram usados como base para o benchmarking na indústria do setor metalúrgico, enfatizando a importância e a utilidade de aprender com casos bem-sucedidos do mercado, especialmente para a implementação da EC, conforme destacado por Batista e Francisco (2018).

Proposição do framework teórico

O *framework* teórico proposto, visualizado na Figura 1, baseia-se nas melhores práticas trianguladas no Quadro 2, resultantes do processo de benchmarking. O *stake* é composto por três grandes pilares: 1) Sensibilização e engajamento; 2) Identificação de recursos e *gaps*; e 3) Crescimento e projeção. Sensibilizar e engajar a direção, gerentes, líderes e demais colaboradores da empresa sob o mesmo propósito será determinante para o sucesso da circularidade na organização. A falta de consenso sobre o que é EC é uma importante barreira ao seu sucesso (Sileryte et al., 2023), e essa sensibilização busca superar a resistência à mudança (Ghedam et al., 2021) ao promover a compreensão da circularidade. Nessa fase inicial também é importante

estruturar a equipe interna que acompanhará as ações vinculadas à EC, assim como discutir a possibilidade de contratação de uma consultoria especializada para apoiar o início da transição.

Figura 1
Framework teórico de transição para a economia circular no setor metalúrgico



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os materiais metálicos utilizados como matéria-prima na indústria metalúrgica possuem alta capacidade de reciclagem e reaproveitamento. É importante que sejam mapeados os recursos utilizados e os *gaps* no processo produtivo. Reduzir o desperdício de matéria-prima e de recursos é uma ação importante, e é necessário avaliar o processo produtivo diariamente para mapear pontos em que podem estar ocorrendo desperdícios. Água e energia elétrica também são recursos possíveis de serem gerenciados e otimizados.

Durante a produção, as chapas metálicas costumam ser recortadas, resultando na geração de aparas, normalmente comercializadas. Produtos, peças ou semelhantes podem ser produzidos com as aparas geradas e utilizadas no processo produtivo da organização. Também é uma possibilidade identificar resíduos úteis para outras indústrias, que permitam estabelecer parcerias para desenvolver a economia circular não só dentro da empresa em si como também na cadeia de valor.

Assim como evidenciado por Marjamaa, Salminen, Kujala, Tapaninaho e Heikkinen. (2021), a transição para a EC requer o envolvimento de partes interessadas em todos os níveis da sociedade. Nesse caso, além de parcerias com outras empresas, universidades, startups, fornecedores, clientes e os próprios colaboradores podem ser parceiros para a proposição de soluções voltadas à sustentabilidade e implementação da economia circular. Uma universidade, por exemplo, pode fornecer a expertise necessária para avaliar a viabilidade econômica de um novo negócio circular.

Em pesquisa direcionada ao levantamento de sugestões de aproveitamento de resíduos metálicos, observou-se oportunidades nas artes plásticas, na produção de esculturas em metal, na arquitetura e no design de interiores e, principalmente, na indústria da construção civil. A confecção de mobiliários como cadeiras, bancos e mesas, em função das características do metal, pode ser moldada sob as mais diferentes formas e utilizada em ambientes externos e internos. Esses mobiliários têm se tornado comuns em projetos arquitetônicos muito em função da popularização do estilo industrial contemporâneo (Gouveia, 2021), denotando potencial desse nicho de mercado. Reitera-se que, muito provavelmente, tais opções sejam viáveis para casos de volumes reduzidos de aparas metálicas. Há possibilidade de reaproveitamento de maiores volumes desses materiais na construção civil, como aditivo em argamassas e misturas de concreto, por exemplo (Power, 2023).

O crescimento e a projeção de um negócio sob a perspectiva circular dependem de uma governança estruturada e necessitam de monitoramento. Por isso, é fundamental que sejam estabelecidos indicadores de acompanhamento, que revelem o avanço rumo à EC. Os indicadores tendem a contribuir para que a equipe se mantenha motivada e busque sempre a melhoria contínua, criando um ambiente de cooperação interna. Visando à transparência com as partes interessadas, a publicação de relatórios que reúnam as iniciativas sociais, ambientais e os resultados econômicos é de grande valia.

É importante destacar que o *framework* proposto elenca processos e procedimentos mapeados pelas evidências da pesquisa. Cada organização possui especificidades que precisam ser consideradas em um projeto de transição para a EC, e no decorrer do processo de execução de um plano de ação é possível que sejam identificadas novas necessidades, o que ressalta a importância da existência de uma equipe interna de coordenação da EC, que acompanhe diariamente os processos e reporte tais demandas.

Pontua-se que a EC carece de uma visão sistêmica, e embora na indústria metalúrgica sejam observadas grandes oportunidades relacionadas à reciclagem e ao reaproveitamento dos materiais metálicos, a adoção da gestão de resíduos de forma isolada não implica na adoção da circularidade nos processos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, 2010) estabelece de forma regulamentada a responsabilidade das organizações no gerenciamento de seus resíduos. Logo, a EC surge como alternativa para agregar maior valor aos resíduos.

As formas de implementação da EC ainda são pouco claras e inconsistentes (Friant, Vermeulen & Salomone, 2020), e este estudo busca suprir essa lacuna para empresas do setor metalúrgico. O grande desafio, como pontuado por Mboli et al. (2020), é a expansão dos projetos de EC para além da escala micro abordada por este estudo. De todo modo, nossos achados reforçam a afirmativa de De Angelis e Ianulardo (2024), de que a EC pode contribuir para a gestão da sustentabilidade nas organizações, e demonstram que a circularidade no setor metalúrgico vai além do proposto pela *framework* ReSOLVE, englobando o seguinte fluxo de processos:

- Diagnóstico e planejamento: avaliação da cadeia de valor e análise do fluxo de materiais.
- Design para a circularidade: desenvolvimento de produtos sustentáveis e seleção de materiais reciclados e recicláveis.
- Processos produtivos circulares: otimização de processos e reciclagem e reuso no processo produtivo.
- Modelos de negócios circulares: servitização e sistemas de retorno.
- Parcerias e colaboração: colaboração com fornecedores e clientes e iniciativas conjuntas de reciclagem.
- Políticas e regulamentação: conformidade com regulamentações de gestão de resíduos, reciclagem e emissões e incentivos para práticas circulares.
- Educação e conscientização: treinamento de funcionários e engajamento da comunidade local e da indústria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de propor um *framework* teórico-empírico adaptado para promover a implantação da EC no setor metalúrgico, os achados da pesquisa permitiram identificar os processos fundamentais para a transição gradativa à EC. Observou-se que a governança se apresenta como uma estrutura fundamental para a EC. Por meio de uma governança estruturada é possível a criação de um ambiente favorável à circularidade, com interação e cooperação entre os diversos atores da cadeia de valor, visando a criação e execução de soluções sustentáveis. No âmbito das partes interessadas, líderes, colaboradores, clientes e fornecedores são mapeados como *stakeholders* prioritários para o sucesso da circularidade nas organizações.

O estudo apresenta contribuições para a literatura e para a prática, fornecendo um modelo prático e adaptável para empresas que desejam iniciar a transição para a EC, o que é especialmente valioso dada a escassez de tais modelos nas pesquisas existentes. Aos profissionais, o *framework* proposto delinea etapas e apresenta considerações claras para a integração da EC em suas operações, auxiliando na tomada de decisões e no planejamento estratégico.

A pesquisa traz como principal contribuição teórica a expansão da discussão sobre sustentabilidade na prática, tendo como diferencial as múltiplas fontes de dados. O estudo contribui ainda com a compreensão das estruturas de governança necessárias, a identificação dos *stakeholders* estratégicos, e reitera a natureza adaptável das práticas de EC. O estudo posiciona a governança como um pivô central para viabilizar a circularidade, o que é uma contribuição teórica significativa, pois destaca a natureza sistêmica da adoção da EC, em que as estruturas de governança influenciam a transição.

Em termos gerenciais, os exemplos práticos apresentados pelo estudo reforçam a possibilidade de adaptação de práticas sustentáveis e circulares em empresas de diferentes setores econômicos. Tanto os casos analisados em profundidade quanto o *framework* proposto são possibilidades de apoio aos gestores em futuras tomadas de decisão, especialmente para organizações que desejam iniciar o planejamento da adesão à EC.

Entre as implicações práticas do estudo para os *stakeholders* prioritários identificados, destaca-se:

- a) Líderes e gestores: os líderes assumem um papel indispensável na transição. Seu posicionamento a favor da sustentabilidade e da circularidade tem a capacidade de disseminar e fortalecer a cultura organizacional. O benchmarking é evidenciado como uma ferramenta útil e aplicável por parte de líderes e gestores no contexto da EC, sendo uma importante fonte de informação e conhecimento, capaz de auxiliar na adequação da gestão de operações aos MNEC (Jabbour et al., 2019).
- b) Colaboradores: os colaboradores são importantes agentes de mudança intraorganizacional. Eles podem atuar na proposição de melhorias do processo de implementação da EC. Ao engajá-los, a empresa metalúrgica pode fortalecer sua cultura organizacional e reforçar o seu posicionamento sustentável e circular.
- c) Clientes: os clientes podem valorizar e priorizar a aquisição de produtos oriundos de indústrias metalúrgicas que adotam práticas circulares. Isso pode gerar o aumento da demanda por produtos com essas características, incentivando a transição para a EC nas empresas do setor.
- d) Fornecedores: os fornecedores têm a oportunidade de se envolverem em práticas circulares cooperando com empresas do setor metalúrgico. Oferta de metal reciclado, fornecimento de insumos diversos com características sustentáveis, adoção de práticas sustentáveis visando atender aos requisitos impostos por empresas metalúrgicas são alguns exemplos. Quando indústrias metalúrgicas buscam por fornecedores sustentáveis e alinhados à EC, as premissas circulares ultrapassam o âmbito organizacional e podem alcançar resultados mais abrangentes.

Apesar das contribuições elencadas e dos benefícios atrelados à circularidade, faz-se necessário cautela para que a EC não seja adotada acriticamente por países, setores econômicos e empresas. Muitos atores e setores articulam discursos circulares apenas alinhados aos seus interesses (Friant et al., 2020), sem examinar suficientemente as implicações da circularidade no ambiente macro. Nesse sentido, gestores e entidades do setor metalúrgico não podem confundir a EC unicamente com a gestão dos resíduos metálicos. Por mais que sejam pontuadas boas práticas neste estudo, elas devem ser adotadas de maneira crítica e sistêmica. Criar uma cultura para a circularidade é um processo demorado, sistêmico e complexo. É preciso articular não somente o engajamento de colaboradores e fornecedores, mas também o desenvolvimento de políticas públicas de incentivo à circularidade, incentivos fiscais e apoio na busca por recursos financeiros.

O estudo apresenta algumas limitações. Entre elas, destaca-se o retorno da *survey*, que atingiu 39,6% das empresas, inferior ao esperado. Outra limitação do estudo se relaciona à diversidade das práticas de sustentabilidade, governança e de EC. Apesar dos esforços despendidos para otimizar os instrumentos de coleta de dados com a indicação de práticas alinhadas ao *framework* ReSOLVE comumente citadas na literatura, o questionário elaborado não é capaz de abranger todas as práticas vinculadas a um sistema circular de produção. Ressalta-se também a limitação do reduzido número de entrevistas, muito embora os três entrevistados tenham validado de forma robusta os resultados mapeados nas outras fontes e tenham servido como fonte adicional para validar elementos mapeados em outras fontes – o que sustenta o uso de saturação teórica.

Como sugestões de estudos futuros, indica-se a possibilidade de se desenvolver estudo semelhante aplicado em um setor econômico específico da B3, incluindo na amostra empresas que não integram o ISE, para permitir condições de comparabilidade. Uma segunda sugestão é efetuar estudos de abordagem quantitativa para avaliar a existência de correlação entre a adoção de práticas de governança e a adesão à EC. Especialmente no contexto do setor metalúrgico, pode-se avançar nas discussões com estudos que abordem de forma aprofundada indicadores ambientais, sociais e econômicos de mensuração dos objetivos da implantação da EC nas organizações do setor. Também é importante que estudos adicionais aprimorem o *framework* proposto, visando a expansão da EC para além da escala micro.

REFERÊNCIAS

- Ahmed, W., & Lim, C. W. (2021). Production of sustainable and structural fiber reinforced recycled aggregate concrete with improved fracture properties: A review. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123832. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123832>
- Albertin, M. R., Kohl, H., & Elias, S. J. B. (2015). *Manual do benchmarking*. Imprensa Universitária.
- Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal. (2018). *Guia setorial para a economia circular no setor metalúrgico e metalomecânico*. Projeto Circular Metal. https://www.metalportugal.pt/files/GUIA_SETORIAL_EC_VF.pdf?d=hc9n
- Awan, U., & Sroufe, R. (2022). Sustainability in the circular economy: insights and dynamics of designing circular business models. *Applied Sciences*, 12(3), 1521. <https://doi.org/10.3390/app12031521>
- Barbieri, R., & Santos, D. F. L. (2020). Sustainable business models and eco-innovation: A life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 266(24), 121954. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121954>
- Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo*. Edições 70.
- Batista, A. A. S., & Francisco, A. C. (2018). Organizational Sustainability Practices: A Study of the Firms Listed by the Corporate Sustainability Index. *Sustainability*, 10(226), 1–13. <https://doi.org/10.3390/su10010226>
- Bauli, M. R. (2019). *Economia Circular: uma análise das estruturas de governança*. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de São Paulo. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-12042021-155758/pt-br.php>
- Bianchi, M., & Cordella, M. (2022). Does circular economy mitigate the extraction of natural resources? Empirical evidence based on analysis of 28 European economies over the past decade. *Ecological Economics*, 203, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107607>
- Brasil. (2021). *Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico*. Ministério de Minas e Energia.
- Carlini Junior, R. J., & Vital, T. W. (2004). A utilização do benchmarking na elaboração do planejamento estratégico: Uma importante ferramenta para a maximização da competitividade organizacional. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 6(14), 60–66. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7842431>
- Carvalho, P. S. L., Mesquita, P. P. D., & Cardarelli, N. A. (2017). *Panoramas Setoriais 2030 – Mineração e Metalurgia*. BNDS.
- Chenavaz, R. Y., & Dimitrov, S. (2024). From waste to wealth: policies to promote the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 443, 141086. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141086>
- Ciccullo, F., Cagliano, R., Bartezzaghi, G., & Perego, A. (2021). Implementing the circular economy paradigm in the agri-food supply chain: The role of food waste prevention technologies. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105114. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105114>
- De Angelis, R. (2022). Circular economy business models as resilient complex adaptive systems. *Business Strategy and the Environment*, 31(5), 2245–2255. <https://doi.org/10.1002/bse.3019>
- De Angelis, R., & Ianulardo, G. (2024). Circular economy principles as a basis for a sustainability management theory: A systems thinking and moral imagination approach. *Business Strategy and the Environment*, 33(5), 4861–4870. <https://doi.org/10.1002/bse.3730>
- Dias, V. M. R., Jugend, D., Fiorini, P. C., Razzino, C. A., & Pinheiro, M. A. P. (2022). Possibilities for applying the circular economy in the aerospace industry: Practices, opportunities and challenges. *Journal of Air Transport Management*, 102, 102227. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2022.102227>
- Ellen Macarthur Foundation. (2015). *Rumo à Economia Circular: O Racional de Negócio para Acelerar a Transição*. Recuperado em 09 de janeiro de 2022, de https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-%C3%A0-economia-circular_SumarioExecutivo.pdf
- Friant, M. C., Vermeulen, W. J., & Salomone, R. (2020). A typology of circular economy discourses: Navigating the diverse visions of a contested paradigm. *Resources, Conservation and Recycling*, 161, 104917. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104917>
- Galvin, R. (2015). How many interviews are enough? Do qualitative interviews in building energy consumption research produce reliable knowledge? *Journal of Building Engineering*, 1, 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.jobeb.2014.12.001>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Ghedam, V. V., Raut, R. D., Jabbour, A. B. L. S., Tanksale, A. N., & Narkhede, B. E. (2021). Circular economy practices in a developing economy: Barriers to be defeated. *Journal of Cleaner Production*, 311, 127670. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127670>
- Ghisellini, P., Lazarevic, D., Passaro, R., & Liu, G. (2024). Editorial Special Issue Who will benefit from the transition to the Circular Economy? *Journal of Cleaner Production*, 452, 142137. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142137>
- Gouveia, P. (2021). *Metais – Tendências 2017 Design de Interiores*. Recuperado em 27 de dezembro de 2022, de <https://paulagouveia.pt/metais-tendencia-2017-design-de-interiores/>
- ISE B3. (2021). *Perguntas Frequentes*. Recuperado em 21 de abril, 2022, de <http://iseb3.com.br/faq>
- Jabbour, A. B. L. S., Luiz, J. V. R., Luiz, O. R., Jabbour, C. J. C., Ndubisi, N. O., Oliveira, J. H. C., & Horneaux Junior, F. (2019). Circular economy business models and operations management. *Journal of Cleaner Production*, 235, 1525–1539. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.349>
- Jabbour, C. J. C., Seuring, S., Jabbour, A. B. L. S., Jugend, D., Fiorini, P. D. C., Latan, H., & Izeppi, W. C. (2020). *Stakeholders*, innovative business models for the circular economy and sustainable performance of firms in an emerging economy facing institutional voids. *Journal of Environmental Management*, 264, 110416. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110416>

- Jesus, A., Antunes, P., Santos, R. F., & Mendonça, S. (2012). Eco-Innovation in the transition to a circular economy: An analytical literature review. *Journal of Cleaner Production*, 172(20), 2999–3018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.111>
- Jesus, A., Antunes, P., Santos, R., & Mendonça, S. (2019). Eco-innovation pathways to a circular economy: Envisioning priorities through a Delphi approach. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1494–1513. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.049>
- Julianelli, V., Caiado, R. G. G., Scavarda, L. F., & Cruz, S. P. D. M. F. (2020). Interplay between reverse logistics and circular economy: Critical success factors-based taxonomy and framework. *Resources, Conservation and Recycling*, 158, 104784. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104784>
- Julkovski, D. J. (2021). *Modelos De Negócios Circulares: Níveis de Maturidade em Economia Circular e Inovação*. [Tese de doutorado, Universidade do Oeste de Santa Catarina]. <https://pergamum.unoesc.edu.br/pergamumweb/vinculos/000141/000141c1.pdf>
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2018). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resource, Conservation and Recycling*, 135, 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>
- Kandpal, V., Jaswal, A., Gonzalez, E. D. S., & Agarwal, N. (2024). Sustainable Energy Transition, Circular Economy, and ESG Practices. In *Sustainable Energy Transition: Circular Economy and Sustainable Financing for Environmental, Social and Governance (ESG) Practices* (pp. 1–51). Springer Nature Switzerland.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kirchherr, J., Yang, N. H. N., Schulze-Spüntrup, F., Heerink, M. J., & Hartley, K. (2023). Conceptualizing the Circular Economy (Revisited): An Analysis of 221 Definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 194, 107001. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001>
- Lacy, P., Long, J., & Spindler, W. (2020). *The Circular Economy Handbook: Realizing the Circular Advantage*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/978-1-349-95968-6>
- Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. (2010). *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências*. DOU. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm
- Lewandowski, M. (2016). Designing the Business Models for Circular Economy – Towards the Conceptual Framework. *Sustainability*, 8(43), 1–28. <https://doi.org/10.3390/su8010043>
- Lüdeke-Freund, F., Gold, S., & Bocken, N. M. P. (2018). A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 1–26. <https://doi.org/10.1111/jiec.12763>
- Manninen, K., Koskela, S., Antikainen, R., Bocken, N., Dahlbo, H., & Aminoff, A. (2018). Do circular economy business models capture intended environmental value propositions? *Journal of Cleaner Production*, 171(10), 413–422. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.003>
- Marcon, M., Provensi, T., Sehnem, S., Campos, L. M., & Queiroz, A. A. F. S. L. (2023). The internalisation of the circular economy and ESG in Brazilian B Corps from the perspective of the Stakeholder Theory. *Sustainable Development*, 31(5), 3513–3527. <https://doi.org/10.1002/sd.2601>
- Marjamaa, M., Salminen, H., Kujala, J., Tapaninaho, R., & Heikkinen, A. (2021). A sustainable circular economy: Exploring stakeholder interests in Finland. *Journal of Business and Management Cases*, 10(1), 50–62. <https://doi.org/10.1177/2277977921991914>
- Marques, L., & Manzanares, M. D. (2022). Towards social network metrics for supply network circularity. *International Journal of Operations & Production Management*, 43(4), 595–618. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2022-0139>
- Mascotto, G. (2020). *ESG Outlook: Five Key Trends Are Driving Momentum in 2020*. American Century Investments. <https://globalfundsearch.com/wp-content/uploads/2019/09/esg-outlook-five-trends-2020.pdf>
- Mastos, T. D., Nizamis, A., Terzi, S., Gkortzis, D., Papadopoulos, A., Tsagkalidis, N., & Tzovaras, D. (2021). Introducing an application of an industry 4.0 solution for circular supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 300, 126886. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126886>
- Mboli, J. S., Thakker, D., & Mishra, J. L. (2020). An internet of things-enabled decision support system for circular economy business model. *Software: Practice and Experience*, 52(3), 772–787. <https://doi.org/10.1002/spe.2825>
- Merli, R., Preziosi, M., & Acampora, A. (2018). How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 703–722. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.112>
- Millar, N., McLaughlin, E., & Börger, T. (2019). The circular economy: swings and roundabouts? *Ecological economics*, 158, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.012>
- Moraga, G., Huysveld, S., Meester, S., & Dewulf, J. (2021). Development of circularity indicators based on the in-use occupation of materials. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123889. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123889>
- Moreno, M., Court, R., Wright, M., & Charnley, F. (2019). Opportunities for redistributed manufacturing and digital intelligence as enablers of a circular economy. *International Journal of Sustainable Engineering*, 12(2), 77–94. <https://doi.org/10.1080/19397038.2018.1508316>
- Nandi, S., Hervani, A. A., & Helms, M. M. (2020). Circular Economy Business Models – Supply Chain Perspectives. *Engineering Management Review*, 48(2), 193–201. <https://doi.org/10.1109/EMR.2020.2991388>
- Nikolakis, N., Catti, P., Chaloulos, A., Kamp, W. V., Coy, M. P., & Alexopoulos, K. (2024). A methodology to assess circular economy strategies for sustainable manufacturing using process eco-efficiency. *Journal of Cleaner Production*, 445, 141289. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141289>
- Nosková, M., Procházková, P. T., & Zemanová, V. (2024). The relationship between the circular economy and business performance: a systematic literature review. *Journal of Business Economics and Management*, 25(3), 474–493. <https://doi.org/10.3846/jbem.2024.21413>

- Ormazabal, M., Prieto-Sandoval, V., Puga-Leal, R., & Jaca, C. (2018). Circular Economy in Spanish SMEs: Challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 185, 157–167. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.031>
- Pacto Global. (2021). *A evolução do ESG no Brasil*. Pacto Global Rede Brasil e Stilingue. Recuperado em 18 de março de 2022, de <https://conteudos.stilingue.com.br/estudo-a-evolucao-do-esg-no-brasil>
- Patil, R. A., Ghisellini, P., & Ramakrishna, S. (2020). Towards sustainable business strategies for a circular economy: environmental, social and governance (ESG) performance and evaluation. *An introduction to circular economy*, 527–554. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8510-4_26
- Pego, A. (2020). O modelo de desenvolvimento da economia circular. Os hábitos de consumo era Covid-19. *Espacios*, 8(15), 54–61. https://espaciostransnacionales.xoc.uam.mx/wp-content/uploads/2022/07/ET15_APego.pdf
- Pluskal, J., Šomplák, R., Nevrlý, V., Smejkalová, V., & Pavlas, M. (2021). Strategic decisions leading to sustainable waste management: Separation, sorting and recycling possibilities. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123359. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123359>
- Power, G. (2023). Use of Residues from the Metallurgical Industry in Construction. In *Advances in Mechanics of Materials for Environmental and Civil Engineering* (pp. 53–63). Springer International Publishing.
- Rahman, S. M., Kim, J., & Laratte, B. (2021). Disruption in Circularity? Impact analysis of COVID-19 on ship recycling using Weibull tonnage estimation and scenario analysis method. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105139. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105139>
- Ramakrishna, S., & Ramasubramanian, B. (2024). ESG and Circular Economy. In *Handbook of Materials Circular Economy* (pp. 227–253). Springer Nature Singapore.
- Rebellato, C. A. & Sehnem, S. (Orgs.). (2018). Grupos sociais de economia circular - uma análise netnográfica. In *Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão*. <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/siepe/article/view/17749>.
- Rogers, K., & Hudson, B. (2011). The Triple Bottom Line: The Sinergies of Transformative Perceptions and Practices for Sustainability. *Od Practitioner*, 43(4), 1–9. Recuperado em 18 de março de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/283710434_The_Triple_Bottom_Line_The_Synergies_of_Transformative_Perceptions_and_Practices_for_Sustainability_with_Barclay_Hudson_OD_Practitioner_Fall_2011
- Sehnem, S., Pandolfi, A., & Gomes, C. (2019). Is sustainability a driver of the circular economy? *Social Responsibility Journal*, 16(3), 329–347. <https://doi.org/10.1108/SRJ-06-2018-0146>
- Sehnem, S., Kuzma, E., Julkovsky, D. J., Frare, M. B., & Vazquez-Brust, D. (2021). Megatrends in Circular Economy: Avenues for relevant advancements in organizations. *Circular Economy and Sustainability*, 1, 173–208. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00036-x>
- Sileryte, R., Wandl, A., & Timmeren, A. V. (2023). A bottom-up ontology-based approach to monitor circular economy: Aligning user expectations, tools, data and theory. *Journal of Industrial Ecology*, 27(2), 395–407. <https://doi.org/10.1111/jiec.13350>
- Silva, T. H., & Sehnem, S. (2022). Industry 4.0 and the circular economy: integration opportunities generated by startups. *Logistics*, 6(1), 14. <https://doi.org/10.3390/logistics6010014>
- Tapaninaho, R. & Heikkinen, A. (2022). Value creation in circular economy business for sustainability: a stakeholder relationship perspective. *Business Strategy and the Environment*, 31(6), 1–13. <https://doi.org/10.1002/bse.3002>
- Tavares, T. M., Ganga, G. M. D., Godinho Filho, M., & Rodrigues, V. P. (2023). The benefits and barriers of additive manufacturing for circular economy: A framework proposal. *Sustainable Production and Consumption*. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.03.006>
- Todaro, D. L., & Torelli, R. (2024). From greenwashing to ESG-washing: A focus on the circular economy field. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. 31(5), 4034–4046. <https://doi.org/10.1002/csr.2786>
- Unruh, G. (2010). *Earth, Inc.: Using nature's rules to build sustainable profits*. Harvard Business Press.
- Valeva, V., & Bodkin, G. (2018). Corporate-Entrepreneur Collaborations to Advance a Circular Economy. *Journal of Cleaner Production*, 188(1), 20–37. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.196>
- Van Langen, S. K., Vassili, C., Ghisellini, P., Restaino, D., Passaro, R., & Ugliati, S. (2021). Promoting circular economy transition: A study about perceptions and awareness by different stakeholders groups. *Journal of Cleaner Production*, 316, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128166>
- Wade, B., Meath, C. & Griffiths, A. (2022). Capabilities for circularity: Overcoming challenges to turn waste into a resource. *Business Strategy and the Environment*, Special Issue Article. <https://doi.org/10.1002/bse.2998>
- Weetman, C. (2019). *Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa*. Autêntica Business.
- Yin, R. K. (2010). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. (4a ed.). Bookman.

Tais Provensi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3905-1297>

Mestre em Administração pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc); Doutoranda em Administração pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc); Servidora pública no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC). E-mail: taisprovensi@gmail.com

Maiara Lais Marcon

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5015-7212>

Mestre em Administração pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc); Doutoranda em Administração pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc); Professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC). E-mail: maiaralmarcon@gmail.com

Simone Sehnem

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2416-4881>

Doutora em Administração e Turismo pela Universidade do Vale do Itajaí (Univali); Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc) e Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul). E-mail: simone.sehnem@unoesc.edu.br

Nelson Santos Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2286-1306>

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina; Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc). E-mail: nelson.machado@unoesc.edu.br

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Tais Provensi: Curadoria de dados (Liderança); Análise formal (Liderança); Escrita- rascunho original (Igual); Escrita- revisão e edição (Igual).

Maiara Lais Marcon: Análise formal (Suporte); Validação (Suporte); Escrita- rascunho original (Igual); Escrita- revisão e edição (Igual).

Simone Sehnem: **Conceituação** (Liderança); Metodologia (Liderança); Escrita- rascunho original (Igual); Escrita- revisão e edição (Suporte).

Nelson Santos Machado: Supervisão (Igual); Validação (Igual); Escrita- rascunho original (Igual); Escrita- revisão e edição (Suporte).

DISPONIBILIDADE DE DADOS

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo está disponível mediante solicitação ao autor correspondente Tais Provensi. O conjunto de dados não está publicamente disponível por conter informações que podem comprometer a privacidade e anonimato dos participantes da pesquisa.

AGRADECIMENTOS

A presente pesquisa foi realizada com apoio Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por intermédio de bolsa de produtividade para Simone Sehnem; da Secretaria de Educação do Estado de Santa Catarina, por intermédio de bolsa do Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior (UNIEDU/FUMDES, chamada pública 471/SED/2021) para Tais Provensi; e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, por intermédio de bolsa do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições Comunitárias de Educação Superior (CAPES/PROSUC, edital Unoesc 07/2023) para Tais Provensi e Maiara Lais Marcon.

EDITOR-CHEFE

Hélio Arthur Reis Irigaray (Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro / RJ – Brasil). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9580-7859>

EDITOR-ADJUNTO

Fabrizio Stocker (Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro / RJ – Brasil). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6340-9127>

PARECERISTAS

Florence Cavalcanti Heber Pedreira de Freitas (Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão / SE – Brasil). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9498-3268>

Maria Helena Cirne de Toledo (Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino, São João da Boa Vista / SP – Brasil). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1449-3566>

Wilson Danilo Eccard (Universidade Federal Fluminense, Niterói / RJ – Brasil). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9766-2259>

RELATÓRIO DE REVISÃO POR PARES

O relatório de revisão por pares está disponível neste link: <https://periodicos.fgv.br/cadernosebape/article/view/93585/87501>