

Índice de Adoção de Práticas Circulares: Um Estudo em Organizações Industriais

Circular Practices Adoption Index: A Study in Industrial Organizations

Gilson Scholl Pires¹

Centro Universitário Metropolitano da Amazônia (Unifamaz)
gilsoscholl@gmail.com

Cyntia Meireles Martins²

Universidade da Amazônia – UNAMA
cyntiamei@hotmail.com

Susana Carla Farias Pereira³

Fundação Getúlio Vargas – FGV
susana.pereira@fgv.br

Simone Sehnem⁴

Universidade do Oeste de Santa Catarina e Universidade do Sul de Santa Catarina -
UNOESC
simone.sehnem@unoesc.edu.br

Jose Walmir Monteiro da Silva²

Universidade da Amazônia – UNAMA
jowall2@yahoo.com.br

Resumo: Diante da escassez de métricas validadas para avaliar a implementação da economia circular em contextos industriais, especialmente em economias emergentes, este estudo propõe o Índice de Adoção de Práticas Circulares (IAPC). A metodologia é exploratória e quantitativa, com aplicação de *survey* em 102 organizações industriais no Brasil, resultando no desenvolvimento do IAPC, validado pelo coeficiente alfa de Cronbach e análise fatorial confirmatória, atestando a qualidade do modelo estrutural. Os resultados indicam que os maiores avanços em práticas circulares estão nos constructos gestão de materiais e de resíduos. Foi perceptível a baixa relação das empresas com seus fornecedores no constructo perspectiva de sistemas das práticas circulares, onde 61% dos respondentes afirmam não realizarem essa interação ou realizarem apenas incipientemente. As organizações de médio e grande porte possuem maiores práticas circulares comparadas às micro e pequenas empresas. A contribuição

¹ Centro Universitário Metropolitano da Amazônia (Unifamaz) - Reduto - CEP 66053-000 - Belém (PA) – Brasil

² Universidade da Amazônia (UNAMA) – Umarizal – CEP 66065-205 – Belém (PA) - Brasil

³ Fundação Getúlio Vargas (FGV) – — Bela Vista - CEP 01310-000 – São Paulo (SP) – Brasil

⁴ Universidade do Oeste de Santa Catarina e Universidade do Sul de Santa Catarina (UNOESC) - Flor da Serra – CEP 89600-000 – Joaçaba (SC) - Brasil

teórica do estudo consiste na proposição de um modelo avaliativo robusto e replicável, que operacionaliza empiricamente os princípios estruturais da economia circular, permitindo mensurar com precisão o nível de adoção dessas práticas no ambiente industrial. A abordagem avança a literatura ao preencher uma lacuna metodológica, oferecendo uma ferramenta analítica verificável abrangente para avaliação comparativa entre empresas de diferentes portes, setores e regiões, possibilitando a evolução de estudos quantitativos em circularidade organizacional.

Palavras-chave: Metrics; Quantitative study; Circular economy; Environmental management.

Abstract: Given the scarcity of validated metrics to assess the implementation of the circular economy in industrial contexts, especially in emerging economies, this study proposes the Circular Practices Adoption Index (IAPC). The methodology is exploratory and quantitative, with a survey applied to 102 industrial organizations in Brazil, resulting in the development of the IAPC, validated by Cronbach's alpha coefficient and confirmatory factor analysis, attesting to the quality of the structural model. The results indicate that the greatest advances in circular practices are in materials and waste management. The low relationship between companies and their suppliers in the construct of circular practices systems was noticeable, with 61% of respondents stating that they do not engage in this interaction or do so only incipiently. Medium and large organizations have greater circular practices compared to micro and small companies. The theoretical contribution of the study consists of proposing a robust and replicable evaluation model that empirically operationalizes the structural principles of the circular economy, allowing for accurate measurement of the level of adoption of these practices in the industrial environment. The approach advances the literature by filling a methodological gap, offering a comprehensive, verifiable analytical tool for comparative evaluation between companies of different sizes, sectors, and regions, enabling the evolution of quantitative studies on organizational circularity.

Keywords: Metrics; Quantitative study; Circular economy; Environmental management.

Introdução

A preocupação ambiental dos consumidores e a regulamentação sobre resíduos industriais impulsionaram novos conhecimentos e tecnologias (Weetman, 2018; Stahel, 2019; Borim-de-Souza *et al.*, 2020), promovendo mudanças nas práticas organizacionais (Morseletto, 2020). Entre elas, destacam-se aquelas baseadas na ideia da Economia Circular (EC), que priorizam a restauração, regeneração e reutilização de insumos, prolongando a vida útil dos produtos (Morseletto, 2020). A EC busca favorecer a inovação, criando novos empreendimentos e elos nas cadeias de suprimento (Sehnem & Pereira, 2019), que resultam em novos postos de trabalho (Kusiak, 2018) e benefícios ao meio ambiente, por meio de ações e práticas com foco na redução dos resíduos (Nuñez-Cacho *et al.*, 2018; Morseletto 2020; Ungerman & Dědková, 2020), e da gestão eficiente de materiais e dos meios energéticos (Nuñez-Cacho *et al.*, 2018).

Além das pressões dos consumidores e regulatórias, o aumento dos custos com insumos, água e energia tem incentivado a transição de práticas lineares (produzir–usar–descartar) para modelos circulares, vistos como alternativas para reduzir despesas e aumentar a competitividade dos produtos (Stahel, 2019). Nesse contexto, a indústria assume papel central na adoção e disseminação da Economia Circular (Silva & Sehnem, 2022), atuando desde a fase de design dos produtos (Esposito *et al.*, 2018).

Grande parte das pesquisas sobre Economia Circular se concentra em estudos de caso, multicase ou análises bibliométricas, revelando a escassez de indicadores estatisticamente validados para medir o nível de implementação de práticas circulares, especialmente no setor industrial de economias emergentes como o Brasil (Molina-Moreno *et al.*, 2017; Nuñez-Cacho *et al.*, 2018; Morais & Silvestre, 2018; Jabbour *et al.*, 2020). Tais métricas são fundamentais para que as empresas avaliem, monitorem e aprimorem o desempenho circular, considerando que esse processo de avaliação ainda carece de desenvolvimento adequado (Sánchez-Ortiz *et al.*, 2020; Molina-Moreno *et al.*, 2017; Nuñez-Cacho *et al.*, 2018).

Embora haja um crescente interesse e adoção de práticas circulares por parte das empresas, especialmente devido à conscientização ambiental e às pressões regulatórias, a falta de métricas confiáveis e validadas dificulta a avaliação e o monitoramento do desempenho dessas práticas (Kuzma *et al.*, 2022). Como consequência, cria-se uma lacuna de literatura que considerando a carência de ferramentas adequadas para medir e comparar o nível de adoção de práticas circulares em organizações industriais (Kuzma & Sehnem, 2022). Por seu turno, essa lacuna evidencia a necessidade de desenvolver instrumentos conceitualmente sólidos e estatisticamente validados que permitam mensurar a adoção de práticas circulares de forma comparável e confiável.

Ao adotar práticas circulares, as empresas podem reduzir custos, melhorar a eficiência e aumentar sua competitividade no mercado global (Kuzma & Sehnem, 2022). Contudo, a ausência de indicadores padronizados pode comprometer a capacidade das empresas de avaliar seu desempenho ambiental, identificar lacunas operacionais e tomar decisões estratégicas com base em evidências. Portanto, desenvolver um instrumento avaliativo da circularidade não apenas preenche uma lacuna existente na literatura, mas também oferece suporte prático e estratégico às organizações e formuladores de políticas públicas comprometidos com a transição para modelos produtivos sustentáveis. Neste sentido, a pesquisa busca responder à seguinte questão: como medir e avaliar o nível de adoção de práticas circulares de organizações industriais?

O estudo se propõe a desenvolver um Índice de Adoção de Práticas Circulares (IAPC) para utilização em organizações industriais, baseando-se nos princípios estruturais da dimensão conceitual da EC, de forma a mensurar a implementação das práticas realizadas por empresas do setor industrial. A

pesquisa parte da necessidade de estudar, no nível micro ou interno da EC, as organizações como unidades individuais na busca para medir o nível de adoção de práticas circulares presentes nas indústrias pesquisadas.

Princípios Estruturais da Economia Circular

A economia circular é mais frequentemente descrita como uma combinação de atividades de redução, reutilização e reciclagem (Kirchherr *et al.*, 2017) que promove a transição para modelos de produção mais sustentáveis, baseados na gestão criteriosa dos recursos e na redução das externalidades negativas geradas por esses negócios que possuem grande potencial de impacto ambiental (Nuñez-Cacho *et al.*, 2018).

Os princípios que estruturam as práticas de EC são sete: Gestão de materiais; Redução, reuso e reciclagem; Gestão de resíduos; Gestão de energia; Gestão de água; Diversidade e adaptabilidade; e Perspectiva de sistema. A Gestão de materiais (i) visa o desenvolvimento de processos mais eficientes, por meio de tecnologias e práticas organizacionais de gestão com o objetivo de aumentar a eficiência de uso e expansão da vida útil dos insumos e do próprio bem em si (Haas *et al.*, 2015; Sehnem & Pereira, 2019; Stahel, 2019; Silva & Sehnem, 2022).

Este princípio parte da compreensão de que aquelas organizações que não gerenciam adequadamente seus materiais tendem a desperdiçar insumos e elevar custos. Ao perceberem que esses aumentos comprometem sua competitividade, buscam práticas circulares como alternativa para reduzir custos operacionais e obter vantagem competitiva (Stahel, 2019).

A pesquisa de Silva e Sehnem (2022) destaca que a gestão de materiais na EC é, por definição, restauradora e regenerativa, buscando manter produtos, componentes e materiais em altos níveis de utilidade e valor. Nesse sentido, propõem substituir os desperdícios típicos de sistemas lineares por ciclos fechados, que minimizam perdas, aumentam a produtividade e otimizam o uso de recursos naturais e humanos.

O estudo de Ting *et al.* (2023), analisou os motivadores e barreiras à adoção da EC entre empresas de manufatura. Os autores identificam uma relação positiva entre a adoção da EC e a produção sustentável, com impacto direto na geração e retenção de valor, além da redução dos custos produtivos. Nestes termos, a gestão de materiais ao mesmo tempo que se preocupa em consumir uma quantidade menor de insumos (virgens ou reciclados), busca gerar uma produção superior (Kirchherr *et al.*, 2017; Weetman, 2018). A gestão preocupa-se desde a avaliação da eficiência de uso de materiais e de produtividade até a análise dos caminhos percorridos pelo produto ao consumidor final (Nuñez-Cacho *et al.*, 2018).

Redução, reuso e reciclagem (ii) envolvem práticas voltadas à minimização, reutilização, reciclagem, recuperação e regeneração de insumos e resíduos (Kirchherr *et al.*, 2017; Nuñez-Cacho *et al.*, 2018; Weetman, 2018; Stahel, 2019). Essas ações reduzem a entrada de materiais virgens nos ciclos produtivos e a consequente geração de resíduos (Haas *et al.*, 2015), promovendo a dissociação entre crescimento econômico e uso de recursos naturais. Assim, torna-se possível crescer sem a extração contínua e excessiva de matéria-prima da natureza (Nuñez-Cacho *et al.*, 2018).

A Gestão de resíduos (iii), por sua vez, foca no desperdício zero, já que os produtos devem ser projetados para serem reutilizados, remanufaturados e retornáveis, auxiliando a redução da extração de novas matérias primas do ambiente, (Kirchherr *et al.*, 2017). Além disso, estimula-se a reciclagem, transformando o processo linear em fluxos circulares (*closed loop* – produtos e resíduos que são reutilizados dentro do mesmo fluxo) para minimizar e reduzir os desperdícios e os resíduos (Dominko *et al.*, 2023).

A gestão de energia (iv) diz respeito à quantidade de energia necessária para a fabricação de produtos, considerando a substituição de fontes fósseis por renováveis e a adoção de equipamentos mais eficientes (Kirchherr *et al.*, 2017; Li *et al.*, 2019). Já a gestão da água (v), quando alinhada à lógica circular, envolve a recuperação e reutilização de águas residuais ou esgoto — por meio de métodos biológicos, físicos ou químicos — para reintrodução nos processos produtivos, contribuindo para a redução da poluição (Molina-Sánchez *et al.*, 2018). Essa prática é especialmente relevante, pois, embora a água seja um insumo vital na maioria das cadeias produtivas, seu descarte inadequado gera externalidades ambientais negativas (Molina-Moreno *et al.*, 2017; Molina-Sánchez *et al.*, 2018).

Estudos anteriores desenvolveram escalas que refletem as dimensões que compõem a gestão de recursos (reduzir, reutilizar e reciclar) além da Gestão Eficiente de Energia, Água e Materiais e de Emissões e resíduos gerados (Nuñez-Cacho *et al.*, 2018). Alguns trabalhos avançam na discussão ao indicarem a necessidade de *ecodesign* para avançar na compreensão da economia circular e não só pensá-la como uma estratégia de fim de processo. Esse é o caso da pesquisa de Haas *et al.* (2015) que realizou uma análise dos caminhos percorridos a partir de uma abordagem sociometabólica. Para os autores, a economia circular precisa ser uma estratégia que visa reduzir tanto a entrada de materiais virgens quanto a saída de resíduos, fechando os ciclos econômicos e ecológicos dos fluxos de recursos.

A pesquisa avaliou como os fluxos globais de materiais, especialmente na União Europeia (UE-27), são rastreados, da extração ao descarte. Para os autores, o baixo grau de circularidade indica que estratégias voltadas para o lado da produção (fim do processo) são limitadas, dadas as proporções atuais de fluxos, enquanto uma mudança para energias renováveis, uso da água, gestão de resíduos e *ecodesign*

são decisivos e necessários para avançar em direção a economia circular. O estudo de Li *et al.* (2019) também segue essa mesma linha, mas enfatiza a necessidade de avançar não apenas em estratégias, como também no *layout* das indústrias da economia circular, de modo a reduzir resíduos, prolongar a vida útil dos produtos e maximizar o aproveitamento de recursos naturais para alcançar o desenvolvimento econômico efetivamente sustentável.

Diversidade e Adaptabilidade (vi) incentivam as empresas a adotarem comportamentos mais ecológicos e sustentáveis, porque os clientes, por meio de novos hábitos, e os governos, por meio de formulação de políticas e princípios reguladores, exigem mudanças nos processos industriais (Jaca *et al.*, 2018; Ghinoi *et al.*, 2020). A pesquisa de Ghinoi *et al.* (2020) ao analisar o contexto empírico das iniciativas políticas europeias de economia circular acentua a importância do papel do governo e do envolvimento de múltiplas partes interessadas para alcançar a eficiência dos recursos e promover a economia circular.

Para os autores, a crescente conscientização global sobre a necessidade de abordar questões ambientais e o interesse pela sustentabilidade intensificaram a busca de formuladores de políticas e pesquisadores por novos instrumentos para promover o desenvolvimento sustentável. Esta ação conjunta em rede, ainda que caminhe em passos mais lentos, é fundamental para o avanço da economia circular (Ghinoi *et al.*, 2020). Goyal *et al.* (2022) corroboram com essa análise ao acentuarem que a formação de políticas de incentivo, o comprometimento do governo e das empresas, a atualização tecnológica e os melhores retornos financeiros empresariais são os principais fatores que impactam no equilíbrio ecológico-econômico, garantindo qualidade e confiança nas práticas de Economia Circular.

Por fim, a Perspectiva de sistema (vii) se preocupa com a interconexão e a aproximação das empresas com seus respectivos fornecedores, fortalecendo parcerias para o desenvolvimento de produtos e processos ajustados à nova realidade socioambiental, visando influenciar no aprofundamento das relações e das práticas circulares nas cadeias de suprimento (Weetman, 2018). A perspectiva de sistema deve existir entre as organizações parceiras, para que estas encontrem alternativas para reduzir mutuamente o consumo de insumos. A sinergia de parceiros em uma cadeia leva a melhoria do gerenciamento de ciclo de vida dos produtos (Weetman, 2019). Assim, quando os atores compreendem a magnitude de uma relação sistêmica há a possibilidade do aparecimento de novos negócios nos fluxos normais e nos reversos, ampliação do valor inserido no produto, redução de custos operacionais, intensificação dos planejamentos e ganhos financeiros superiores (Vlajic *et al.*, 2018).

O estudo de Dominko *et al.* (2023), ao sistematizar as tendências de desenvolvimento no campo científico da economia circular, sugere que a pesquisa acadêmica ainda se concentra fortemente em

conceituações teóricas e soluções tecnológicas. Para os autores, a interconexão proporciona cadeias de suprimentos sustentáveis, melhor gestão de resíduos e inovação em modelos de negócios. Ao expor os princípios, é notória a relevância deles para compreensão da dinâmica da economia circular e os caminhos que as organizações precisarão trabalhar na inclusão de práticas circulares em seus processos. Para facilitar o entendimento, devido as diversas informações explicitadas, é essencial exibir uma síntese sobre os princípios, conforme Tabela 1.

Tabela 1

Síntese dos princípios estruturais da economia circular

Princípio	Resumo	Autores
Gestão de materiais	1) Otimização do uso de insumos e materiais; 2) Redução de desperdícios e perdas operacionais; 3) Aumento da eficiência produtiva; 4) Prolongamento do ciclo de vida dos recursos; 5) Mitigação de custos industriais.	Haas <i>et al.</i> (2015); Kirchherr <i>et al.</i> (2017); Nuñez-Cacho <i>et al.</i> (2018); Weetman (2018); Sehnem & Pereira (2019); Stahel (2019); Silva & Sehnem (2022); Ting <i>et al.</i> (2023)
Redução, reuso e reciclagem	1) Aplicação de práticas de redução, reuso, reciclagem, recuperação e regeneração; 2) Minimização do uso de matérias-primas virgens; 3) Diminuição da geração de resíduos industriais; 4) Contribuição à circularidade por meio do reaproveitamento de materiais.	Haas <i>et al.</i> (2015); Kirchherr <i>et al.</i> (2017); Nuñez-Cacho <i>et al.</i> (2018); Weetman (2018); Stahel (2019)
Gestão de resíduos	1) Geração, redução e administração dos resíduos ao longo da cadeia; 2) Projeto do produto deve ser adequado à realidade para gerar pouco ou nenhum resíduo; 3) Ação de gerenciamento do resíduo após vida útil do produto; 4) Tipos de componentes – biológicos (renováveis) e técnicos (finitos e recicláveis); 5) Reuso, reparo, remanufatura e reciclagem; 6) Finalização e renovação de ciclo do produto e/ou componente; e 7) Desperdício zero.	Kirchherr <i>et al.</i> (2017); Nuñez-Cacho <i>et al.</i> (2018); Li <i>et al.</i> (2019); Stahel (2019); Weetman (2019); Dominko <i>et al.</i> (2023)
Gestão de energia	1) Modificação da fonte energética – da fóssil para a renovável; 2) Redução da dependência de recursos finitos; 3) Na reciclagem há redução de consumo de energia; e 4) Criação de uma nova fonte de geração de energia – por meio dos resíduos orgânicos e/ou não recicláveis.	Haas <i>et al.</i> (2015); Kirchherr <i>et al.</i> (2017); Nuñez-Cacho <i>et al.</i> (2018); Li <i>et al.</i> (2019); Stahel (2019)
Gestão da água	1) Insumo importante na produção da maioria dos produtos; 2) Gera resíduo (águas residuais ou esgoto); 3) Recuperação e a reutilização deste resíduo necessário; e 4) Deve ser reintroduzido nos processos produtivos.	Haas <i>et al.</i> (2015); Kirchherr <i>et al.</i> (2017); Molina-Moreno <i>et al.</i> (2017); Molina-Sánchez <i>et al.</i> (2018); Nuñez-Cacho <i>et al.</i> (2018); Li <i>et al.</i> (2019); Stahel (2019)

Diversidade e adaptabilidade	1) Relacionamento entre os atores participantes do processo produtivo e da cadeia de suprimento; 2) Transformação dos negócios, criação de alternativas à venda exclusiva de produtos; empreendedorismo pela EC e alternativas para ganhos financeiros; 3) Interligação entre empresas, sociedade e governo; e 4) Desenvolvimento de um produto melhor por meio de processos e práticas organizacionais, devido aos novos hábitos dos consumidores e exigências legais.
Perspectiva de sistema	1) Pensamento em conjunto – atores interligados que se relacionam e se influenciam; 2) Ciclo é um sistema que possui início, meio e fim, porém este fim é o recomeço de outro ciclo; e 3) Análise dos níveis micro, meso e macro.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

Metodologia

Conforme estruturação metodológica, nosso estudo emprega um desenho exploratório, já que levantou dados sobre *gaps* de pesquisa, constructos teóricos básicos da EC, existência de escalas e indicadores para desenvolver um índice para identificar o nível de adoção de práticas circulares. Após isso, a aplicação do índice proposto foi feita em empresas do setor industrial no estado do Pará, região Norte do Brasil, cujo estado representa mais de 50% da produção industrial da Região Norte do Brasil (CNI, 2021).

Unidade de Análise e Amostra

Para seleção das unidades de análise determinou-se os seguintes critérios:

- As empresas precisavam ter sede ou filiais no estado do Pará;
- Em relação ao porte, puderam participar microempresas, empresas de pequeno, médio e grande porte, conforme classificação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2019); e
- Participaram organizações nos ramos agroindustrial, florestal, automotivo, alimentos e bebidas, construção civil, mineração, papel e celulose, petróleo e gás, petroquímica, químico e siderúrgico.

O estudo não trabalhou com uma amostra probabilística, apesar de haver 6.046 indústrias formalizadas no estado do Pará (CNI, 2021). Preferiu-se trabalhar com amostra não probabilística, devido

à dificuldade na obtenção de uma base de dados consistente, concreta e atualizada, bem como a dificuldade e morosidade para obtenção de retorno dos contatos das empresas, além das possibilidades reduzidas de encontros presenciais devido às grandes distâncias geográficas existentes no estado do Pará (1.245.870,704 km²).

Este tipo de amostra é utilizado quando não se depende de probabilidade para identificar o tamanho da amostra, baseando-se no processo de tomada de decisão e nos critérios apontados pela própria pesquisa (Sampieri *et al.*, 2013). Logo, sendo uma amostra não probabilística, utilizou-se de algumas estratégias para obtenção de um quantitativo significativo de empresas, resultando em um total de 102 empresas respondentes, dentro dos critérios de inclusão e exclusão.

Inicialmente foram contatados a Federação das Indústrias do Estado do Pará (FIEPA), Sistema Organização das Cooperativas Brasileiras do Pará (Sistema OCB/PA) e a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) para que seus afiliados compusessem a amostra. Depois, solicitou-se aos primeiros respondentes indicações de outras empresas interessadas em participar da pesquisa, *snowball sampling*, que é uma técnica indicada justamente para se trabalhar com amostragem não probabilística (Farias Filho & Arruda Filho, 2013).

Antes do envio do questionário se fez um contato prévio (e-mail, telefone e/ou aplicativo de mensagem instantânea) com as organizações para explicar o contexto e os objetivos do estudo, a fim de que houvesse compreensão e clareza sobre a pesquisa. Somente após confirmação do desejo em participar, enviou-se o questionário, finalizando-se a amostra com 102 empresas respondentes. Os representantes das empresas que responderam à pesquisa são proprietários, gerente de produção ou de sustentabilidade dos setores pesquisados. Utilizou-se o método do *websurvey* com escala *Likert* de cinco pontos, variando de 1, discordo totalmente, até 5 pontos, concordo totalmente.

Validação dos Constructos

As escalas foram adaptadas de Zhu *et al.* (2010), Nuñez-Cacho *et al.* (2018; 2020). Realizou-se uma avaliação comparativa de constructos e suas respectivas variáveis, objetivando identificar elementos chaves entre os instrumentos e aqueles que não deveriam ser considerados, por não representarem a condição necessária para obtenção de respostas a este estudo, que objetivou compreender o ambiente micro, para posteriormente criar um índice que identificasse o nível de adoção das práticas circulares pelas empresas do setor industrial. Feita uma elaboração prévia, enviou-se o instrumento para dois pesquisadores da área de sustentabilidade - um gerente de produção e sustentabilidade e um da engenharia de produção e materiais - objetivando uma avaliação do mesmo por especialistas (Farias Filho & Arruda

Filho, 2013). Após poucas revisões e melhorias no texto foi realizado pré-teste com vinte empresas. Em vista dos testes estatísticos definidos, o banco de dados da pesquisa foi rodado no IBM® SPSS® Statistics.21. O pré-teste foi realizado para verificar a confiabilidade do questionário, sendo feito o teste do coeficiente alfa de Cronbach, que demonstrou a robustez do questionário, conforme tabela 2.

Tabela 2

Coeficiente Alfa de Cronbach de Cada Constructo

Constructo	Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Stan. Items	Força de consistência (Landis & Koch 1977)
Gerenciamento de materiais	0,890	0,893	Quase perfeita
Redução, reuso e reciclagem dos insumos	0,798	0,791	Substantial
Gerenciamento de resíduo	0,814	0,809	Substantial
Energia	0,919	0,919	Quase perfeita
Água	0,895	0,896	Quase perfeita
Diversidade e adaptabilidade	0,820	0,819	Quase perfeita
Perspectiva de sistema	0,876	0,879	Quase perfeita

Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

A análise estatística fatorial confirmatória, aplicada em duas etapas, foi escolhida porque, primeiro, os itens para cada constructo foram designados antes da obtenção dos resultados. Segundo, cumpre a função de confirmar se os itens usados no instrumento desta pesquisa (adaptados de outros estudos) continuam a explicar e se correlacionar com os seus respectivos constructos. Terceiro, foi possível usar a análise fatorial pois a amostra estudada é maior que 100 e, por último, a razão de observações por variáveis em cada constructo ficou no mínimo em 10,2 (102 empresas / 10 variáveis), no constructo com maior número de itens (Hair *et al.*, 2018). Os testes estatísticos usados foram:

- i) Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (Teste KMO);
- ii) Barlett Test of Sphericity (Teste BTS);
- iii) Variância extraída/comunalidade; e
- iv) Carga fatorial.

O KMO avalia se análise fatorial é apropriada, sendo todos os valores encontrados acima de 0,6, ou seja, a análise fatorial confirmatória é adequada em todos os constructos. O BTS apresentou significância menor que 0,05, confirmando o uso da análise fatorial, indicando que a correlação entre as variáveis é significativa (Hair *et al.*, 2018). Na sequência, a variância extraída/comunalidade indica a convergência de um conjunto de variáveis de um constructo, sendo que todos os valores de variância extraída foram superiores a 0,5, portanto considerados com boa convergência (Hair *et al.*, 2018). Por fim, o teste de carga fatorial, quando elevada, indica que variáveis convergem para algum ponto em comum.

As cargas fatoriais das variáveis devem ser estatisticamente relevantes, logo a carga fatorial mínima deve ser de 0,5, sendo que valores acima de 0,7 é o mais ideal (Hair *et al.*, 2018).

Na segunda etapa foram criados critérios, conforme Hair *et al.* (2018), para ponderar sobre a manutenção e a exclusão dos itens. Para manter um item no constructo foi necessário que o mesmo obtivesse valores de variância extraída/comunalidade igual ou superior a 0,5 e carga fatorial 0,5 ou próxima de 0,5, ou ainda, quando a variância extraída/comunalidade estiver próxima de 0,5 a carga fatorial deve ser de 0,7 ou próxima de 0,7. Assim, percebeu-se a melhoria dos valores dos constructos, e dos seus respectivos itens. Em vista destas modificações, se ratificou a validade dos sete constructos e 46 variáveis validados por meio da análise fatorial confirmatória realizada em duas etapas (Tabela 3).

Tabela 3
Constructos e Variáveis

Constructos	Variáveis
Gestão de Materiais	<p>A empresa usa indicadores que avaliam a eficiência do uso dos materiais (insumo, água ou energia).</p> <p>Há análise dos produtos ofertados para identificação dos caminhos que eles percorrem até a chegada ao cliente final, percebendo os problemas ambientais causados no processo.</p> <p>A empresa é ambientalmente responsável em relação ao uso de materiais (insumo, água ou energia) na fabricação de produtos.</p> <p>A empresa usa indicadores que avaliam a eficiência da produtividade do processo produtivo.</p> <p>A empresa reduziu a compra de materiais (insumos, água ou energia).</p> <p>A empresa possui uma lista de materiais e uma lista de substâncias existentes em cada produto produzido.</p>
Redução, Reuso e Reciclagem	<p>A empresa usa resíduos do próprio processo produtivo na fabricação de outros produtos do seu portfólio.</p> <p>Foram implementadas práticas internas para reduzir o desperdício de insumos.</p> <p>Os produtos fabricados pela empresa, após o fim da vida útil, podem ser reutilizados.</p> <p>Os produtos fabricados pela empresa, após o fim da vida útil, podem ser reformulados ou remodelados para a criação de novos produtos.</p> <p>A empresa usa tecnologias eficientes para a recuperação dos materiais ou resíduos.</p> <p>Os produtos fabricados pela empresa podem ser facilmente reparados.</p> <p>A empresa dispõe de um sistema de recuperação de materiais ou resíduos.</p> <p>A empresa aumentou a proporção do uso de materiais reciclados no processo produtivo em detrimento aos insumos virgens (não provenientes do processo de reciclagem).</p>
Gestão de resíduos	<p>A empresa implementou práticas que reduzem a geração de resíduos durante o processo produtivo.</p> <p>O resíduo gerado no processo produtivo é tratado pela própria empresa.</p> <p>O resíduo gerado no processo produtivo é usado para a criação de subprodutos.</p> <p>O resíduo gerado no processo produtivo é vendido ou doado para outras empresas.</p> <p>A empresa reduziu o uso de substâncias perigosas ou tóxicas para a saúde humana e para o ambiente, a fim de tornar o resíduo menos agressivo.</p> <p>As práticas usadas no processo produtivo da empresa são empregadas para prevenir geração de resíduos ou quando gerados sejam possíveis de serem reciclados.</p> <p>A empresa reduziu a geração de resíduos considerados não perigosos.</p> <p>A empresa possui lista completa dos resíduos sólidos gerados no processo de fabricação.</p>
Gestão de energia	<p>A empresa estabelece metas de redução do consumo de energia.</p> <p>A empresa aumentou o consumo de energia renovável e energia limpa.</p> <p>A empresa dispõe de indicadores de eficiência energética.</p> <p>A empresa trocou o consumo de energia fóssil por energia renovável ou mais limpa na fabricação de produtos.</p> <p>A empresa utiliza energia proveniente de fontes renováveis (solar, biomassa, açúcar, etanol).</p> <p>A empresa criou projeto de produto que consome/gasta menos energia.</p> <p>A empresa conseguiu diminuir os gastos com energia.</p>

Gestão de água	<p>A água usada no processo produtivo é reciclada e reutilizada para outros fins internos.</p> <p>Foram implementadas práticas internas para reduzir o consumo de água.</p> <p>A empresa dispõe de indicadores que apontam um uso mais eficiente da água.</p> <p>A empresa utiliza químicos naturais para o tratamento da água utilizada no processo produtivo.</p>
Diversidade e adaptabilidade	<p>O negócio da empresa está de acordo com os princípios da EC.</p> <p>A empresa está transformando seu negócio e seus produtos para seguir o modelo de EC.</p> <p>Com a mudança do hábito dos consumidores (consumo sustentável e preocupação com o ambiente), a empresa adaptou ou apresentou novos produtos e/ou serviços ao mercado com esta vertente.</p> <p>Devido a exigências de leis, focadas no ambiente e no resíduo, a empresa mudou os processos produtivos para se adequar.</p>
Perspectiva de sistema	<p>A empresa fornece especificações que incluem requisitos ambientais para comprar insumos dos fornecedores.</p> <p>A empresa coopera com fornecedores para o alcance de objetivos com foco na melhora do meio ambiente.</p> <p>A empresa realiza auditoria ambiental para avaliar a situação dos fornecedores.</p> <p>A empresa exige dos fornecedores certificação ISO 14000.</p> <p>A empresa realiza avaliação das práticas circulares desenvolvidas pelos fornecedores.</p> <p>A empresa adota um sistema de logística <i>jus-in-time</i> juntamente com os fornecedores para melhorar a cooperação.</p> <p>A empresa utiliza critérios ambientais para selecionar os seus respectivos fornecedores.</p> <p>A empresa coopera com fornecedores para tentar reduzir o quantitativo de embalagens usadas ao longo da cadeia de suprimento.</p> <p>A empresa exige que os fornecedores usem embalagens que sejam ambientalmente corretas (biodegradáveis e não perigosas).</p>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

Construção do IAPC

Para a construção do Índice de Adoção de Práticas Circulares (IAPC), seguiu-se os procedimentos adotados por Oliveira *et al.* (2022), que padronizaram as matrizes, sendo o maior valor do *score* é 1 e o menor é 0. Antes foi necessário extrair um *score* de cada constructo. Para o *score* individual, aplicou-se a combinação linear da carga fatorial ponderada pela proporção da variância total explicada para cada indicador. Após a obtenção dos *scores* por constructo, foi determinado o IAPC, o qual utilizou-se a regra da média aritmética simples, conforme Equação 1, em que cada constructo recebe o peso um, em razão da mesma importância que cada constructo possui nos princípios estruturais para a ocorrência das práticas circulares na EC.

Equação 1: Determinação do IAPC

$$IAPC = \frac{\sum(GM+RRR+GR+EN+AG+DA+PRS)}{7}$$

A partir da adaptação do estudo de Martins e Cândido (2008), os níveis e a classificação ficaram estabelecidos:

1. Entre 0 até 0,2500, a empresa é não adotante de práticas circulares;

2. Entre 0,2501 até 0,5000, a organização é adotante inicial, com poucas práticas, estando em estágio embrionário;
3. Entre 0,5001 até 0,7500, a empresa é adotante intermediário, com número maior de práticas circulares ao se comparar com a classificação anterior, mais ainda necessita melhorar;
4. Maior ou igual a 0,7501, a organização é adotante avançado, possuindo uma gama de práticas circulares.

Cada constructo possui um conjunto de indicadores representado na Figura 1, sendo o modelo reflexivo, pois as práticas realizadas em cada constructo refletem significativamente no resultado do IAPC, pois, a amostra estudada é maior que 100 e, por último, a razão de observações por variáveis em cada constructo ficou no mínimo em 10,2 (102 empresas / 10 variáveis), no constructo com maior número de itens (Hair *et al.*, 2018).

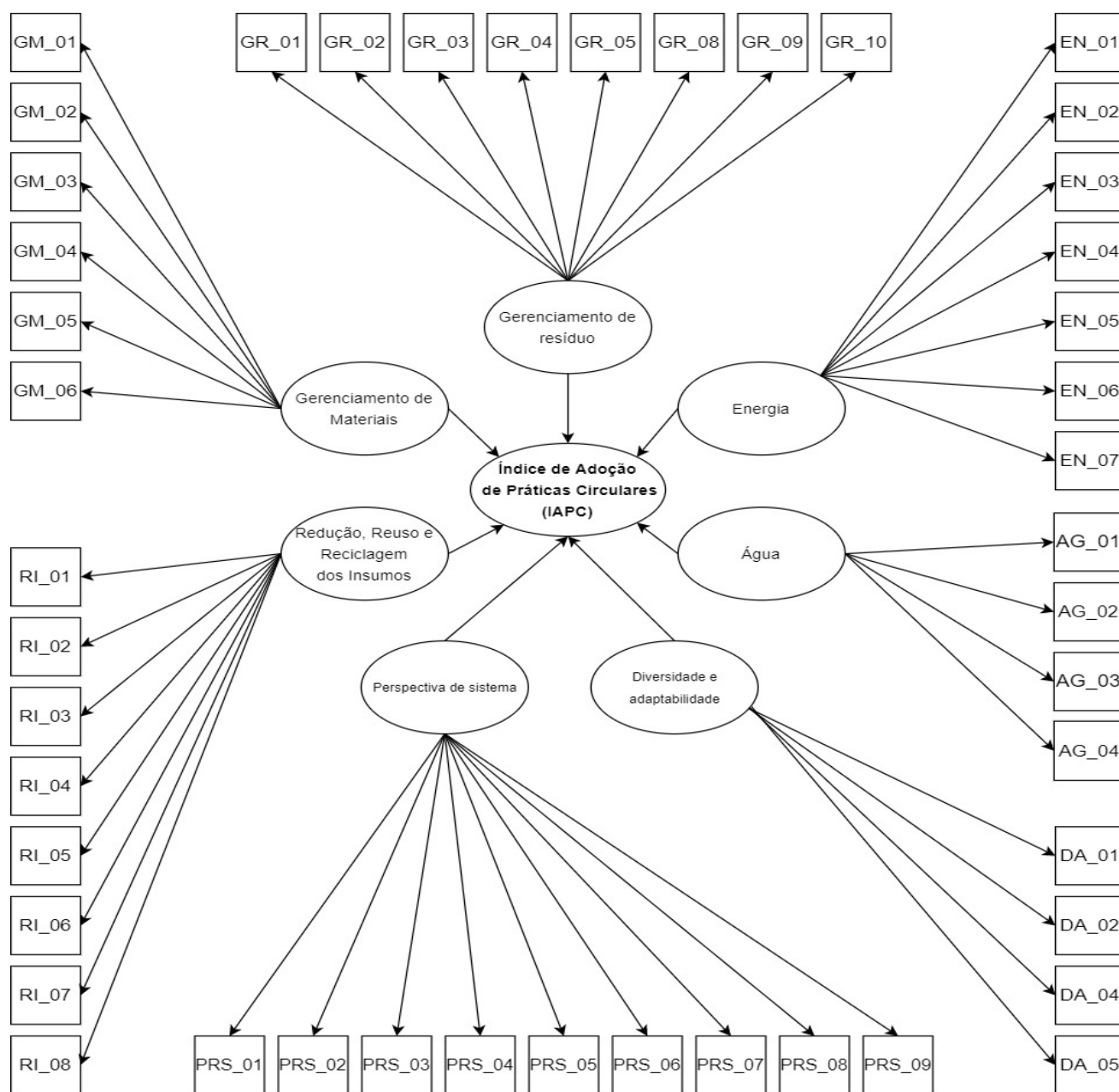


Figura 1

Diagrama visual do IAPC

Fonte: Elaborado pelos autores

Resultados

Perfil das Empresas

Nesta pesquisa, 46,08% das empresas respondentes são do setor agroindustrial e florestal; 18,63% alimentos e bebidas; 11,76% mineração; 9,80% construção civil; e 6,86% siderurgia. Quanto ao porte

16,67% são microempresas; 42,16% pequenas empresas; 30,39% médias empresas; e 10,78% grandes empresas (BNDES, 2019).

Práticas Circulares nas Empresas

Notou-se o emprego de diversas práticas circulares, como o uso de indicadores de eficiência no uso de materiais e da produtividade, responsabilidade no uso de insumos, lista de materiais e/ou substâncias existentes nos produtos, relacionados à Gestão de materiais, onde 50% das empresas são adotantes avançadas (Figura 2).

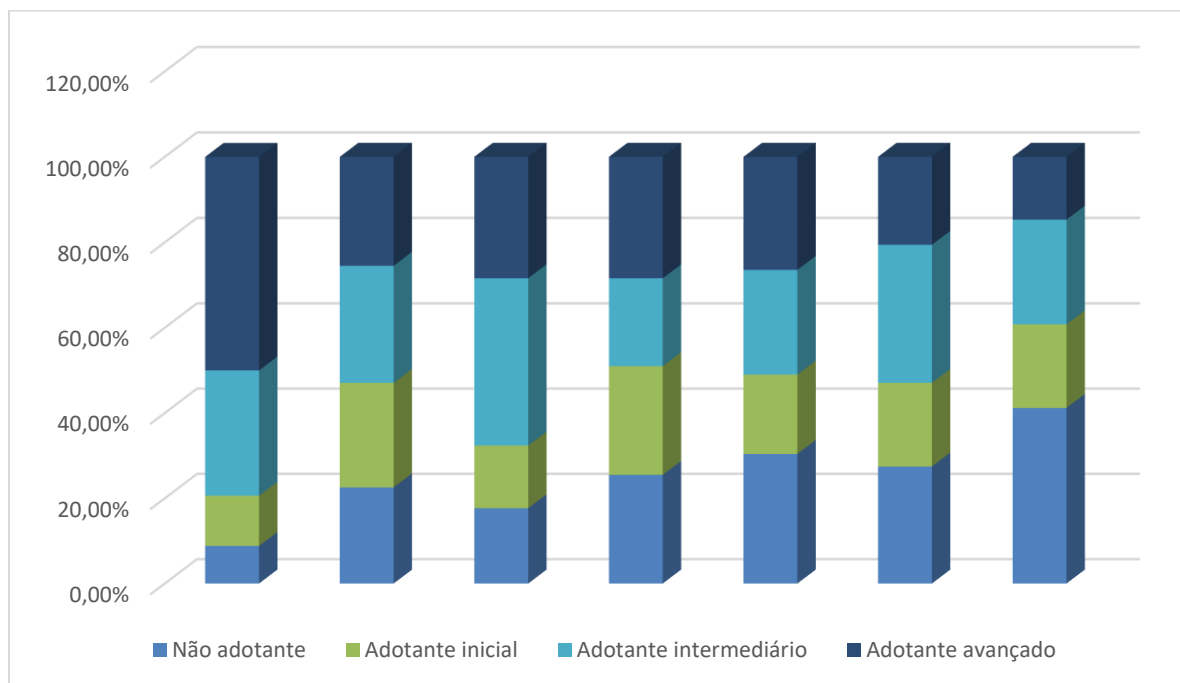


Figura 2
Pesos das Práticas Circulares por Constructo
Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

Esposito *et al.* (2018) acentuam que a identificação de práticas já existentes pode motivar e estimular a adoção de outras, consideradas circulares pelas organizações. Contudo, as práticas de EC não são tão simples de serem implementadas pelas empresas, principalmente, pela dificuldade de compreensão sobre o que é circularidade e como introduzir os conceitos teóricos na cultura organizacional (Kirchherr *et al.*, 2017). Nesta pesquisa, grande parte dos respondentes inicialmente não conhecia o termo “economia circular” (63,73%). Este dado corrobora com levantamento do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial e Confederação Nacional das Indústrias (SENAI & CNI, 2019), no qual 76,4% das empresas,

apesar de já desenvolverem alguma prática circular nos processos produtivos, não sabiam defini-las como circulares.

Na Redução, reuso e reciclagem, o quantitativo de empresas não adotante e adotante inicial totaliza 47,06% (Figura 1). Em que pese essa menor adesão das empresas, os pesquisados informaram que seus produtos ao final da vida útil podem ser totalmente reutilizados (44,12%), reformulados (36,27%), e que os produtos podem ser reparados para serem usados novamente (35,29%). Apesar dessa constatação, algumas empresas não possuem tecnologia eficiente para a recuperação dos produtos, dos insumos ou dos resíduos, e não dispõem de sistemas adequados de recuperação dos produtos ou resíduos (49%).

Em Gestão de resíduos 39,22% das empresas são adotantes intermediários e 28,43% adotantes avançados (Figura 1). Este processo reflete práticas que envolvam o redesenho do produto e o prolongamento da vida deste pelo reparo, reuso, reformulação e reciclagem (Kirchherr *et al.*, 2017). Das práticas circulares expostas neste constructo, a que recebe grande destaque é a que trata da implementação de práticas internas para reduzir o desperdício de insumos, ação que reduz compras excessivas, perdas desnecessárias e torna o uso mais eficiente dos insumos.

Nota-se que vivensas empresas, inclusive em economias emergentes, percebem a importância da redução dos desperdícios e da melhoria da eficiência no uso dos recursos devido às pressões relacionadas à competitividade, à complexidade e dinamicidade do mercado, à reputação pública da empresa e ao consumidor mais exigente (Jabbour *et al.*, 2020). Por outro lado, a gestão de resíduos nas empresas pesquisadas também pode estar sendo mais praticada devido à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aplicada pela lei n.º 12.305, de 02 de agosto de 2010, que organiza como o Brasil deverá lidar com a Gestão de resíduos (Brasil, 2010). O trabalho de Silva *et al.* (2019) ressalta que em que pese a EC inicialmente ser amparada pela PNRS no contexto brasileiro, esta representa apenas um início da longa caminhada para práticas circulares e a construção de sustentabilidade no país.

A criação de subprodutos, a venda ou a doação dos resíduos industriais para outras empresas possuem baixa aplicação nos empreendimentos respondentes. Uma possibilidade é que tais práticas podem ser mais difíceis de serem implementadas porque exigem um investimento na compra ou no desenvolvimento de tecnologia específica para criar um subproduto, ou ainda, uma interconexão entre empresas para o entendimento de seus processos e necessidades de certos insumos (resíduos de uma empresa que podem ser matéria prima em outra), além de outros investimentos em tecnologia para realizar o acompanhamento do processo de distribuição física e/ou a criação de fluxos reversos para a recuperação dos produtos no fim de seus ciclos de vida (Weetman, 2018; Stahel, 2019).

Para o constructo Gestão de energia, 28,43% são adotantes avançadas (Figura 1). Por outro lado, são perceptíveis as necessidades de implementação e a aplicação de práticas circulares mais estruturais no âmbito da energia. Das sete práticas indicadas neste constructo, apenas duas possuem destaque: o estabelecimento de metas para tentar reduzir o consumo de energia (58,82%) e o emprego de indicadores que apontam a melhoria da eficiência energética (47,06%). Por outro lado, para esta pesquisa, 53,92% das empresas não utilizam nenhuma fonte de energia renovável. Vale notar que a perspectiva de produção mais limpa constitui um marco para EC, conforme afirmado por Silva *et al.* (2019). As empresas carecem de design de produtos que consumam uma quantidade menor de energia, bem como necessitam estabelecer uma nova estrutura nas fábricas (tecnologia e maquinário) com menor dependência de utilização de combustíveis fósseis, e expansão no uso de fontes energéticas renováveis (Esposito *et al.*, 2018).

Na Gestão de água, 30,39% não são adotantes de práticas circulares; 18,63% adotantes iniciais; 24,51% adotantes intermediários; e 26,47% adotantes avançados. O trabalho de Miranda Sobrinho *et al.* (2020), realizado em empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM), destacou que todas as empresas pesquisadas consideraram de alta importância a Gestão da água no PIM, principalmente, por terem preocupação em seguir as normas ambientais que regulam o tratamento de efluentes e de água, evitando assim o recebimento de multas e sanções.

Em Diversidade e adaptabilidade (Figura 1), 27,45% das empresas não são adotantes dessas práticas; 19,61% adotantes iniciais; 32,35% adotantes intermediárias; e 20,59% adotantes avançadas. Este constructo demonstra as forças de pressão de alguns atores externos às empresas como o governo e os consumidores (Jaca *et al.*, 2018; Ghinoi *et al.*; Jabbour *et al.*, 2020), os quais são considerados impulsionadores de mudanças quando exigem que as empresas se tornem mais sustentáveis ou que se responsabilizem pelas externalidades causadas ao meio ambiente, motivando mudanças culturais nessas empresas. Convém ressaltar que em países emergentes, como o Brasil, há falta de regulações específicas que tratam sobre adoção de práticas circulares, o que é considerado um vazio regulatório em relação ao tema. A falta de normas impede que as empresas possam ter um elemento norteador e de pressão para realizar modificações necessárias (Jabbour *et al.*, 2020). Sem a força do Estado existirá um ambiente permissivo à manutenção de práticas lineares.

Por fim, no constructo Perspectiva de sistema, o percentual de não adotantes é considerado o maior, com 41,18% (Figura 1), remetendo a uma baixa sinergia na relação empresa-fornecedor. Apenas a prática de fornecer especificações, que incluem requisitos ambientais para a compra de insumos aos fornecedores, realizada por um pouco mais da metade das empresas participantes, não é um elemento que aumente a integração. É preciso aplicar formas que criem relações de parceria e desenvolvam fornecedores, como

fazer avaliação dos fornecedores e realizar comunicação contínua para aumentar a cooperação entre as partes, desenvolver metas de desempenho e cobrar para que estas sejam alcançadas (Martins *et al.*, 2024).

Índice Geral de Adoção de Práticas Circulares

No IAPC das empresas, 19,61% são considerados não adotante de práticas circulares, 24,51% são consideradas adotantes iniciais, 35,29% são adotantes intermediárias, e 20,59% são adotantes avançadas. Na pesquisa, 100% das empresas de grande porte e 87% de médio porte foram classificadas como adotante avançado ou intermediário, dos setores de alimentos e bebidas. Em contrapartida, 62,79% das empresas de pequeno porte e 82,35% dos microempreendimentos foram classificados como adotante inicial ou não adotante das práticas circulares, sendo a maior parte do setor agroindustrial e florestal.

Na análise por constructo, 73,80% das grandes e médias empresas não obtiveram nenhum *score* inferior a 0,25 e no mínimo um constructo com *score* superior a 0,75. Porém 42,86% dessas organizações tiveram no mínimo quatro constructos com *score* superior 0,75. As empresas de micro e pequeno porte, pela análise dos constructos, tiveram ao menos dois *scores* de constructos inferiores a 0,25 e pouco ou nenhum indicador superior a 0,7501. Note-se que as micro e pequenas empresas no Pará constituem 92,3% das empresas (CNI, 2021), portanto, ainda há um grande caminho a percorrer em relação às práticas de EC.

Discussão

Pode-se observar que as empresas pesquisadas enfrentam desafios significativos na adoção e implementação das práticas circulares. O estudo revelou baixa compreensão do conceito de EC por parte das organizações pesquisadas, o que pode dificultar a introdução dos princípios circulares na cultura organizacional (Kirchherr *et al.*, 2017). Um dos principais desafios mencionados é a falta de conhecimento sobre práticas circulares, mesmo que as empresas já realizem algumas ações circulares em seus processos produtivos, resultando em diferentes níveis de implementação e dificuldades na identificação e definição adequada dessas práticas (Silva *et al.*, 2021).

No que diz respeito à redução, reuso e reciclagem, constata-se uma baixa atuação das organizações na adoção dessas práticas, independentemente do setor. Embora os respondentes reconheçam que seus produtos podem ser reutilizados, reformulados e reparados, a falta de tecnologia eficiente e sistemas adequados de recuperação de produtos ou resíduos pode estar limitando sua implementação (Kirchherr *et al.*, 2017). Como decorrência, a baixa adesão à tais práticas dentro das organizações dificulta a incorporação dos princípios da economia circular como parte da cultura organizacional, gerando assim

uma implementação fragmentada e inconsistente. Além disso, a menor atuação das organizações nas etapas básicas da economia circular - redução, reutilização e reciclagem - mostra que ainda há um *gap* entre o reconhecimento da importância dessas ações e a sua efetiva implementação operacional. Isso é problemático porque, segundo Kirchherr *et al.* (2017) e Nuñez-Cacho *et al.* (2018), essas atividades formam o primeiro e fundamental passo para a transição a modelos de produção e consumo que minimizem impactos ambientais e promovam a sustentabilidade.

No contexto da gestão de resíduos, observa-se uma maior adoção, provavelmente impulsionada pela PNRS no contexto brasileiro. No entanto, a criação de subprodutos a partir de resíduos e a venda ou doação desses resíduos para outras empresas ainda são pouco aplicadas, provavelmente, devido aos desafios como investimentos em tecnologia específica, interconexão entre empresas e criação de fluxos reversos (Weetman, 2018; Stahel, 2019). Na gestão de energia, embora sejam estabelecidas metas para redução do consumo e empregados indicadores de eficiência energética, a adoção de fontes de energia renovável é baixa. Produtos que consomem menos energia e novas estruturas fabris com fontes renováveis são essenciais para EC (Esposito *et al.*, 2018).

Kirchherr *et al.* (2017) e Li *et al.* (2019) destacam que a gestão de energia na lógica da economia circular envolve não apenas a redução do consumo energético na fabricação dos produtos, mas também a substituição da matriz energética baseada em combustíveis fósseis por fontes renováveis, além da modernização de equipamentos industriais com foco em eficiência. Esses autores tratam a energia como um recurso-chave na transição para modelos mais sustentáveis, chamando atenção para a necessidade de ações estruturantes e sistêmicas, como mudanças tecnológicas e investimentos de médio e longo prazo.

Os resultados encontrados confirmam parte dessas observações, principalmente quanto à importância estratégica da energia na EC e à valorização da eficiência energética. Entretanto, o estudo discute que, na prática das empresas analisadas, as ações ainda estão restritas ao monitoramento e metas de redução de consumo, sem que isso se traduza em transformações mais profundas, como a adoção massiva de fontes renováveis ou reformulação dos processos produtivos com base na energia limpa.

Na gestão de água, embora as empresas reconheçam sua importância e a adotem em diferentes níveis, a falta de regulações específicas e o não cumprimento das normas ambientais são apontados como fatores restritores de EC. Assim, observa-se uma aparente contradição entre o reconhecimento da sua importância e a limitada ação regulatória. Empresas que avançam em tecnologias de reuso e tratamento de água colhem benefícios concretos, como redução de custos operacionais e vantagem competitiva (Miranda Sobrinho *et al.*, 2020). No entanto, a ausência de normas específicas, somada à fraca fiscalização e ao não cumprimento das legislações ambientais existentes, restringe o avanço da circularidade nesse

eixo. Isso aponta para um problema sistêmico, em que a falta de políticas públicas eficazes e incentivos técnicos limita a consolidação da EC no uso racional da água, mesmo quando há intenção e potencial de inovação nas empresas.

Em diversidade e adaptabilidade, as pressões do governo e consumidores têm impulsionado mudanças por maior sustentabilidade. Apesar das pressões crescentes de governos e consumidores por mais sustentabilidade, a falta de regulamentações claras e aplicáveis ao contexto nacional dificulta a adoção prática da EC. Jabbour *et al.* (2020) ressaltam que, sem parâmetros definidos e mecanismos de apoio (como certificações, selos ambientais e incentivos fiscais), as empresas tendem a adotar mudanças superficiais ou voluntaristas, sem real integração à estratégia organizacional. Essa ausência de normativas adaptadas à realidade brasileira é especialmente crítica em setores com baixa maturidade ambiental, onde a adaptação depende fortemente de diretrizes externas.

Na perspectiva de sistema, observa-se que a integração entre empresa e fornecedores é um desafio, com a maioria das empresas não adotando práticas que promovam parcerias e desenvolvimento de fornecedores. Apenas fornecer especificações ambientais para a compra de insumos não é suficiente para o aumento da integração e da cooperação. É necessário estabelecer avaliações dos fornecedores, comunicação contínua e metas de desempenho para impulsionar a cooperação entre partes impactadas da mesma cadeia (Martins *et al.*, 2024). A economia circular requer uma abordagem sistêmica, baseada na cooperação entre os diferentes elos da cadeia de suprimento.

Contudo, muitas empresas ainda limitam suas ações à exigência de especificações ambientais nos contratos com fornecedores, sem estabelecer mecanismos de colaboração efetiva (Martins *et al.*, 2024). Isso revela uma fragilidade relacional, onde a ausência de práticas como avaliação de desempenho, comunicação contínua e metas compartilhadas impede avanços mais sólidos na circularidade. Em vez de parcerias estratégicas, o que predomina é uma relação transacional, na qual não há estímulo à cocriação de soluções sustentáveis.

No geral, os resultados apresentados mostram que as práticas circulares nas empresas pesquisadas ainda enfrentam desafios significativos em diferentes aspectos, como compreensão conceitual, implementação efetiva, falta de tecnologia adequada, regulações específicas e falta de integração com fornecedores. Esses desafios refletem lacunas na transição para uma EC mais sustentável. Neste sentido, o problema reside tanto no aspecto educacional e cultural quanto na infraestrutura tecnológica e sistêmica das empresas, que juntas limitam a adoção plena da economia circular. Sem superar essas barreiras, as organizações não conseguem avançar de forma integrada, o que compromete não apenas a sustentabilidade

ambiental, mas também oportunidades de inovação, eficiência econômica e competitividade no mercado (Kirchherr *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2021).

Os princípios analisados da economia circular apresentam barreiras interdependentes, como por exemplo, a baixa integração com fornecedores (sistema) impacta negativamente a adoção de tecnologias para reuso de água e energia renovável, pois inibe a colaboração e o compartilhamento de inovações. Já a ausência de regulação ambiental (diversidade e adaptabilidade) afeta transversalmente todas as demais áreas, dificultando tanto a adoção de fontes renováveis de energia quanto a modernização de sistemas de reaproveitamento de recursos. Assim, os dados sugerem que a fragmentação das práticas circulares é consequência de um conjunto de limitações sistêmicas, e não de falhas isoladas.

Os resultados apresentados também revelam uma disparidade significativa entre as empresas de diferentes tamanhos e setores industriais. Empresas de grande porte, especialmente do setor de alimentos e bebidas, destacaram-se como adotantes avançados ou intermediários, indicando maior comprometimento com a implementação de EC. Por outro lado, a maioria das micro e pequenas empresas, principalmente do setor agroindustrial e florestal, foi classificada como adotantes iniciais ou não adotantes. Esses resultados estão em consonância com estudos anteriores que destacam os desafios enfrentados pelas pequenas empresas na transição para EC. Rizos *et al.* (2016) apontam que a falta de recursos financeiros e de habilidades técnicas são barreiras significativas para as pequenas empresas nesse processo. Essas limitações podem explicar os baixos *scores* obtidos pelos constructos analisados nas micro e pequenas empresas, com poucos indicadores superiores a 0,75 e alguns *scores* inferiores a 0,25.

No contexto do estado do Pará, as micro e pequenas empresas representam uma grande parcela do cenário empresarial. No entanto, os resultados evidenciam que essas empresas ainda têm um longo caminho a percorrer em relação à adoção de práticas de EC. Evidenciando a necessidade de apoio e incentivos específicos para auxiliar as micro e pequenas empresas na superação dos desafios relacionados à transição para EC.

Iniciar práticas de EC é vantajoso para pequenas empresas em economias emergentes devido à falta de capital, sendo o investimento em modelos de negócios de recuperação de recursos relativamente de baixo risco e exigindo menos recursos (Toker & Görener, 2023). Para tanto, os gestores e funcionários primeiro precisam envolver-se com este modelo através de treinamento, visando o desenvolvimento de habilidades. Paralelamente, na fase de implementação, a orientação ativa dos gestores deve motivar os funcionários e aumentar sua participação na mudança (Toker & Görener, 2023). Neste sentido, convém notar que especialmente no contexto de pequenas empresas é importante pensar em políticas públicas que

viabilizem treinamentos além da sensibilização para a implementação de EC. Conforme os resultados dessa pesquisa indicam, entre os respondentes, poucos conhecem o conceito e sua relação com as práticas.

Considerando que, de modo geral, há desafios em se compreender de forma abrangente às orientações da economia circular, bem como, estar ciente de seus benefícios e, visando aplicar-se ativamente a orientação circular nas práticas industriais, recomenda-se o apoio mais preferencial do governo para aqueles que solicitam orientação de economia circular, especialmente aqueles que desenvolvem pequenos negócios (Goyal *et al.*, 2022).

Em suma, a análise dos resultados à luz da abordagem teórica das práticas de EC revela a existência de diferenças significativas entre empresas de diferentes tamanhos e setores. Enquanto as grandes empresas, especialmente do setor de alimentos e bebidas, demonstram um maior engajamento e implementação de práticas circulares, as micro e pequenas empresas enfrentam desafios como falta de recursos financeiros e habilidades técnicas. Esses resultados destacam a importância de políticas e programas direcionados para auxiliar as pequenas empresas na transição para uma EC mais sustentável.

Implicações Teóricas e Práticas

Nosso artigo contribui teoricamente ao propor o Índice de Adoção de Práticas Circulares (IAPC) para mensurar o grau de implementação da Economia Circular (EC) em organizações industriais. Trata-se de um avanço metodológico importante, sobretudo no contexto das economias emergentes, onde há escassez de instrumentos confiáveis e padronizados para avaliar a transição de modelos lineares para circulares. Ao contrário da maioria dos estudos existentes na literatura, que ainda se concentram em análises bibliométricas, estudos de caso ou abordagens conceituais pouco operacionalizadas (Molina-Moreno *et al.*, 2017; Nuñez-Cacho *et al.*, 2018), o presente trabalho desenvolve um modelo quantitativo robusto, capaz de traduzir os princípios estruturais da economia circular em constructos mensuráveis.

Ademais, enquanto a literatura vigente enfatiza a necessidade de uma abordagem regulada, integrada e baseada na inovação (Li *et al.*, 2019; Esposito *et al.*, 2018), os dados empíricos do artigo revelam uma realidade empresarial ainda marcada por práticas pontuais, fragmentadas e, muitas vezes, reativas evidenciadas por meio do IAPC. Esse contraste entre a teoria e a prática evidencia a importância do trabalho: ao explicitar as distâncias entre o ideal normativo da EC e as condições reais de implementação, o estudo fornece bases para uma compreensão mais realista e crítica da transição circular em países em desenvolvimento. Em suma, o artigo não apenas oferece um instrumento aplicável de diagnóstico e monitoramento da circularidade organizacional, como também contribui para o avanço teórico da área ao propor proposições exploratórias para futuros estudos.

O estudo apresentado tem várias implicações gerenciais importantes para as empresas, como a ampliação da consciência sobre a importância da sustentabilidade: Os resultados destacam a necessidade das empresas estarem conscientes da importância da sustentabilidade e da adoção de práticas circulares. Isso significa que os gestores devem reconhecer os benefícios econômicos, ambientais e sociais de tais práticas e considerá-las como parte integrante de suas estratégias de negócios. Também implica na avaliação da posição da empresa e planos de ação. Os gestores podem utilizar os resultados do estudo para avaliar a posição atual de sua empresa em relação à adoção de práticas circulares. Isso envolve analisar se a empresa se enquadra nas categorias de adotantes iniciais, intermediários ou avançados, bem como identificar os constructos específicos em que a empresa pode ter pontos fortes ou áreas que precisam ser aprimoradas, incluindo-se, a alocação de recursos adequados, o desenvolvimento de parcerias com outras empresas e partes interessadas, capacitação dos funcionários em habilidades técnicas específicas e o estabelecimento de metas e indicadores de desempenho relacionados à sustentabilidade.

Do ponto de vista político, pelo ineditismo, este artigo contribui com uma métrica validada que pode subsidiar a formulação de políticas para o setor industrial nos países em desenvolvimento, visando a adoção e a implementação mais efetiva das práticas de Economia Circular em contextos de regiões emergentes.

Conclusão

Esta pesquisa atingiu seu objetivo ao desenvolver, validar estatisticamente e aplicar o Índice de Adoção de Práticas Circulares (IAPC), um instrumento robusto para medir a implementação da economia circular em organizações industriais. Sua aplicação empírica permitiu identificar níveis distintos de adoção, conforme porte e setor, oferecendo um mapeamento prático e comparável entre organizações. Assim, forneceu-se uma visão sobre a adoção de práticas circulares pelas empresas de diferentes tamanhos e setores. Neste sentido, a pesquisa avança o estado da arte ao preencher uma lacuna metodológica e oferecer um modelo aplicável para gestores, formuladores de políticas públicas e pesquisadores comprometidos com a transição sustentável da indústria.

Os achados empíricos desta pesquisa corroboram a literatura ao confirmarem que o desconhecimento conceitual sobre economia circular é um obstáculo relevante à sua implementação e que micro e pequenas empresas enfrentam maiores dificuldades devido à escassez de recursos e capacitação. Assim se reforça a importância de incentivos regulatórios e políticas públicas. Por outro lado, contrastam com parte da literatura otimista ao revelar que, apesar de metas energéticas internas, a adoção de fontes renováveis ainda é baixa, refletindo uma lacuna entre intenção e prática. Esses resultados aprofundam a

compreensão sobre os limites e potencialidades da EC no contexto industrial brasileiro, especialmente em economias emergentes.

Os dados são importantes por apresentarem um mapeamento das práticas circulares, dentro de áreas (constructos) consideradas chaves para a introdução, implementação e o desenvolvimento da EC dentro das organizações. Estas informações podem auxiliar empresas a repensar sua estrutura interna, bem como na sua relação com atores externos. A transição para uma EC não é um processo fácil e rápido. Requer um compromisso de longo prazo e uma mudança cultural dentro das organizações. Portanto, é importante estabelecer metas e indicadores de desempenho claros, monitorar o progresso ao longo do tempo e celebrar os sucessos alcançados.

O presente estudo apresenta limitações metodológicas que devem ser consideradas na interpretação e aplicação dos resultados. A amostra utilizada foi não probabilística, o que limita a generalização dos achados para o universo de organizações industriais brasileiras. Essa escolha se justifica pelas dificuldades logísticas e de acesso às empresas, especialmente em razão das grandes distâncias geográficas do estado do Pará. O recorte geográfico restrito ao Pará, embora relevante por sua representatividade na produção industrial da região Norte, reduz a aplicabilidade direta do índice em outras regiões do país com características industriais distintas. Embora o IAPC tenha sido validado estatisticamente, sua aplicação ainda está restrita ao setor industrial, sendo necessário cautela ao considerar sua adoção em outros segmentos econômicos, como comércio ou serviços, que podem demandar adaptações específicas.

À medida que pesquisas sobre EC avancem, são necessários instrumentos cada vez mais rigorosos e robustos que permitam uma avaliação e acompanhamento da evolução das organizações no processo de implementação das práticas circulares. Portanto, para ampliar a aplicabilidade e a robustez do Índice de Adoção de Práticas Circulares (IAPC), recomenda-se sua replicação em outras regiões brasileiras e em diferentes setores, a fim de verificar sua aderência a contextos variados e validar sua consistência em realidades diversas.

Ainda, a tradução e adaptação do instrumento para outros idiomas pode favorecer sua utilização em países com características semelhantes ao Brasil, especialmente economias emergentes que compartilham desafios estruturais e regulatórios. A criação de uma plataforma digital para aplicação do índice também pode ampliar seu alcance, permitindo devolutivas automáticas, benchmarking entre empresas e apoio à tomada de decisão.

Por fim, o IAPC apresentado pode se constituir em uma ferramenta estratégica para implementação de políticas públicas e programas de certificação ambiental, desde que seja continuamente atualizado para refletir as evoluções conceituais, regulatórias e tecnológicas no campo da economia circular.

Referências

- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. (2019). Porte de empresa. Recuperado de <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/porte-de-empresa>
- Borim-de-Souza, R.; Zanoni, B. L.; Jan-Chiba, J.H.F.; Borinelli, B. (2020). Organizations and sustainability: a field of knowledge. *Management of Environmental Quality*, 31(2), 365-384. <https://doi.org/10.1108/MEQ-09-2019-0203>
- Brasil (2010). Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a política nacional de resíduos sólidos. Diário Oficial da União. Recuperado de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm
- Confederação Nacional das Indústrias (CNI). (2021). Comparativo dos Estados. Recuperado de https://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/comparativo_estados?c1=br&c2=n&c3=pa
- Dominko, M.; Primc, K.; Slabe-Erker, R.; Kalar, B. (2023). A bibliometric analysis of circular economy in the fields of business and economics: towards more action-oriented research. *Environment, Development and Sustainability*, 25, 5797–5830. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02347-x>
- Esposito, M.; Tse, T.; Soufani, K. (2018). Introducing a circular economy: New thinking with new managerial and policy implications. *California Management Review*, 60(3), 5-19. <https://doi.org/10.1177/0008125618764691>
- Farias Filho, M. C; Arruda Filho, E. J. M. (2013). Planejamento da pesquisa científica. (1. Ed). São Paulo: Atlas, 168.
- Ghinoi, S.; Silvestri, F.; Steiner, B. (2020). The role of local stakeholders in disseminating knowledge for supporting the circular economy: a network analysis approach. *Ecological Economics*, 169, 106446. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106446>
- Goyal, S.; Garg, D.; Luthra, S. (2022). Analyzing critical success factors to adopt sustainable consumption and production linked with circular economy. *Environment, Development and Sustainability*, 24, 5195–5224. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01655-y>
- Haas, W.; Krausmann, F.; Wiedenhofer, D.; Heinz, M. (2015). How Circular is the Global Economy? An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 765-777. <https://doi.org/10.1111/jiec.12244>
- Hair, J. F.; Babin, B. J.; Black, W. C.; Anderson, R. E. (2018). *Multivariate Data Analysis*. (8. ed). UK: Cengage, 834.
- Jabbour, C. J. C.; Seuring, S.; Jabbour, A. B. L. S.; Jugend, D.; Fiorini, P. 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>
- Jaca, C.; Prieto-Sandoval, V.; Psomas, E. L.; Ormazabal, M. (2018). What should consumer organizations do to drive environmental sustainability? *Journal of Cleaner Production*, 181, 201-208. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.182>
- Kirchherr, J.; Reike, D.; Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: an analysis of definitions. *Resources Conservation Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

- Kusiak, A. (2018). Create jobs in cleaning up the environment. *Nature*, 558, 30-30. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-05342-3>
- Kuzma, E. L.; Sehnem, S. (2022). Proposition of a structural model for business value creation based on circular business models, innovation and resource recovery in the pet industry. *Business Strategy and the Environment*, 6, 48-67. <https://doi.org/10.1002/bse.3158>
- Kuzma, E. L.; Sehnem, S.; Jabbour, A. B. L. S.; Campos, L. M. (2022). Circular economy indicators and levels of innovation: an innovative systematic literature review. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(3), 952-980. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2020-0549>
- Li, X.; Bao, J.; Sun, J.; Wang, Ji. (2019). Circular economy of resource-based industries in coastal cities and the influence on sustainable development. *Journal of Coastal Research*, 98, 96-99. <https://doi.org/10.2112/SI98-024.1>
- Martins, C. M.; Pereira, S. C. F.; Scarpin, M. R. S.; Queiroz, M. M.; Cavalcante, M. d. S. (2025). The impact of customer pressures and government regulations on the implementation of socio-environmental practices in organic certification in the Amazon region. *Benchmarking: An International Journal*, 32(3), 1099-1119. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2023-0453>
- Martins, M. F.; Cândido, G. A. (2008). Índices de desenvolvimento sustentável para localidades: uma proposta metodológica de construção e análise. *Revista de Gestão Social e Ambiental (RGSA)*, 6(1), 3-19. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v6i1.229>
- Miranda Sobrinho, P. E. A.; Martins, C. M.; Gomes, S. C.; Cabral, E. R.; Dos Santos, M. A. S.; De Souza, C. C. F. (2020). Gestão de resíduos sólidos no polo industrial de Manaus, Amazônia, Brasil. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade - RMS*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 212-234.
- Molina-Moreno, V.; Leyva-Díaz, J. C.; Llorens-Montes, F. J.; Cortés-García, F. J. (2017). Design of indicators of circular economy as instruments for the evaluation of sustainability and efficiency in wastewater from pig farming industry. *Water*, 9(9), 653. <https://doi.org/10.3390/w9090653>
- Molina-Sánchez, E.; Leyva-Díaz, J. C.; Cortés-García, F. J.; Molina-Moreno, V. (2018). Proposal of sustainability indicators for the waste management from the paper industry within the circular economy model. *Water*, 10(8), 1014. <https://doi.org/10.3390/w10081014>
- Moraes, D. O.; Silvestre, B. S. (2018). Advancing social sustainability in supply chain management: Lessons from multiple case studies in an emerging economy. *Journal of Cleaner Production*, 199, 222-235. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.097>
- Morseletto, P. (2020). Restorative and regenerative: Exploring the concepts in the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 24(4), 763-773. <https://doi.org/10.1111/jiec.12987>
- Núñez-Cacho, P.; Górecki, J.; Maqueira, J. M. (2020). Simulation-Based Management of Construction Companies under the Circular Economy Concept—Case Study. *Buildings*, 10(5), 94. <https://doi.org/10.3390/buildings10050094>
- Núñez-Cacho, P.; Górecki, J.; Molina-Moreno, V.; Corpas-Iglesias, F. A. (2018). What gets measured, gets done: Development of a circular economy measurement scale for building industry. *Sustainability*, 10(7), 2340. <https://doi.org/10.3390/su10072340>
- Oliveira, P. F. A.; Martins, C. M.; de Santana, A. C.; Rebello, F. K.; dos Santos, M. A. S. Gomes, S. C. (2022). Indicador de governança corporativa em cooperativa agrícola no Estado do Pará. *Revista*

- em Agronegócio e Meio Ambiente, 15(4), 1-20. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n4e9572>
- Rizos, V.; Behrens, A.; Van der Gaast, W.; Hofman, E.; Ioannou, A.; Kafyeke, T.; Topi, C. (2016). Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers. *Sustainability*, 8(11), 1212. <https://doi.org/10.3390/su8111212>
- Sampieri, R. H.; Collado, C. F.; Lucio, M. P. B. (2013). *Metodologia de pesquisa*. (5. ed.). Porto Alegre: Penso, 624.
- Sánchez-Ortiz, J.; Rodríguez-Cornejo, V.; Del Rio-Sanchez, R.; García-Valderrama, T. (2020). Indicators to measure efficiency in circular economies. *Sustainability*, 12(11), 4483. <https://doi.org/10.3390/su12114483>
- Sehnm, S.; Pereira, S. C. F. (2019). Rumo à economia circular: sinergia existente entre as definições conceituais correlatas e apropriação para a literatura brasileira. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa*, 18(1), 35-62. <https://doi.org/10.21529/RECADM.2019002>
- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, & Confederação Nacional das Indústrias. (2019). Pesquisa sobre economia circular na indústria brasileira. Recuperado de <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2019/9/pesquisa-sobre-economiacircular-na-industria-brasileira>
- Silva, F. C.; Shibao, F. Y.; Kruglianskas, I.; Barbieri, J. C.; Sinisgalli, P. A. A. (2019). Circular economy: analysis of the implementation of practices in the Brazilian network. *Revista de Gestão*, 26(1), 39-60. <https://doi.org/10.1108/REG-03-2018-0044>
- Silva, T. G. E.; Emerenciano, A. C. D. S. J.; Musetti, M. A.; Ometto, A. R. (2021). Economia circular: um panorama do estado da arte das políticas públicas no Brasil. *Revista Produção Online*, 21(3), 951-972. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v21i3.4354>
- Silva, T. H. H.; Sehnm, S. (2022). The circular economy and Industry 4.0: Synergies and challenges. *Revista de Gestão*, 29(3), 300-313. <https://doi.org/10.1108/REG-07-2021-0121>
- Stahel, W. R. (2019). *The circular economy: a user's guide*. (1. ed). Abingdon (UK): Routledge, 120.
- Ting, L.S.; Zailani, S.; Sidek, N.Z.M.; Shaharudin, M. R. (2023). Motivators and barriers of circular economy business model adoption and its impact on sustainable production in Malaysia. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03350-6>
- Toker, K.; Görener, A. (2023). Evaluation of circular economy business models for SMEs using spherical fuzzy TOPSIS: an application from a developing countries' perspective. *Environment, Development and Sustainability*, 25, 1700–1741. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02119-7>
- Ungerman, O.; Dědková, J. (2020). Model of the circular economy and its application in business practice. *Environment, Development and Sustainability*, 22, 3407–3432. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00351-2>
- Vlajic, J. V.; Mijailovic R.; Bogdanova, M. (2018). Creating loops with value recovery: empirical study of fresh food supply chains. *Production Planning & Control*, 29(6), 522-538. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1449264>
- Weetman, C. (2018). *A circular economy handbook for business and supply chains: repair, remake, redesign, rethink*. (1. ed). London (UK): Kogan Page, 432.

Zhu, Q.; Geng, Y.; Lai, K. H. (2010). Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications. *Journal of environmental management*, 91(6), 1324-1331. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.02.013>

Submetido: 09/04/2025

Aceito: 19/08/2025