



A ECONOMIA CIRCULAR NO AMBIENTE CORPORATIVO E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA INDÚSTRIA DE SANTA CATARINA, BRASIL

The circular economy in the corporate environment and the sustainable development of the industry in Santa Catarina, Brazil

Paulo Vitor dos Santos Gonçalves, Carla Andréa Mendonça de Albuquerque
Instituto Euvaldo Lodi de Santa Catarina
Email: paulo.goncalves@ielsc.org.br, carla.albuquerque@ielsc.org.br

RESUMO

O artigo propõe investigar como o ambiente corporativo se relaciona com a economia circular, visando a entender como essa conexão pode contribuir para o desenvolvimento sustentável das cadeias de suprimentos do estado de Santa Catarina. Realizou-se uma revisão sistemática para a identificação dos principais aspectos da economia circular relacionados com a indústria. Além disso, elaborou-se uma triangulação dos aspectos com os documentos públicos e consultivos oriundos da Federação da Indústria de Santa Catarina (FIESC) para corroborar com a análise regional. Com base nisso, foram mapeados 22 aspectos relacionados com o conceito da economia circular, distribuídos perante os 9 principais segmentos da indústria de Santa Catarina, de modo que se permitiu construir uma ligação entre esses aspectos e o cenário industrial da região estudada. Para complementação da análise, foram revisados 36 materiais da FIESC que se alinhavam com a temática da pesquisa. Concluiu-se que os aspectos que norteiam a EC se ramificam de maneira implícita nos materiais consultivos da FIESC, dando ênfase à importância da implementação desse conceito e de suas estratégias no cenário industrial, de forma que se fortaleçam as cadeias de suprimentos presentes no Estado de Santa Catarina. Contudo, ressalta-se a necessidade da construção de um documento normativo que evidencie o conceito da EC e fortaleça a transição do modelo linear atual para o modelo econômico circular.

Palavras-chave: Eficiência circular, Inovação ambiental, Eficiência dos recursos, Circularidade, Sustentabilidade.

ACEITO EM: 23/09/2024

PUBLICADO EM: 30/10/2024



THE CIRCULAR ECONOMY IN THE CORPORATE ENVIRONMENT AND THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE INDUSTRY IN SANTA CATARINA, BRAZIL

A economia circular no ambiente corporativo e o desenvolvimento sustentável da indústria de santa Catarina, Brasil

Paulo Vitor dos Santos Gonçalves, Carla Andréa Mendonça de Albuquerque

Instituto Euvaldo Lodi de Santa Catarina

Email: paulo.goncalves@ielsc.org.br, carla.albuquerque@ielsc.org.br

ABSTRACT

The article proposes to investigate how the corporate environment relates to the circular economy, aiming to understand how this connection may contribute to the sustainable development of supply chains in the state of Santa Catarina. A systematic review was carried out to identify the main aspects of the circular economy related to industry. In addition, a triangulation of the aspects was elaborated with the public and advisory documents from the Federation of Industry of Santa Catarina (FIESC) to corroborate the regional analysis. Based on this, 22 aspects related to the concept of circular economy were mapped, distributed to the 9 main segments of the industry in Santa Catarina, so that it was possible to build a link between these aspects and the industrial scenario of the region studied. To complement the analysis, 36 FIESC materials that were aligned with the research theme were reviewed. It was concluded that the aspects that guide the CE are implicitly branched out in the advisory materials of FIESC, emphasizing the importance of the implementation of this concept and its strategies in the industrial scenario, in order to strengthen the supply chains present in the State of Santa Catarina. However, the need to build a normative document that highlights the concept of CE and strengthens the transition from the current linear model to the circular economic model is emphasized.

Keywords: Circular efficiency, Environmental innovation, Resource efficiency, Circularity, Sustainability.

INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, o mundo corporativo é estruturado e mensurado com base em indicadores econômicos, que avaliam o desempenho das indústrias sob o olhar dos aspectos econômicos para tomar medidas e determinar o comportamento desse setor (Zhou et al., 2023). Essas atividades industriais podem ameaçar o meio ambiente em termos de emissão de poluentes, descarte de resíduos e outras formas de poluição (Chin; Tat; Sulaiman, 2015). Nesse contexto, estudos recentes indicam que essa perspectiva tem mudado e que novos indicadores que integrem os aspectos ambientais e incorporem um pensamento mais sustentável nas cadeias de suprimentos formadas pelas indústrias devem ser considerados (Chin; Tat; Sulaiman, 2015; Zhou et al., 2023; Maranesi; Giovanni, 2020).

De acordo com Maranesi e Giovanni (2020), para lidar com essa pressão cada vez maior enfrentada pelas indústrias para dialogar com as questões ambientais, a Economia Circular (EC) pode ser vista como um modelo importante para promover a transição para um sistema econômico mais sustentável, o qual não só desacelera o uso exacerbado de recursos, como também reduz a emissão de resíduos e o desperdício de energia. A EC pode ser considerada um modelo econômico cujo objetivo central é preservar recursos e reutilizar resíduos para criar bens e serviços em escala; esse modelo fecha o ciclo de materiais e de energia nos sistemas de produção e consumo. O objetivo do modelo da EC é aumentar o tempo de vida de produtos, bem como de serviços, e, ao mesmo tempo, otimizar o uso de energia advindo de diferentes fontes (Tavera Romero et al., 2021; Geissdoerfer et al., 2017).

A incorporação de sistemas que adotem a EC e suas estratégias requerem diferentes mudanças que impactam nos seguintes níveis: micro, meso e macro (Maranesi e Giovanni 2020). Esses diferentes níveis de aplicação da EC consideram as relações de indústrias e consumidores (micro), parques industriais (meso), bem como de cidade e nação (macro) (dos Santos Gonçalves; Campos, 2022). A estruturação principalmente dos níveis micro e meso viabiliza que as indústrias se desenvolvam com relação ao uso das estratégias da EC e permite que o nível macro se estabeleça de forma paralela.

Essa visão é corroborada por Maranesi e Giovanni (2020), ao afirmarem que as indústrias estão progressivamente integrando os aspectos da economia circular e da sustentabilidade em suas metas, ao passo que engajam ativamente seus *stakeholders* para atender também a essas metas, demonstrando uma real oportunidade para as indústrias em desenvolver a cadeia de suprimentos com base nesse olhar sustentável e circular. Lieder e Rashid (2016) acrescentam que a incorporação desses aspectos da EC no ambiente industrial pode acelerar a simbiose entre as companhias, cujo intuito é fechar os ciclos e reduzir desperdícios, aprimorando os aspectos de sustentabilidade, enquanto gera benefícios econômicos simultaneamente.

Nesse contexto, o objetivo deste artigo é investigar como o ambiente corporativo da Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC) se relaciona com os aspectos da Economia Circular. Ao analisar essa relação da EC com o meio corporativo no qual a FIESC está inserida, almeja-se investigar também como a conexão do ambiente corporativo com a EC pode não apenas corroborar para o desenvolvimento da cadeia de suprimentos de maneira sustentável, como ainda circular no cenário industrial do Estado de Santa Catarina, Brasil. Por isso, este artigo contribui para a construção de uma abordagem que consolida os aspectos circulares no ambiente corporativo e busca fortalecer o setor industrial com base na fomentação de como esses aspectos podem impulsionar o desenvolvimento das cadeias de suprimento que se relacionam com as indústrias amparadas pela FIESC.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Economia Circular

A economia circular consiste em um sistema regenerativo no qual o fluxo de recursos naturais é diminuído para a circulação de materiais e componentes em ciclo, no qual o valor dos produtos e materiais são mantidos pelo maior tempo possível (Schilkowski; Shukla; Choudhary, 2020). Este modelo se opõe ao sistema de produção linear em que os fluxos de materiais são unidirecionais, com início e fim de vida que levam ao descarte no pós-consumo (Elia; Gnoni; Tornese, 2017).

No sistema circular, a geração de resíduos é minimizada, e o reuso dos recursos ocorre quantas vezes for possível para reintegrar no sistema de produção esses materiais, criando valor. Nesse contexto, a economia circular

está relacionada à compreensão de fluxo de materiais e energia, ao *design* e à avaliação de ciclo de vida do produto, em que o planejamento desses aspectos estimula o fechamento da produção em ciclos (Haupt; Hellweg, 2019).

A discussão acerca dos fundamentos do conceito de economia circular foi levantada por Pearce e Turner (1989), quando estes propuseram a produção organizada em um sistema circular, em oposição à lógica linear. O uso dos recursos se configura por meio da ideia de regeneração e extensão do tempo de vida, para reduzir a extração de matéria-prima do meio ambiente com a consequente redução das externalidades ambientais. Esse sistema de ciclos fechados reduz o vazamento dos recursos do sistema produtivo e permite a sustentabilidade na sua utilização (Gong et al., 2019).

O tema recebe cada vez mais atenção de pesquisadores, governos e tomadores de decisão como uma alternativa para o desenvolvimento sustentável (Avdiushchenko; Zajac, 2019). A transição para uma economia circular implica um desenvolvimento de longo prazo com base na adoção de medidas efetivamente consistentes em termos de sustentabilidade (Silvestri; Spigarelli; Tassinari, 2019). Esse conceito tem conduzido o setor industrial para cooperar com a incorporação de atividades de reúso e reciclagem de subprodutos, com o propósito de estabelecer um cenário competitivo e em consonância com o meio ambiente (Branca et al., 2020).

Essa implementação de atividades com enfoque nas estratégias da EC constrói sinergias entre os sistemas industriais, agregando vantagem competitiva com base na viabilidade da troca de recursos e subprodutos, auxiliando no processo de transição para uma cadeia de suprimentos sustentável (Baldassarre et al., 2019). Nesse contexto, entende-se que a EC, ao se relacionar com as indústrias, habilite a relação direta entre os processos de produção para a reinserção de resíduos como recursos, de modo que se reduzam desperdícios e se criem benefícios econômicos mútuos, os quais atendem aos interesses de diferentes atores no ambiente corporativo (Fraccascia et al., 2020). Por essa razão, a inserção desses aspectos no ambiente corporativo é relevante para a transição do sistema linear atual para o modelo econômico circular, evidenciando a necessidade de considerar os aspectos ambientais fatores preponderantes para a tomada de decisão no setor industrial.

1.2 Ambiente Corporativo e Meio Ambiente

A relação entre o ambiente corporativo e o meio ambiente é um tema de muita importância que tem sido amplamente discutido na literatura (Koberg; Longoni, 2019; Hartmann; Moeller, 2014). A preservação do meio ambiente é uma preocupação global cada vez mais presente nas políticas empresariais em razão da pressão da sociedade e dos órgãos reguladores. As empresas e as indústrias constantemente são consideradas responsáveis pelos resultados ambientais, sociais e econômicos causados por suas operações internas e pelas operações de seus fornecedores (Koberg; Longoni, 2019).

Essa abordagem se coaduna com a responsabilidade social corporativa (RSC), um termo segundo o qual estratégias de compromissos de indústria, empresas e marcas estão à disposição para maximizar o bem-estar econômico, social e ambiental por meio de práticas de negócios, políticas e recursos (Ye et al., 2020). Nesse tipo de abordagem RSC, consideram-se ações como o desenvolvimento de produtos e processos mais sustentáveis, a utilização de tecnologias limpas, a redução de emissões de gases de efeito estufa, a gestão de resíduos e ações de compensação ambiental (Ye et al., 2020). Por conta dessas características, estratégias que envolvem RSC deixaram, com o passar dos anos, de ser ações filantrópicas para obrigatórias e compulsórias. Isso não só evidenciou a importância principalmente dos aspectos ambientais para o ambiente corporativo, como também corroborou para o desenvolvimento sustentável (Carroll, 2009; Behringer; Szegedi, 2016).

Essa crescente responsabilidade do setor corporativo com o meio ambiente impulsiona a gestão ambiental nas indústrias; e, para tanto, conta-se com a implementação de sistemas de gestão ambiental no intuito de minimizar os impactos ambientais (Patel; Kellici; Saha, 2014). Isso perpassa pela adoção de práticas de produção mais limpas, pelo uso eficiente dos recursos naturais e pela redução da geração de resíduos (ADOMAKO; TRAN, 2022). Zhu e Sarkis (2004) destacam ainda que a gestão ambiental é relevante para o desenvolvimento da cadeia de suprimentos de maneira sustentável, em que a adoção de práticas operacionais que consideram os aspectos ambientais em indústrias e empresas impactam positivamente no desempenho ambiental e financeiro delas.

Nota-se que essas características estão em consonância com o conceito de EC e corrobora para a construção de uma abordagem que englobe os conceitos circulares no setor corporativo, evidenciando a necessidade de se ampliar essa discussão para novas abordagens disruptivas e abrangentes e que desenvolvam o ambiente corporativo

em diferentes níveis (micro, meso e macro). Todas essas mudanças no processo de gestão ambiental e na forma como as indústrias dialogam com o meio ambiente reverberam na estruturação de novas cadeias de suprimentos, próximo tópico a ser discutido nesta pesquisa.

1.3 Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável (GCSS)

A gestão da cadeia de suprimentos é atualmente reconhecida como uma ferramenta estratégica crucial para as organizações que buscam inovação e eficiência no fluxo de materiais, produtos e informações. O objetivo principal dessa gestão é aprimorar o relacionamento entre fornecedores, indústrias e clientes. Esse campo evoluiu significativamente, impulsionado por diversas tendências, como um aumento significativo na consciência local e global em razão do acesso expandido à informação. Esse fenômeno contribui para uma pressão crescente por responsabilidade ambiental e sustentabilidade, vinda não apenas de consumidores, mas também de ativistas, organizações não governamentais (ONGs) e partes interessadas (da Silva, 2019; Ellram; Cooper, 2014).

Nas últimas duas décadas, o gerenciamento da cadeia de suprimentos sustentável (GCSS), que se preocupa com a integração de metas ambientais, sociais e econômicas nos processos da cadeia de suprimentos das indústrias, surgiu como uma abordagem, de modo que as empresas melhorassem a sustentabilidade (Koberg; Longoni, 2019). Esse conceito emergente pode ser definido como “a gestão de uma rede integrada de organizações que se estendem da fonte do material até o destino final do produto ou serviço, que cria valor econômico, ambiental e social, e beneficia as partes envolvidas, incluindo as gerações futuras” (Seuring; Müller, 2008).

A gestão da cadeia de suprimentos sustentável envolve a adoção de práticas sustentáveis em toda a cadeia, desde a seleção de fornecedores até o descarte dos produtos. Além disso, a integração das preocupações ambientais, sociais e econômicas na gestão da cadeia de suprimentos pode levar a benefícios financeiros, operacionais e reputacionais para as empresas (Handfield et al., 2015). Nesse contexto, Handfield et al. (2015) destacam que o alinhamento das relações internas e externas entre as indústrias e a cadeia de suprimentos com base nos aspectos ambientais resulta em um melhor desempenho. Com base nisso, a avaliação do desempenho sustentável na cadeia de suprimentos não só pode ser feita pelo uso de indicadores, mas também ajuda as indústrias e as empresas a identificar áreas de melhoria na cadeia, avaliar o progresso em relação aos objetivos sustentáveis e comunicar o desempenho sustentável da empresa para os *stakeholders* (Handfield et al., 2015).

A CSS depende da colaboração entre as indústrias, em que essa cooperação entre os integrantes dos sistemas industriais é capaz de reduzir o desperdício, melhorar a eficiência e inovar em produtos e em processos sustentáveis (Seuring; Müller, 2008). A colaboração pode ser feita por meio de compartilhamento de informações, colaboração em projetos de pesquisa e desenvolvimento, entre outros, com o intuito de ser uma estratégia que agrega valor tanto aos recursos utilizados pelas indústrias quanto à competitividade (da Silva et al., 2015). Koberg e Longoni (2019) afirmam que essa abordagem potencializa o desempenho ambiental, social e econômico, considerando a eficiência no uso dos recursos de produção, em ferramenta de reciclagem, reduzindo a poluição, impactando nas comunidades locais e melhorando o desempenho de mercado das indústrias.

Diante disso, nota-se a importância da discussão dessas características que envolvem os aspectos da EC com o intuito de fomentar um desenvolvimento sustentável no ambiente corporativo da FIESC para fomentar uma melhor estruturação em todo o sistema de indústria de Santa Catarina com relação à sustentabilidade de maneira transversal e consultiva. Desta forma, apresentar esses conceitos como parte importante do sistema FIESC pode corroborar para que as indústrias associadas se espelhem nisso e avancem em relação ao uso circular dos recursos ambientais, à recuperação de resíduos e à diminuição do desperdício de materiais.

2 METODOLOGIA

Para entender tanto o conceito de EC e suas principais características quanto a sua relação com as empresas e com o setor industrial, foram revisados 37 artigos de revisão focados na definição desses aspectos de um total de 25.744 artigos. A busca foi realizada entre os dias 27 e 29 de setembro de 2023. Foram selecionados apenas os resultados entre os anos 2019 e 2023. Utilizaram-se, como base de dados, as plataformas *Scopus* e a *Web of Science*

para a busca desses artigos, conforme realizado por Dos Santos Gonçalves e Campos (2022). Os detalhes dessa etapa podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 – Total de Artigos encontrados nas bases de dados

Combinações	Total de Artigos	
	Base de Dados	
	Scopus	Web of Science
("circular econom*" OR "circularity" OR "close loop econom*" OR "zero waste econom*") AND ("industr*" OR "enterpris*" OR "compan*")	13.672	12.072
Total	25.744	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Para se alcançar a gama de 37 artigos que compuseram a análise final da revisão sistemática abordada, utilizou-se dos seguintes critérios de inclusão e exclusão presentes na Tabela 2.

Tabela 2 – Critérios de inclusão e exclusão para escolha dos artigos

Critérios	
Inclusão	Exclusão
I1. Publicado em periódico revisado por pares.	E1. Artigos duplicados.
I2. Publicado somente em inglês.	E2. Revista científica sem revisão por pares, jornais de negócios, revistas atuais, conferências, livros e sites.
I3. Somente artigos completos.	E3. Artigos que não estão alinhados com o escopo da pesquisa.
I4. Estudos exclusivamente teóricos, revisão de literatura, revisão sistemática de literatura, revisão integrativa, estudos bibliométricos.	E4. Publicados nos últimos 5 anos.
I5. Estudos que apresentam uma relação estrita com o objetivo do artigo.	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Para garantir a qualidade do material revisado, somente foram considerados periódicos com revisão por pares. Além disso, a inclusão foi restrita a artigos na língua inglesa, e os artigos selecionados foram lidos de maneira integral. Dessa forma, selecionaram-se os artigos em que o escopo ficou restrito a estudos que tratam de uma relação estrita da EC com o setor industrial e com a cadeia de suprimentos.

Dados os critérios expostos anteriormente, a lista final foi composta da seguinte forma conforme a Tabela 3. Estes 34 artigos foram lidos de maneira integral, para que se elencassem os aspectos da Economia Circular que nortearam a análise desta pesquisa conforme o objetivo proposto. Os aspectos estão descritos em detalhes na Seção de Resultados e Discussão.

Tabela 3 – Quantidade de Artigos para a RSL

Etapas	Ação	Critérios de Inclusão/Exclusão	Artigos Selecionados	Artigos Excluídos
Triagem	Aplicar filtros nas bases Scopus e Web of Science.	I1; I2; I3; and I4 E2	1.999	23.745
	Checar artigos duplicados.	E1	1.238	761
Elegibilidade	Leitura do título, resumo e palavras-chaves.	I4 E3; E4 and E5	239	999
	Leitura do artigo completo.		85	154
Incluídos	Artigos completos incluídos na análise de estudo quantitativo.	-	37	48

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Posteriormente à etapa de designação dos aspectos da EC no ambiente corporativo, realizou-se a triangulação (Creswell, 2004) dessas práticas elencadas na revisão da literatura com os documentos e com os relatórios internos da FIESC que tratam das iniciativas ambientais para a identificação das práticas elencadas na revisão da literatura. Para complementar a triangulação, foram mapeados e revisados 38 documentos e relatórios internos que se alinham com a temática da pesquisa. Os documentos foram analisados de maneira completa, ressaltando sua importância e estratégias aplicadas.

Esta etapa corrobora para a identificação também dos principais fatores que podem não só influenciar a adoção da Economia Circular nas práticas de ESG da FIESC, como também, com isto, construir uma relação consultiva para as demais indústrias que se associam à Federação de Santa Catarina, auxiliando na estruturação desse modelo econômico na cadeia de suprimentos. Logo, a triangulação de diferentes abordagens fomenta a criação de uma relação entre os principais conceitos que norteiam essa pesquisa e, por consequência, possibilita a estruturação de um *framework* que trate dessas características identificadas anteriormente.

A abordagem para consolidar a visão corporativa presente nos materiais públicos e consultivos da FIESC perante os aspectos mapeados na literatura foi construída com base no estudo de King e Locock (2022), segundo o qual serão codificados os principais aspectos da EC delimitados na etapa anterior e no qual eles se encaixam no contexto industrial em que a FIESC está inserida. Essa abordagem proposta visa a sintetizar a relação existente entre os aspectos da EC e as atividades desenvolvidas pela Federação, a fim de consolidar um material elucidativo que demonstre a participação da indústria no desenvolvimento desse novo modelo econômico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aspectos da Economia Circular no Contexto da Indústria

Na Tabela 4, encontram-se os aspectos relacionados com a EC encontrados na revisão de literatura que se enquadram no contexto das indústrias e nas suas respectivas cadeias de suprimentos. A RSL proporcionou que fossem identificados 22 aspectos diferentes, distribuídos em 12 cadeias de suprimentos. Na Figura 1, elucida-se o resultado acumulado dos aspectos da EC identificados na RSL. Os 37 artigos analisados no estudo registraram um total de 120 aspectos utilizados de maneira simultânea. Destaca-se, ainda, que os aspectos relacionados com gestão dos resíduos (18,3%), eficiência dos recursos (15%), abordagem dos R's (12,5%), design circular (11,7%), modelo de negócios circulares (5,8%), eficiência energética (5,8%), servitização (5%), subprodutos (4,17%), produtos em fim de vida (3,3%) e, por fim, Simbiose Industrial (3,3%) representam os maiores percentuais entre os aspectos identificados no estudo.

Tabela 4 – Aspectos da Economia Circular relacionados com o contexto da Indústria e da Cadeia de Suprimentos Sustentáveis

N.	Autor	Aspecto CE	Qtd. de Aspectos da EC	Cadeia de Suprimentos
1	Abbate, S. et al. (2023)	1. Produtos de fim de vida; 2. Abordagem dos R's; 3. Design circular.	3	Têxtil e roupas
2	Abdelmeguid, A. et al. (2022)	1. Modelo de Negócios Circulares;	1	Têxtil e roupas
3	Abeykoon, C. et al. (2021)	1. Eficiência energética	1	Polímeros e plásticos
4	Abeysinghe, S. et al. (2021)	1. Produtos de fim de vida; 2. Abordagem dos R's 3. Design circular	3	Polímeros e plásticos
5	Abideen, A. Z.; et al. (2021)	1. Modelo de Negócios Circulares; 2. Simbiose industrial; 3. logística reversa; 4. Servitização; 5. Ciclo de vida se estende.	5	Modelos de negócios circulares
6	Aboagye, E. A. et al. (2021)	1. Reciclagem; 2. Gerenciamento de resíduos; 3. Eficiência de recursos	3	Indústria química
7	Abushammala, H. et al. (2023)	1. Abordagem dos R's; 2. Gerenciamento de resíduos.	2	Embalagem e energia
8	Acerbi, F.; et al. (2021)	1. Gerenciamento de resíduos; 2. Abordagem dos R's; 3. Simbiose industrial; 4. Servitização.	4	Fabricação
9	Acerbi, F.; Taisch, M. (2020)	1. Gerenciamento de resíduos; 2. Abordagem dos R's; 3. Simbiose industrial; 4. Servitização.	4	Fabricação
10	Al Rashid, A.; Koç, M. (2023)	1. Produtos de fim de vida; 2. Abordagem dos R's; 3. Design circular; 4. Upcycling.	4	Polímeros e plásticos
11	Bjornbet, M. M. et al. (2021)	1. Modelo de Negócios Circulares; 2. Simbiose industrial; 3. logística reversa; 4. Servitização;	5	Fabricação

		5. Ciclo de vida se estende.		
12	Fuertes, G. et al. (2022)	1. Simbiose da indústria; 2. Manufatura sustentável; 3. Eficiência de recursos.	3	Fabricação
13	Turner, C. et al. (2022)	1. Projeto circular; 2. Fim da vida; 3. Abordagem dos R's	3	Cadeia de suprimentos sustentável
14	Vrchota, J. et al. (2020)	1. Eficiência de recursos; 2. Responsabilidade Social Corporativa; 3. Gerenciamento de resíduos; 4. Eficiência energética; 5. Redução de emissões	5	Fabricação
15	Ada, N. et al. (2021)	1. Abordagem dos R's; 2. Projeto circular; 3. Rethink.	3	Fabricação
16	Bernarl, J. P. G. et al. (2020)	1. Responsabilidade do produto; 2. Projeto circular; 3. Eficiência de recursos.	3	Fabricação
17	Bressanelli, G. et al. (2021)	1. Projeto circular; 2. Servitização; 3. Gerenciamento de resíduos.	3	Equipamento elétrico e eletrônico
18	Bressanelli, G. et al. (2020)	1. Projeto circular; 2. Servitização; 3. Gerenciamento de resíduos; 4. Abordagem dos R's	4	Equipamento elétrico e eletrônico
19	Caccialanza, A. et al (2023)	1. Gerenciamento de resíduos; 2. Eficiência de recursos.	2	Cadeia de suprimentos sustentável
20	Chalmeta, R. Santos-DeLeón, N. J. (2020)	1. Eficiência de recursos; 2. Projeto circular;	2	Cadeia de suprimentos sustentável
21	Morella, P. et al. (2023)	1. Projeto circular; 2. Eficiência de recursos; 3. Abordagem dos R's.	3	Cadeia de suprimentos sustentável
22	Varriale, V. et al. (2023)	1. Gerenciamento de resíduos; 2. Eficiência energética; 3. Design circular;	4	Cadeia de suprimentos sustentável

		4. Estender a responsabilidade do produtor.		
23	Skorupa, A. (2023)	1. Gerenciamento de resíduos; 2. Subprodutos; 3. Eficiência de recursos.	3	Comida e agronegócio
24	Acevedo-Agudelo, H.; Figueroa-Alvarez, J. (2023)	1. Gerenciamento de resíduos; 2. Abordagem dos R's; 3. Eficiência de recursos.	3	Indústria de construção
25	Amândio, M S. T. et al. (2022)	1. Gerenciamento de resíduos; 2. Produtos de subprodutos; 3. Eficiência de recursos.	3	Celulose e papel
26	Awan, U. et al. (2022)	1. Modelo de Negócios Circulares; 2. Eficiência de recursos; 3. Criação de valor; 4. Cadeia de valor estendido.	4	Cadeia de suprimentos sustentável
27	Budzaki, S. et al. (2022)	1. Eficiência de recursos; 2. Gerenciamento de resíduos; 3. Subprodutos; 4. Modelo de Negócios Circulares.	4	Comida e agronegócio
28	Cubas, A. L. V. et al. (2022)	1. Gerenciamento de resíduos; 2. Eficiência energética.	2	Cosmético
29	dos Santos, P. S.; Campos, L. M. S. (2021)	1. Gerenciamento de resíduos; 2. Modelo de Negócios Circulares; 3. Aspectos sociais; 4. Eficiência de recursos; 5. Abordagem dos R's.	5	Têxtil e roupas
30	Eryazici, I. et al. (2021)	1. Eficiência de recursos; 2. Projeto circular; 3. Eficiência energética;	3	Indústria química
31	Ferrer-Gallego, R.; Silva, P. (2022)	1. subprodutos; 2. Gerenciamento de resíduos; 3. Eficiência de recursos.	3	Comida e agronegócio

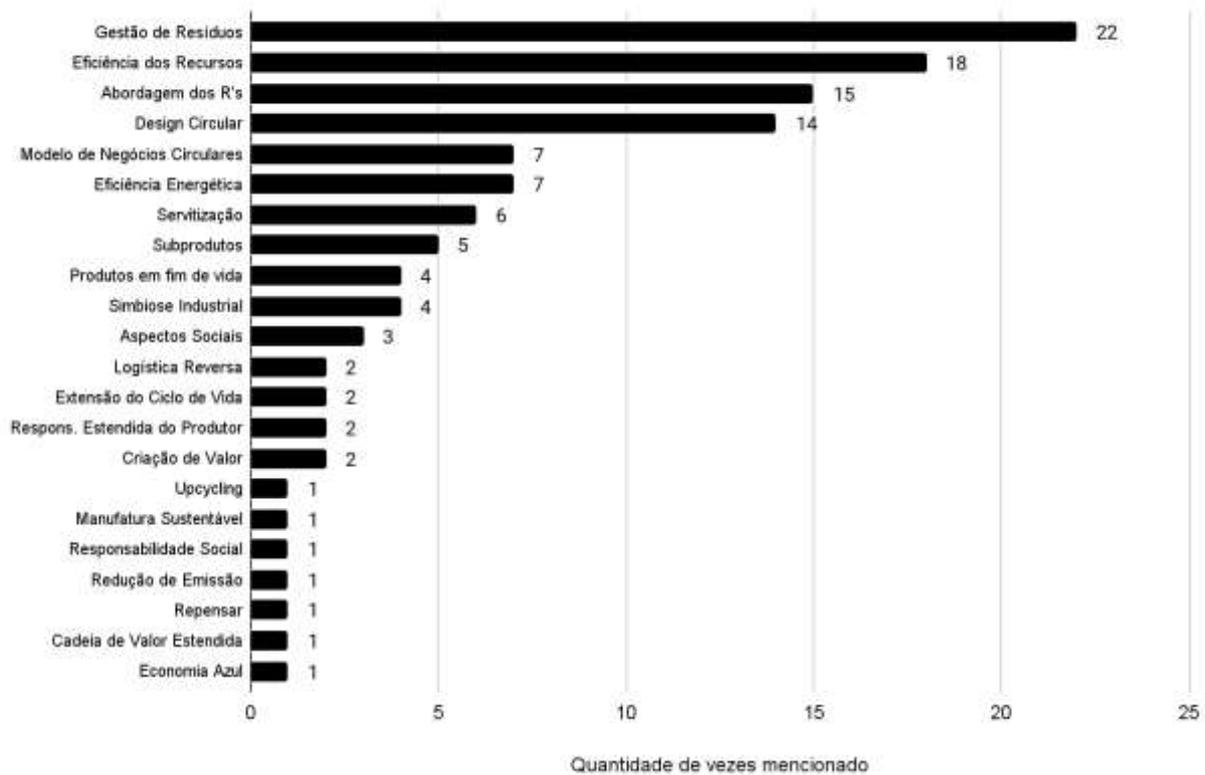
32	Hassoun, A. et al. (2023)	1. subprodutos; 2. Gerenciamento de resíduos; 3. Eficiência de recursos; 4. Economia azul.	4	Comida e agronegócio
33	Kerin, M. Pham, D. T. (2019)	1. Abordagem dos R's; 2. Projeto circular; 3. Modelos de Negócios Circulares; 4. Gerenciamento de resíduos.	4	Fabricação
34	Khan, I. et al. (2021)	1. Abordagem dos R's; 2. Criação de valor; 3. Gerenciamento de resíduos.	3	Fabricação
35	Satyro, W. C. et al. (2023)	1. Eficiência de recursos; 2. Gerenciamento de resíduos; 3. Eficiência energética.	3	Fabricação
36	Silvério, A. C. et al. (2023)	1. Projeto circular; 2. Recuperação do produto; 3. Eficiência de recursos; 4. Gerenciamento de resíduos.	4	Fabricação
37	Siuta-Tokarska, B. et al. (2022)	1. Estender a responsabilidade do produtor; 2. Eficiência energética; 3. Abordagem dos R's; 4. Gerenciamento de resíduos.	4	Embalagem e energia

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Embora outros aspectos também sejam importantes para a EC, nesta seção discutem-se os seis resultados com o maior percentual mencionado acima em razão da relevância desses aspectos para recuperação de recursos e economia de matérias-primas para o princípio CE e pelo fato de representarem cerca de 70% da quantidade de vezes de menção dessas características nos artigos abordados pela RSL. A CE consiste em um sistema regenerativo no qual os fluxos de recursos são reduzidos para a recirculação de materiais e componentes em ciclos; e, nesse mesmo sistema, o valor de produtos e materiais são mantidos pelo maior tempo possível (Schilkowski; Shukla; Choudhary, 2020).

A gestão de resíduos corresponde ao aspecto da EC mais citado na revisão com relação ao contexto industrial para a transição de cadeias de suprimentos para cadeias circulares, conforme consta na Figura 1.

Figura 1 – Identificação dos aspectos da EC utilizados pelos autores, separados por vezes em que foram citados



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Palafox-Alcantar et al. (2020) destacam que a EC resulta em um melhor processo de gerenciamento tanto dos resíduos sólidos quanto no uso mais eficiente dos recursos em que os resíduos são continuamente reinseridos no processo de produção como recursos ao invés de atingirem o seu fim de vida. Nota-se, portanto, que o gerenciamento dos resíduos representa um aspecto importante para a EC, pela relevância de reintroduzir recursos desperdiçados no sistema econômico, recuperando valor e possibilitando a circularidade do novo modelo de economia. Além disso, o gerenciamento inadequado dos resíduos resulta na poluição da água, no esgotamento do solo e no desperdício de recursos, e isso implica ameaças ao meio ambiente e perdas sociais e econômicas.

A eficiência dos recursos pode ser compreendida como o aspecto que corresponde ao aspecto de manter no mais alto nível o uso dos recursos como água, matéria-prima e energia, reduzindo desperdícios e promovendo a circularidade desses insumos no processo produtivo (Morseletto, 2020). De acordo com Lieder e Rashid (2016) pode ser vista como uma solução para lidar com a escassez dos recursos, e isso perpassa pelo uso eficiente deles, destacando a importância desse aspecto para o conceito da EC e para as indústrias no sentido de mudar a linearidade do modelo econômico atual.

A abordagem dos R's diz respeito à relação com o principal fundamento da EC, desenvolvido inicialmente como uma estrutura 3R que denota os aspectos de reduzir, reutilizar e reciclar (Pieratti et al., 2019). Outros autores (Moraga et al., 2019; Nikanorova; Stankeviciene, 2020) utilizam dez estratégias para definir a abordagem dos R's: recusar, repensar, reduzir, reutilizar, reparar, reformar, remanufaturar, reaproveitar, reciclar e recuperar. Esse tipo de abordagem não só norteia grande parte das atividades da EC associadas ao contexto industrial, como também permite que outros aspectos, como gerenciamento dos resíduos e o uso eficiente dos recursos, se desenvolvam no modelo econômico circular.

Os aspectos de design circular e de modelos de negócios circulares, pertencentes à EC, indicam a fundamentação de novos modelos de negócios que providenciam produtos ou serviços para os consumidores que antes não existiam; para isso, baseiam-se na recuperação de materiais, elaboração de produtos que causem menos impactos e utilizem menos recursos (Geissdoerfer et al., 2020). Esses aspectos também se associam de maneira intrínseca com as indústrias, uma vez que a inovação deve ser considerada um dos pilares para a mudança do

modelo linear atual para o circular, promovendo tanto a criação de novos modelos de negócios quanto empregos e gerando recursos econômicos.

Conforme a definição proposta por Geissdoerfer et al. (2017), sugere-se que a EC minimiza o desperdício de energia por meio de um regenerativo sistema que conserva circuitos e fontes de energia por um muito tempo. Também se refere à utilização crescente de fontes de energias renováveis como recursos energéticos para atender às demandas (Gupta et al., 2021). Assim, há a importância do aspecto da eficiência energética para EC e sua relevância para a indústria que depende de um melhor desempenho do uso dos recursos para aumentar sua competitividade e a da cadeia de suprimentos em que está inserida. Além disso, as melhorias na utilização da energia poupam recursos, reduzem custos, minimizam impactos ambientais e resolvem problemas complexos em diferentes contextos.

Considerando que as cadeias de suprimentos de diferentes setores têm impactos e desafios ambientais únicos, a atenção para esses aspectos é crucial para orientar práticas sustentáveis específicas que enfrentam tais desafios. A análise do portfólio revelou setores industriais que se destacam em termos de abordagem de aspectos de sustentabilidade ambiental. Dos 36 artigos no portfólio, 11 são revisões sistemáticas e 26 são aplicados a segmentos industriais específicos. As revisões se concentram na indústria de manufatura e nos conceitos de economia circular, ao passo que os trabalhos aplicados se destacam pela abrangência das considerações acerca de sustentabilidade ambiental, abordando 16 aspectos distintos. Na Tabela 5, ilustra-se a relação entre os aspectos da economia circular e sua incorporação nos segmentos industriais do portfólio de pesquisa.

Tabela 5 – Relação dos aspectos da EC com a indústria

Indústrias	Aspectos da EC	Aspectos da EC
Energia	Abordagem de R's; gestão de resíduos; estender a responsabilidade do produtor; eficiência energética; projeto circular; reutilização; eficiência de recursos; modelo de negócios circulares; criação de valor; cadeia de valor estendido.	11
Alimentos e bebidas	Eficiência de recursos; gestão de resíduos; subprodutos; modelo de negócios circulares; economia azul; repensar; abordagem de R's; projeto circular.	8
Têxtil, confecções, couro e calçados	Produtos de fim de vida; abordagem de R's; projeto circular; gestão de resíduos; modelo de negócios circulares; aspectos sociais; eficiência de recursos.	7
Produtos químicos e plásticos	Eficiência energética; produtos de fim de vida; abordagem de R's; projeto circular; reutilização; eficiência de recursos.	6
Equipamento elétricos	Projeto circular; servitização; gestão de resíduos; abordagem de R's.	4
Embalagem	Abordagem de R's; gestão de resíduos; estender a responsabilidade do produtor; eficiência energética.	4
Papel e Celulose	Gestão de resíduos; produtos subprodutos; eficiência de recursos.	3
Indústria de construção	Gestão de resíduos; abordagem de R's; Eficiência de recursos.	3
Cosmético	Gestão de resíduos; eficiência energética.	2

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Os segmentos que mais se destacaram em quantidade de aspectos de EC foram estes: energia, alimentos e bebidas, têxtil, confecções, couro e calçados, produtos químicos e plásticos. Os seis segmentos de indústrias identificados abrangem uma ampla gama de produção industrial, indústrias estas que estão alinhadas com o cenário em que a Federação das Indústrias de Santa Catarina se enquadra. Esses segmentos representam 51% da participação geral do Valor Bruto da Produção Industrial (VBPI) de Santa Catarina (OBSERVATÓRIO FIESC, 2023).

Os setores de alimentos e agronegócios, papel e celulose, indústria da construção e equipamentos elétricos evidenciam a eficiência de recursos como uma preocupação compartilhada. Essa atenção é particularmente relevante para as empresas alimentícias, uma vez que, conforme destacado por Reis (2016), a pressão sobre a produção de alimentos em larga escala, combinada com sua posição como maiores consumidoras de recursos, representa um desafio significativo para o processo de Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos (GCSS) (Skorupa, Worwağ, Kowalczyk, 2023; Hassoun et al., 2023).

De acordo com Franco (2017), a indústria têxtil caracteriza-se como uma das mais complexas e essenciais cadeias de abastecimento. Esse segmento enfrenta desafios significativos em questões relacionadas à sustentabilidade, condições de trabalho e concorrência global. Além disso, tanto a concorrência de países com mão de obra barata quanto a rápida evolução das tendências de moda representam desafios constantes para as empresas do setor (EURATEX, 2020). Dessa forma, os aspectos de EC identificados são pertinentes, posto que a atenção ao ciclo de vida dos produtos e a gestão sustentável dos resíduos são de relevante contribuição para esse segmento em questões sustentáveis. No contexto de indústria de Santa Catarina, o setor é o segundo mais representativo, com cerca de 15% de participação no valor bruto da produção industrial do Estado (IBGE, 2021; OBSERVATÓRIO FIESC, 2023).

Outro setor que se destacou do estudo foi o de energia, por tratar de uma variedade de aspectos centrados na gestão sustentável. De acordo com estudo da Empresa de Pesquisa Energética (2021), o Brasil é um dos principais produtores de energia elétrica no mundo. O país ocupa o oitavo lugar globalmente, com uma participação de 2,4% na geração total de energia. Além disso, destaca-se como o terceiro maior produtor mundial de energia renovável, contribuindo com 7,4% da energia gerada globalmente nesta categoria. O Conselho Global de Energia Eólica reconhece o Brasil como um potencial líder no setor nos próximos anos (OBSERVATÓRIO FIESC, 2023). Em Santa Catarina, a produção bruta do setor de energia representou 2,1% da economia no ano de 2019 (IBGE, 2021).

Além dos setores que mais se destacaram, é possível observar como alguns aspectos se interconectam entre os setores, indicando áreas de sinergia e colaboração na gestão sustentável da cadeia de suprimentos. O setor Modelos de Negócios Circulares está diretamente relacionado aos de Alimentos e Agronegócios, Equipamentos Elétricos e Eletrônicos com o segmento Têxtil, posto que todos compartilham aspectos relacionados a modelos de negócios circulares, servitização e extensão do ciclo de vida. Vários setores, incluindo Indústria da Construção, Equipamentos Elétricos, Embalagens e Energia, têm um foco significativo na gestão de resíduos. Essa interconexão indica a importância geral da gestão sustentável de resíduos em diversas cadeias de suprimentos.

Nesse contexto, ressalta-se que todos os setores industriais classificados se alinham com os aspectos do modelo econômico circular identificados na literatura. De acordo com Boom-Cárcomo e Peñabaena-Niebles (2022), a transição do cenário industrial atual — para um panorama que considere atividades que habilitem a construção de modelos industriais cada vez mais integrados e sustentáveis — deve perpassar pela relação com princípios e aspectos da economia circular. Os autores também acrescentam que, para isso, é necessário que sejam aprimoradas as ferramentas atuais, de forma que se considere o gerenciamento eficiente de recursos e matérias-primas utilizados, reduzindo o desperdício e as emissões, tal qual preconiza o conceito da EC.

3.2 Iniciativas da FIESC para promoção dos princípios da Economia Circular nas indústrias de Santa Catarina

Nessa perspectiva de buscar novos instrumentos que auxiliem as indústrias a transicionar para um modelo econômico circular, a FIESC ocupa um lugar privilegiado, visto que abrange diferentes segmentos e é capaz de dialogar diretamente com as indústrias. Nesse olhar, nota-se que a FIESC desempenha um papel crucial na promoção da competitividade do setor industrial catarinense, concentrando esforços significativos em sustentabilidade e em logística. Seu objetivo é impulsionar o desenvolvimento sustentável da indústria local, buscando aprimorar a infraestrutura de transporte, incluindo rodovias, ferrovias, portos e aeroportos, a fim de otimizar a circulação de matérias-primas, de componentes e produtos acabados, reduzindo os custos logísticos. Além disso, a FIESC prioriza a melhoria das áreas de energia, telecomunicações, água e saneamento, visando a um desenvolvimento abrangente e sustentável que possa impulsionar a competitividade e a eficiência do setor industrial em Santa Catarina (FIESC, 2023).

As iniciativas da FIESC para promoção dos princípios da Economia Circular nas indústrias de Santa Catarina estão divididas em categorias, como Serviços e Informações, Ações em Infraestrutura e Logística, Estudos/Pesquisas e diagnósticos nas áreas de logística e sustentabilidade, Cartilhas e Orientações. Na Tabela 6, encontra-se a relação das iniciativas ambientais da FIESC com os aspectos da EC elencados na revisão da literatura.

Tabela 6 – Relação dos aspectos da EC com as iniciativas da FIESC

Categoria	Iniciativa	Descrição da Iniciativa	Aspectos da EC
Serviços e Informações	Monitora FIESC	Visa a informar o setor industrial e a sociedade catarinense a respeito do andamento e dos prazos das obras de infraestrutura em Santa Catarina. O objetivo é possibilitar a interação com os órgãos gestores das obras para solucionar problemas identificados.	Eficiência dos Recursos.
Serviços e Informações	Bolsa de Resíduos da FIESC (BRFIESC)	Trata-se de um portal eletrônico que visa a identificar oportunidades de negócios para resíduos, promovendo reutilização e reciclagem por meio de negociações diretas entre demandantes e ofertantes. O cadastramento é gratuito, e as negociações ocorrem de forma segura, preservando o sigilo das informações dos envolvidos.	Gestão de resíduos; Abordagem dos R's; Eficiência dos Recursos; Logística Reversa; Aspectos Sociais.
Serviços e Informações	Plano de Sustentabilidade para competitividade da Indústria Catarinense	Possibilita o acesso a informações estratégicas na área, além de cartilhas, estudos, diagnósticos e outras informações.	Eficiência dos Recursos; Simbiose Industrial; Economia Azul; Manufatura Sustentável.
Ações em Infraestrutura e Logística	Plano de Mobilidade	As propostas contidas no Plano consolidado podem contribuir para a melhoria da infraestrutura de transporte e logística em Santa Catarina.	Logística Reversa; Eficiência dos Recursos.
Ações em Infraestrutura e Logística	Cabotagem	A Cabotagem é o transporte marítimo entre os portos brasileiros. Utilizar esse serviço pode reduzir os custos das empresas.	Eficiência dos Recursos; Redução de Emissão.
Ações em Infraestrutura e Logística	Câmera de transporte e logística	Dedica-se à avaliação das condições de infraestrutura de transportes do Estado para propor planejamento estratégico e soluções nas operações.	Eficiência dos Recursos; Redução de Emissão
Ações em Infraestrutura e Logística	Comitê estratégico para logística reversa	O objetivo é contribuir com as implicações e com as medidas necessárias para atender às demandas de implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos e seus Decretos, especialmente em relação à responsabilidade compartilhada e aos modelos de logística reversa.	Logística Reversa; Gestão dos Resíduos.
Ações em Infraestrutura e Logística	Gt rodovias oeste SC do futuro	O Grupo Técnico Rodovias Oeste SC do Futuro busca melhorar a segurança e a eficiência da malha rodoviária da Região Oeste de Santa Catarina, visando a corrigir a discrepância entre o desempenho econômico e a infraestrutura, que tem prejudicado a competitividade e o desenvolvimento socioeconômico da região.	Eficiência dos Recursos; Redução de Emissão; Aspectos Sociais.
Ações em Infraestrutura e Logística	Procalog	O levantamento visa a determinar a eficiência da logística na indústria catarinense, calculando a proporção de custos logísticos em relação ao faturamento bruto das empresas.	Eficiência dos Recursos; Redução de Emissão.
Ações em Infraestrutura e Logística	Projeto BR-101 do futuro	Uma iniciativa da FIESC para contribuir com o planejamento da BR-101. Busca-se, por meio do projeto, segurança e eficiência no fluxo de veículos de passageiros e cargas para melhorar a mobilidade no	Eficiência dos Recursos; Redução de Emissão.

		eixo litorâneo catarinense.	
Ações em meio ambiente	Câmara de meio ambiente e sustentabilidade	Aborda ações referentes a atividades de sustentabilidade e gestão dos recursos.	Eficiência dos Recursos; Redução de Emissão; Gestão dos Resíduos.
Estudos, pesquisas e diagnósticos nas áreas de logística e sustentabilidade	Agenda da Água FIESC 2023	Trata-se de uma provocação para discussão e obtenção de contribuições da sociedade e de organismos relacionados ao tema para a construção das diretrizes de uma política de estado, visando à gestão sustentável dos recursos hídricos em Santa Catarina.	Eficiência dos Recursos; Redução de Emissão.
Estudos, pesquisas e diagnósticos nas áreas de logística e sustentabilidade	Reuso De Efluentes: Metodologia para análise do potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial	Este documento apresenta a metodologia de trabalho desenvolvida pela parceria CNI-CIRRA/ USP/ InfinityTech, com o objetivo de incentivar sua aplicação por federações de indústria, organizações do setor industrial e formuladores de políticas públicas. A intenção é promover a percepção de que os efluentes domésticos tratados podem ser utilizados como fontes alternativas de água para a produção industrial em áreas com escassez de recursos hídricos.	Eficiência dos Recursos; Redução de Emissão.
Estudos, pesquisas e diagnósticos nas áreas de logística e sustentabilidade	Um Guia para a Indústria se Adaptar aos Impactos da Mudança do Clima – Diretrizes Gerais	O guia adapta a metodologia consolidada internacionalmente à realidade da indústria nacional por meio da incorporação de conceitos às ferramentas de gestão da qualidade e de risco já praticados pelo setor, de forma que contribua para a criação da cultura de prevenção ao risco climático na cadeia produtiva.	Eficiência dos Recursos; Redução de Emissão.
Estudos, pesquisas e diagnósticos nas áreas de logística e sustentabilidade	Recuperação Energética de Resíduos Sólidos	O guia trata das diversas realidades e requisitos para estabelecer um mercado de recuperação de energia com base em resíduos. Ele fornece diretrizes e orientações para prevenir problemas e estimular projetos, incluindo aspectos técnicos, institucionais, regulatórios, econômicos e tributários.	Criação de Valor; Eficiência Energética; Gestão de Resíduos Sólidos; Simbiose Industrial.
Estudos, pesquisas e diagnósticos nas áreas de logística e sustentabilidade	Diagnóstico da Indústria Catarinense – Estratégica e Gestão Ambiental/2013	Leva em consideração os aspectos sociais, ambientais e econômicos, na percepção de que a adoção de sistemas eficientes de gestão socioambiental, que possibilitem o uso sustentável dos recursos naturais e a responsabilidade social, poderão gerar o crescimento, o desenvolvimento e o aumento da competitividade da indústria catarinense.	Gestão de Resíduos; Logística Reversa; Redução da Emissão; Cadeia de Valor Estendida.
Estudos, pesquisas e diagnósticos nas áreas de logística e sustentabilidade	Eficiência Energética nas Indústrias de Santa Catarina	Neste documento, foram reunidas informações estratégicas acerca da situação da eficiência energética no setor industrial catarinense. O objetivo é subsidiar ações integradas do Sistema FIESC para difundir e apoiar a indústria no que diz respeito à necessidade e às vantagens concretas da adoção de ações que resultem em uma maior eficiência no consumo dos insumos energéticos.	Eficiência Energética; Simbiose Industrial.
Estudos, pesquisas e diagnósticos nas áreas de logística e sustentabilidade	Levantamento dos pontos de acumulação de água para usos múltiplos	A adoção da irrigação não evita apenas perdas, ela também substitui a insegurança pela eventual falta d'água por sistemas de alta produtividade, viabilizando inclusive cadeias que dependem dos grãos, para isso, faz-se necessário identificação de áreas com potencial de acumulação de água.	Eficiência dos Recursos; Redução de Emissão; Criação de Valor; Upcycling.
Estudos, pesquisas e diagnósticos nas áreas de logística e sustentabilidade	Case Altenburg – Malha Eco – Agregar Valor pela Responsabilidade Ambiental	Apresentação de cases de sucesso nas indústrias catarinenses.	Servitização; Criação de Valor; Responsabilidade Social Corporativa.

sustentabilidade

Estudos, pesquisas e diagnósticos nas áreas de logística e sustentabilidade	Cartilha Sindiplast/ABIPLAST – Acordo setorial de Embalagens	Orientações a respeito da Política Nacional de Resíduos Sólidos – Acordos Setoriais de embalagens – Perguntas e respostas	Criação de Valor; Abordagem dos R’s; Gestão de Resíduos; Responsabilidade Estendida do Produtor.
Estudos, pesquisas e diagnósticos nas áreas de logística e sustentabilidade	Pneus – Pioneiro Industrial	Divulgação de site de indústria que transforma pneus inservíveis em novos produtos. Por meio do sistema de conversão térmica de decomposição dos hidrocarbonetos presentes na borracha, são produzidos derivados como o óleo de pirólise, negro de fumo, aço e o gás combustível, sem a emissão de gases tóxicos ou resíduos para o meio ambiente.	Gestão de Resíduos; Cadeia de Valor Estendida; Extensão do Ciclo de Vida; Upcycling; Logística Reversa; Subprodutos.
Estudos, pesquisas e diagnósticos nas áreas de logística e sustentabilidade	Embalagens Tetra Pak	Divulgação de site que apresenta conceitos relacionados à logística reversa.	Gestão de Resíduos; Cadeia de Valor Estendida; Extensão do Ciclo de Vida; Upcycling; Logística Reversa; Abordagem dos R’s.
Cartilhas	A Indústria e a Política Nacional de Resíduos Sólidos	Orientações gerais a respeito da Política Nacional de Resíduos Sólidos para indústria baseado na Lei nº12.305, de 2 de agosto de 2010.	Gestão de Resíduos; Responsabilidade Social Corporativa; Abordagem dos R’s; Simbiose Industrial; Responsabilidade Estendida do Produtor; Redução de Emissão.
Cartilhas	Consumo Consciente	Instruções sobre aspectos do consumo consciente. Tal processo é de grande relevância para a indústria e para sociedade.	Repensar; Eficiência dos Recursos; Manufatura Sustentável.
Cartilhas	A Indústria e a Cobrança pelo Uso da Água	O objetivo desta iniciativa é contribuir para o combate ao desperdício e à poluição da água, onerando quem a desperdiça e a polui mais. A cobrança consiste em uma aplicação efetiva do princípio do “usuário pagador” e do “poluidor pagador”.	Eficiência dos Recursos; Redução de Emissão.
Cartilhas	Licenciamento Ambiental em Santa Catarina – Orientações ao Empreendedor	Orientações gerais a respeito do Licenciamento Ambiental em Santa Catarina: definições, responsabilidades e prazos.	Responsabilidade Estendida do Produtor; Eficiência dos Recursos.
Orientação	ESG: Como correlacionar processos, pessoas e meio ambiente?	Orientações acerca das conexões e das complexidades do ESG, a fim de tentar entendê-las e definir estratégias para que elas trabalhem em favor da organização e, por isso, gerem resultados.	Eficiência dos Recursos; Modelos de Negócios Circulares; Aspectos Sociais; Redução de Emissão.
Orientação	ESG: Eficiência e Eficácia	Orientações acerca da ESG e das correlações entre Eficiência e Eficácia.	Eficiência dos Recursos; Modelos de Negócios Circulares; Aspectos Sociais; Redução de Emissão.
Orientação	Inventário de Gases do Efeito Estufa: muito além da contabilização	A elaboração do inventário é um trabalho minucioso, para que o resultado seja representativo, servindo para a tomada de decisões em relação às políticas de transição energética e gestão do carbono por parte da	Redução de Emissão; Repensar.

organização inventariante.

Orientação	Desafios da Sustentabilidade	Dica técnica: principais desafios para as organizações incorporarem a sustentabilidade	Simbiose Industrial; Eficiência dos Recursos; Redução de Emissão; Design Circular.
Orientação	Mudanças Climáticas Riscos e/ou Oportunidades	Dica técnica: Mudanças Climáticas Riscos e/ou Oportunidades	Redução da Emissão; Eficiência Energética;
Orientação	Emissão de Odores e Partes Interessadas	Dica técnica: Relação entre emissão de odores e partes interessadas dentro do contexto industrial.	Redução da Emissão; Simbiose Industrial; Subprodutos.
Orientação	Cadastro Ambiental Legal	Tem como objetivo fortalecer o monitoramento e controle de atividades capazes de causar degradação ambiental no Estado.	Eficiência dos Recursos; Aspectos Sociais.
Orientação	Painel Legislação Ambiental	Painel de consulta com dados acerca da legislação ambiental.	Servitização; Modelo de Negócios Circulares.
Orientação	Conhecendo as Partes Interessadas	Dica técnica: Importância para as organizações do mapeamento dos seus stakeholders ou partes interessadas, identificando suas necessidades e expectativas, pois é fato que as pressões sobre as organizações, no que tange à sustentabilidade, é crescente.	Eficiência dos Recursos; Responsabilidade Estendida do Produtor.
Orientação	Dado, Informação e Conhecimento	Orientações a respeito da importância dos conceitos de: dados, informação e conhecimento no mundo corporativo, posto que as decisões gerenciais e estratégicas necessitam de um conjunto mínimo de dados e informações para que sejam bem eficientes.	Design Circular; Modelos de Negócios Circulares; Servitização.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Do mesmo modo que ocorre aos segmentos industriais, todas as iniciativas se alinham com os aspectos da EC mapeados na revisão de literatura sistemática apresentada neste estudo. Isso demonstra que o ambiente corporativo e industrial de Santa Catarina dispõe de instrumentos consultivos que são capazes de nortear o processo de transformação do modelo linear atual para um sistema circular e regenerativo, o qual considera os aspectos da circularidade no seu processo de produção.

Isso perpassa principalmente pela introdução dos aspectos que apresentam como cerne a gestão dos recursos e dos resíduos, a eficiência energética, a redução das emissões e dos desperdícios e, por fim, a simbiose entre as indústrias, uma vez que esses aspectos se associam aos demais de maneira eficiente e geram ganhos econômicos, sociais e ambientais para o sistema corporativo. Esses fatores são fundamentais para que a indústria comece a adotar as estratégias relacionadas com a EC em todo o ciclo de vida dos produtos, englobando desde o *design* para o uso do produto até a transição dos modelos de negócios circulares (Yang et al., 2023). Assim, quando implementadas ao longo do ciclo de vida dos produtos industriais, as estratégias de economia circular podem facilitar a utilização de recursos e energia renováveis.

Essa visão é reforçada por Stahel (2016), em cujo trabalho indica que o reprocessamento de bens e de materiais não só reduz o desperdício de energia, mas também gera a criação de novos postos de trabalho, reduzindo o consumo de recursos e a geração de resíduos. Logo, a incorporação de estratégias que considerem os aspectos relacionados com a EC na indústria catarinense tende a promover inúmeros benefícios, uma vez que lida diretamente com questões consideradas problemáticas, inerentes aos processos produtivos presentes no modelo econômico linear.

Para Cucciniello e Cespi (2018), as estratégias que consideram os aspectos da EC no ambiente industrial e corporativo aumentam a eficiência geral do sistema, conduzindo cadeias de suprimentos com indústrias em conformidade com as questões ambientais e que visam à redução de desperdício e de emissões em todo o ciclo de vida dos materiais, desde a sua extração até o pós-consumo. Payne et al. (2019) ressalta que o fomento dos principais aspectos da economia circular, nos mais diversos segmentos da indústria — tal qual preconiza os materiais consultivos oriundos da FIESC —, podem melhorar o desempenho socioeconômico da cadeia de suprimentos como um todo, reduzindo substancialmente os impactos ambientais negativos associados ao processo produtivo.

De acordo com Khan et al. (2021), a adoção das práticas que dialogam com os aspectos da economia circular melhoram a produtividade e o desempenho econômico. Essa evolução dos indicadores de produtividade e financeiros, no estudo dos autores, se relacionou principalmente com o design circular dos produtos e com a reinserção dos resíduos por meio da reciclagem e da remanufatura, impactando diretamente no ciclo de vida dos materiais. Assim, nota-se que a importância de tratar dos aspectos da EC e conduzir as indústrias para um processo de transição para um modelo econômico circular pode ajudar as indústrias a melhorar o seu desempenho ambiental e financeiro; e isso se traduz num desempenho organizacional maior por meio da redução de resíduos e de emissões.

CONCLUSÕES

Este artigo tratou dos aspectos da economia circular por meio de uma revisão de literatura, para que a inserção deles fosse compreendida de maneira abrangente no cenário industrial. Além disso, foram revisados os principais documentos elaborados pela Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina, relacionados com os aspectos da EC levantados pela revisão sistemática. Por essa triangulação, buscou-se atender ao objetivo deste artigo, que consistiu em investigar como a conexão do ambiente corporativo com a EC pode contribuir para o desenvolvimento da cadeia de suprimentos de maneira sustentável e circular no cenário industrial do Estado de Santa Catarina.

Para isso, foram mapeados 22 aspectos relacionados com o conceito da EC, distribuídos perante os 9 principais segmentos da indústria de Santa Catarina, permitindo, assim, construir uma ligação entre esses aspectos e o cenário industrial da região estudada. Para complementação da análise, foram revisados 36 materiais da FIESC que se alinhavam com a temática da pesquisa e que permitiram estabelecer uma relação entre os aspectos da EC com o que a federação preconiza de fundamental para o fortalecimento da sustentabilidade e das questões ambientais.

Por isso, concluiu-se que os aspectos que norteiam a EC se ramificam de maneira implícita nos materiais consultivos presentes na FIESC, dando ênfase à importância da implementação desse conceito e a suas estratégias no cenário industrial, de forma que se fortaleçam as cadeias de suprimentos presentes no Estado de Santa Catarina. Contudo, ressalta-se a necessidade de construir um documento normativo que não só evidencie o conceito da EC, como também fortaleça a transição do modelo linear atual para o modelo econômico circular.

Sugere-se, ainda, que novas pesquisas sejam conduzidas para que se analise o potencial impacto das estratégias da EC nos indicadores econômico, social e ambiental dos diferentes segmentos industriais de Santa Catarina, relacionando-o com a viabilidade e com os impactos positivos associados a essa implementação.

REFERÊNCIAS

- Abbate, S. et al. Sustainability trends and gaps in the textile, apparel and fashion industries. *Environment, Development and Sustainability*, 10 fev. 2023.
- Abdelmeguid, A.; Afy-Shararah, M.; Salonitis, K. Investigating the challenges of applying the principles of the circular economy in the fashion industry: A systematic review. *Sustainable Production and Consumption*, v. 32, p. 505–518, jul. 2022.
- Abeykoon, C.; Mcmillan, A.; Nguyen, B. K. Energy efficiency in extrusion-related polymer processing: A review of state of the art and potential efficiency improvements. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 147, p. 111219, set. 2021.

- Abeysinghe, S. et al. Engineering Performance of Concrete Incorporated with Recycled High-Density Polyethylene (HDPE)—A Systematic Review. *Polymers*, v. 13, n. 11, p. 1885, 6 jun. 2021.
- Abideen, A. Z. et al. Leveraging Capabilities of Technology into a Circular Supply Chain to Build Circular Business Models: A State-of-the-Art Systematic Review. *Sustainability*, v. 13, n. 16, p. 8997, 11 ago. 2021.
- Aboagye, E. A.; Chea, J. D.; Yenkie, K. M. Systems level roadmap for solvent recovery and reuse in industries. *iScience*, v. 24, n. 10, p. 103114, out. 2021.
- Abushammala, H. et al. On the Conversion of Paper Waste and Rejects into High-Value Materials and Energy. *Sustainability*, v. 15, n. 8, p. 6915, 20 abr. 2023.
- Acerbi, F. et al. A Systematic Literature Review on Data and Information Required for Circular Manufacturing Strategies Adoption. *Sustainability*, v. 13, n. 4, p. 2047, 14 feb. 2021.
- Acerbi, F.; Taisch, M. A literature review on circular economy adoption in the manufacturing sector. *Journal of Cleaner Production*, v. 273, p. 123086, nov. 2020.
- Acevedo-Agudelo, H.; Figueroa-Álvarez, J. Prácticas de circularidad en la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en el sector de la construcción: una revisión bibliográfica de las estrategias y los elementos clave en su implementación. *Informes de la Construcción*, v. 75, n. 569, p. e485, 23 mar. 2023.
- Ada, N. et al. Analyzing Barriers of Circular Food Supply Chains and Proposing Industry 4.0 Solutions. *Sustainability*, v. 13, n. 12, p. 6812, 16 jun. 2021.
- Adomako, Samuel; Tran, Mai Dong. Sustainable environmental strategy, firm competitiveness, and financial performance: Evidence from the mining industry. *Resources Policy*, v. 75, p. 102515, 2022.
- Al Rashid, A.; Koç, M. Additive manufacturing for sustainability and circular economy: needs, challenges, and opportunities for 3D printing of recycled polymeric waste. *Materials Today Sustainability*, v. 24, p. 100529, dez. 2023.
- Amândio, M. S. T. et al. Getting Value from Pulp and Paper Industry Wastes: On the Way to Sustainability and Circular Economy. *Energies*, v. 15, n. 11, p. 4105, 2 jun. 2022.
- Avdiushchenko, A.; Zajac, P. Circular Economy Indicators as a Supporting Tool for European Regional Development Policies. *Sustainability*, v. 11, n. 11, p. 3025, 28 may 2019.
- Awan, U.; Sroufe, R.; Bozan, K. Designing Value Chains for Industry 4.0 and a Circular Economy: A Review of the Literature. *Sustainability*, v. 14, n. 12, p. 7084, 9 jun. 2022.
- Baldassarre, B. et al. Industrial Symbiosis: towards a design process for eco-industrial clusters by integrating Circular Economy and Industrial Ecology perspectives. *Journal of Cleaner Production*, v. 216, p. 446–460, abr. 2019.
- Behringer, K.; Szegedi, K. The Role Of CSR In Achieving Sustainable Development – Theoretical Approach. *European Scientific Journal, ESJ*, v. 12, n. 22, p. 10, 30 ago. 2016.
- Bernal, Janna Paola Gamboa; Orjuela Castro, Javier Arturo; Moreno Mantilla, Carlos Eduardo. The Sustainable Supply Chain: Concepts, Optimization and Simulation Models, and Trends. *Ingeniería*, v. 25, n. 3, p. 355–377, 2020.
- Bjornbet, M. M. et al. Circular economy in manufacturing companies: A review of case study literature. *Journal of Cleaner Production*, v. 294, p. 126268, abr. 2021.
- Boom-Cárcomo, Efrain; Peñabaena-Niebles, Rita. Analysis of the Development of Industrial Symbiosis in Emerging and Frontier Market Countries: Barriers and Drivers. *Sustainability*, v. 14, n. 7, p. 4223, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/7/4223>>. Acesso em: 29 nov. 2023.
- Branca, Teresa Annunziata; COLLA, Valentina; ALGERMISSEN, David; et al. Reuse and Recycling of By-Products in the Steel Sector: Recent Achievements Paving the Way to Circular Economy and Industrial Symbiosis in Europe. *Metals*, v. 10, n. 3, p. 345, 2020.
- Bressanelli, G. et al. Circular Economy in the WEEE industry: a systematic literature review and a research agenda. *Sustainable Production and Consumption*, v. 23, p. 174–188, jul. 2020.
- Bressanelli, G. et al. Enablers, levers and benefits of Circular Economy in the Electrical and Electronic Equipment supply chain: a literature review. *Journal of Cleaner Production*, v. 298, p. 126819, may 2021.
- Budžaki, S. et al. Waste Management in the Agri-Food Industry: The Conversion of Eggshells, Spent Coffee Grounds, and Brown Onion Skins into Carriers for Lipase Immobilization. *Foods*, v. 11, n. 3, p. 409, 30 jan. 2022.

- Caccialanza, A.; Cerrato, D.; Galli, D. Sustainability practices and challenges in the meat supply chain: a systematic literature review. *British Food Journal*, 3 jul. 2023.
- Carroll, A. B. A History of Corporate Social Responsibility: Concepts and Practices. In: CRANE, A. et al. (Eds.). *The Oxford Handbook of Corporate Social Responsibility*. 1. ed. [s.l.] Oxford University Press, 2009. p. 19–46.
- Chalmeta, R.; Santos-Deleón, N. J. Sustainable Supply Chain in the Era of Industry 4.0 and Big Data: A Systematic Analysis of Literature and Research. *Sustainability*, v. 12, n. 10, p. 4108, 18 may 2020.
- Chin, Thoo Ai; Tat, Huam Hon; Sulaiman, Zuraidah. Green Supply Chain Management, Environmental Collaboration and Sustainability Performance. *Procedia CIRP*, v. 26, p. 695–699, 2015. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212827114008488>>. Acesso em: 28 abr. 2023.
- Creswell, John W.; Fetters, Michael D.; Ivankova, Nataliya V. Designing a mixed methods study in primary care. *Annals of Family Medicine*, v. 2, n. 1, p. 7–12, 2004.
- Cubas, A. L. V. et al. Plastics and Microplastic in the Cosmetic Industry: Aggregating Sustainable Actions Aimed at Alignment and Interaction with UN Sustainable Development Goals. *Polymers*, v. 14, n. 21, p. 4576, 28 out. 2022.
- Cucciniello, Raffaele; Cespi, Daniele. Recycling within the Chemical Industry: The Circular Economy Era. *Recycling*, v. 3, n. 2, p. 22, 2018. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2313-4321/3/2/22>>. Acesso em: 30 nov. 2023.
- Elia, Valerio; Gnoni, Maria Grazia; TORNESE, Fabiana. Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, v. 142, p. 2741–2751, 2017.
- Ellram, L.; Cooper, M. Supply Chain Management: It's All About the Journey, Not the Destination -Journal of Supply Chain Management, v. 50, n. 1, 2014.
- Eryazici, I.; Ramesh, N.; Villa, C. Electrification of the chemical industry—materials innovations for a lower carbon future. *MRS Bulletin*, v. 46, n. 12, p. 1197–1204, dez. 2021.
- EURATEX. *The European Apparel and Textile Confederation*. Disponível em: <https://euratex.eu/>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- Ferrer-Gallego, R.; Silva, P. The Wine Industry By-Products: Applications for Food Industry and Health Benefits. *Antioxidants*, v. 11, n. 10, p. 2025, 14 out. 2022.
- FIESC. Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <fiesc.com.br/infraestrutura-e-meio-ambiente#infra-ambiente>. Acesso em: Florianópolis, 2023. Acesso em: 28 nov. 2023.
- Fraccascia, L. et al. The role of redundancy in industrial symbiotic business development: A theoretical framework explored by agent-based simulation. *International Journal of Production Economics*, v. 221, p. 107471, mar. 2020.
- Franco, M. A. Circular economy at the micro level: A dynamic view of incumbents' struggles and challenges in the textile industry. *Journal of Cleaner Production*, 168, 833–845. 2017.
- Fuertes, G. et al. Opportunities of the Technological Trends Linked to Industry 4.0 for Achieve Sustainable Manufacturing Objectives. *Sustainability*, v. 14, n. 18, p. 11118, 6 set. 2022.
- Geissdoerfer, M. et al. Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production*, v. 277, p. 123741, dez. 2020.
- Geissdoerfer, Martin; Savaget, Paulo; Bocken, Nancy M.P.; et al. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, v. 143, p. 757–768, 2017. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652616321023>>. Acesso em: 28 abr. 2023.
- Gong, Yande; Chen, Mengze; Zhuang, Yuliang. Decision-Making and Performance Analysis of Closed-Loop Supply Chain under Different Recycling Modes and Channel Power Structures. *Sustainability*, v. 11, n. 22, p. 6413, 2019.
- Gupta, H.; Kumar, A.; Wasan, P. Industry 4.0, cleaner production and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations. *Journal of Cleaner Production*, v. 295, p. 126253, may 2021.
- Handfield, R. B. et al. How Can Supply Management Really Improve Performance? A Knowledge-Based Model of Alignment Capabilities. *Journal of Supply Chain Management*, v. 51, n. 3, p. 3–17, jul. 2015.
- Hartmann, J.; Moeller, S. Chain liability in multitier supply chains? Responsibility attributions for unsustainable supplier behavior. *Journal of Operations Management*, v. 32, n. 5, p. 281–294, jul. 2014.

- hassoun, A. et al. Use of industry 4.0 technologies to reduce and valorize seafood waste and by-products: A narrative review on current knowledge. *Current Research in Food Science*, v. 6, p. 100505, 2023.
- Haupt, Melanie; Hellweg, Stefanie. Measuring the environmental sustainability of a circular economy. *Environmental and Sustainability Indicators*, v. 1–2, p. 100005, 2019.
- IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em: <ibge.gov.br>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- Kerin, M.; Pham, D. T. A review of emerging industry 4.0 technologies in remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*, v. 237, p. 117805, nov. 2019.
- Khan, I. S.; Ahmad, M. O.; Majava, J. Industry 4.0 and sustainable development: A systematic mapping of triple bottom line, Circular Economy and Sustainable Business Models perspectives. *Journal of Cleaner Production*, v. 297, p. 126655, may 2021.
- Khan, Syed Abdul Rehman; Razzaq, Asif; YU, Zhang; et al. Retracted: Industry 4.0 and circular economy practices: A new era business strategies for environmental sustainability. *Business Strategy and the Environment*, v. 30, n. 8, p. 4001–4014, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bse.2853>>. Acesso em: 30 nov. 2023.
- King, S.; Locock, K. E. S. A circular economy framework for plastics: A semi-systematic review. *Journal of Cleaner Production*, v. 364, p. 132503, set. 2022.
- Koberg, E.; Longoni, A. A systematic review of sustainable supply chain management in global supply chains. *Journal of Cleaner Production*, v. 207, p. 1084–1098, jan. 2019.
- Lieder, Michael; Rashid, Amir. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 115, p. 36–51, 2016. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652615018661>>. Acesso em: 28 abr. 2023.
- Maranesi, Cristina; Giovanni, Pietro de. Modern Circular Economy: Corporate Strategy, Supply Chain, and Industrial Symbiosis. *Sustainability*, v. 12, n. 22, p. 9383, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/22/9383>>. Acesso em: 28 abr. 2023.
- Moraga, G. et al. Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation and Recycling*, v. 146, p. 452–461, jul. 2019.
- Morella, P. et al. Technologies Associated with Industry 4.0 in Green Supply Chains: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, v. 15, n. 12, p. 9784, 19 jun. 2023.
- Morseletto, P. Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 153, p. 104553, fev. 2020.
- Nikanorova, Marta; Stankevičienė, Jelena. Development of environmental pillar in the context of circular economy assessment: Baltic Sea Region case. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, v. 8, n. 1, p. 1209–1223, 2020. Disponível em: <<https://jssidoi.org/jesi/article/681>>. Acesso em: 19 out. 2023.
- OBSERVATÓRIO FIESC. Disponível em: <observatório.fiesc.com.br>. Florianópolis, 2023. Acesso em: 28 nov. 2023.
- Palafox-Alcantar, P. G.; Hunt, D. V. L.; Rogers, C. D. F. A Hybrid Methodology to Study Stakeholder Cooperation in Circular Economy Waste Management of Cities. *Energies*, v. 13, n. 7, p. 1845, 10 abr. 2020.
- Patel, Dipesh; Kellici, Suela; Saha, Basudeb. Green Process Engineering as the Key to Future Processes. *Processes*, v. 2, n. 1, p. 311–332, 2014.
- Payne, Jack; Mckeown, Paul; Jones, Matthew D. A circular economy approach to plastic waste. *Polymer Degradation and Stability*, v. 165, p. 170–181, 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0141391019301727>>. Acesso em: 30 nov. 2023.
- Pieratti, E. et al. Assessing the forest-wood chain at local level: A Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) based on the circular bioeconomy principles. *Annals of Forest Research*, v. 62, n. 0, 12 jul. 2019.
- reis, Raiza Ribeiro dos. Aplicabilidade do conceito de gestão da cadeia de suprimentos sustentável em uma empresa do ramo alimentício. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Satyro, W. C. et al. Industry 4.0 Implementation Projects: The Cleaner Production Strategy—A Literature Review. *Sustainability*, v. 15, n. 3, p. 2161, 24 jan. 2023.

- Santos Gonçalves, Paulo Vitor dos; Campos, Lucila M. S. A systemic review for measuring circular economy with multi-criteria methods. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, n. 21, p. 31597–31611, 2022. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s11356-022-18580-w>>. Acesso em: 28 abr. 2023.
- Santos, P. S. dos; Campos, L. M. S. Practices for garment industry's post-consumer textile waste management in the circular economy context: an analysis on literature. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 18, n. 1, p. 1–17, 2 mar. 2021.
- Schilkowski, C.; Shukla, M.; Choudhary, S. Quantifying the circularity of regional industrial waste across multi-channel enterprises. *Annals of Operations Research*, v. 290, n. 1, p. 385–408, 1 jul. 2020.
- Seuring, Stefan; Müller, Martin. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 15, p. 1699–1710, 2008.
- Silva, José Alan Barbosa dos. Métodos e práticas colaborativas na cadeia de suprimentos: revisão de literatura. *Navus: Revista de Gestão e Tecnologia*, v. 9, n. 2, p. 76-91, 2019.
- Silva, M. E. da et al. Sustainable Supply Chain Management: a Literature review on Brazilian publications. *Journal of Operations and Supply Chain Management*, v. 8, n. 1, p. 29–45, 22 jun. 2015.
- Silvério, A. C. et al. How does circular economy work in industry? Strategies, opportunities, and trends in scholarly literature. *Journal of Cleaner Production*, v. 412, p. 137312, ago. 2023.
- Silvestri, Francesco; spigarelli, Francesca; Tassinari, Mattia. Regional development of Circular Economy in the European Union: A multidimensional analysis. *Journal of Cleaner Production*, v. 255, p. 120218, 2020.
- Siuta-Tokarska, B.; Thier, A.; Hornicki, K. The Concept of Extended Producer Responsibility in the Field of Packaging Industry and the Energy Sector in the Light of the Circular Economy—The Example of Poland. *Energies*, v. 15, n. 23, p. 9060, 30 nov. 2022.
- Skorupa, A.; Worwąg, M.; Kowalczyk, M. Coffee Industry and Ways of Using By-Products as Bioadsorbents for Removal of Pollutants. *Water*, v. 15, n. 1, p. 112, 29 dez. 2023.
- Stahel, Walter R. The circular economy. *Nature*, v. 531, n. 7595, p. 435–438, 2016. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/531435a>>. Acesso em: 30 nov. 2023.
- Tavera Romero, Carlos Andrés; Castro, Diego F.; Ortiz, Jesús Hamilton; et al. Synergy between Circular Economy and Industry 4.0: A Literature Review. *Sustainability*, v. 13, n. 8, p. 4331, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/8/4331>>. Acesso em: 28 abr. 2023.
- Turner, C. et al. Circular production and maintenance of automotive parts: An Internet of Things (IoT) data framework and practice review. *Computers in Industry*, v. 136, p. 103593, abr. 2022.
- Varriale, V. et al. Industry 5.0 and Triple Bottom Line Approach in Supply Chain Management: The State-of-the-Art. *Sustainability*, v. 15, n. 7, p. 5712, 24 mar. 2023.
- Vrchota, J. et al. Sustainability Outcomes of Green Processes in Relation to Industry 4.0 in Manufacturing: Systematic Review. *Sustainability*, v. 12, n. 15, p. 5968, 24 jul. 2020.
- Yang, Mingyu; Chen, Lin; Wang, Jiangjiang; et al. Circular economy strategies for combating climate change and other environmental issues. *Environmental Chemistry Letters*, v. 21, n. 1, p. 55–80, 2023. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s10311-022-01499-6>>. Acesso em: 30 nov. 2023.
- Ye, N. et al. A bibliometric analysis of corporate social responsibility in sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, v. 272, p. 122679, nov. 2020.
- Zhou, Shukang; Rashid, Md. Harun Ur; MOHD. ZOBAIR, Shah Asadullah; et al. Does ESG Impact Firms' Sustainability Performance? The Mediating Effect of Innovation Performance. *Sustainability*, v. 15, n. 6, p. 5586, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/6/5586>>. Acesso em: 28 abr. 2023.
- Zhu, Q.; Sarkis, J. Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. *Journal of Operations Management*, v. 22, n. 3, p. 265–289, 1 jun. 2004.