



ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01
de dezembro 2023

Gestão ambiental nas indústrias no Brasil: práticas e tendências

Maria Isabel Coltro Crovador

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Junior Clacindo Defani

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ariel Orlei Michaloski

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Antonio Augusto de Paula Xavier

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

João Luiz Kovaleski

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Resumo: O desenvolvimento sustentável passa obrigatoriamente por boas práticas de gestão ambiental. As indústrias possuem, em geral, alto potencial poluidor. No Brasil existe uma diversidade de setores industriais, cujos impactos ambientais incluem o desmatamento, poluição atmosférica, poluição de recursos hídricos, geração e disposição de resíduos sólidos, contaminação do solo, emissões de gases de efeito estufa, dentre outros. Mais do que cumprir a legislação ambiental, as organizações têm buscado obter vantagens competitivas e diferenciais de mercado mediante uma atuação ambiental responsável perante as comunidades onde estão inseridas e os mercados em que pretendem ter participação. O presente artigo tem como objetivo identificar na literatura as principais práticas de gestão ambiental que têm sido adotadas nas indústrias no Brasil, bem como apontar tendências nessa área. Para a construção do portfólio de pesquisa foi utilizado o Methodi Ordinatio. A literatura mostra uma forte tendência para o Green Supply Chain Management (GSCM), indicando uma onda integradora para tratar da sustentabilidade empresarial. Outro aspecto relevante é o envolvimento e capacitação dos recursos humanos, de forma a impulsionar o comportamento e o pensamento sustentável.

Palavras-chave: Gestão Ambiental, Práticas de Gestão Ambiental, Indústrias no Brasil, Green Supply Chain Management, GSCM

Environmental management in industries in Brazil: practices and trends

Abstract: Sustainable development necessarily involves good environmental management practices. Industries have, in general, high polluting potential. In Brazil there is a diversity of industrial sectors, whose environmental impacts include deforestation, air pollution, pollution of water resources, generation and disposal of solid waste, soil contamination, greenhouse gas emissions, among others. More than complying with environmental legislation, organizations have sought to obtain competitive advantages and market differentials through responsible environmental action towards the communities where they operate and the markets in which they intend to participate. This article aims to identify in the literature the main environmental management practices that have

been adopted in industries in Brazil, as well as to point out trends in this area. For the construction of the research portfolio, the Methodi Ordinatio was used. The literature shows a strong tendency towards Green Supply Chain Management (GSCM), indicating an integrative wave to deal with corporate sustainability. Another relevant aspect is the involvement and training of human resources, in order to encourage sustainable behavior and thinking.

Keywords: Environmental Management, Environmental Management Practices, Industries in Brazil, Green Supply Chain Management, GSCM

1. Introdução

O Brasil pode ser considerado um dos países com maior relevância ambiental no planeta, devido à riqueza de sua biodiversidade e grande disponibilidade de recursos naturais. A preservação ambiental ocupa cada vez mais espaço nas discussões acerca do desenvolvimento sustentável. A expansão dos parques industriais no Brasil beneficia a economia e o desenvolvimento social. Por outro lado, os impactos ambientais causados pelos diversos setores da indústria são objeto de preocupação.

Entre os principais desafios ambientais no Brasil estão o desmatamento; poluição do ar, água e solo; geração e disposição inadequada de resíduos sólidos; degradação de ecossistemas; mudanças climáticas, dentre outros. Essas temáticas se constituem em temas de preocupação crescente, que são agravados pelo avanço da indústria, pela expansão do agronegócio, urbanização e ocupação irregular de áreas de risco.

As organizações têm percebido a importância da incorporação de práticas verdes em suas atividades, o que se deve ao aumento da conscientização e pressões ambientais por parte dos stakeholders (KANNAN; DE SOUSA JABBOUR; JABBOUR, 2014).

A diversidade da natureza das indústrias no Brasil e mercados em que atuam tornam a gestão ambiental também diversificada. Sem uma metodologia padrão, cada organização trilha seu caminho em busca da sustentabilidade conforme regulamentações locais e internacionais a que está sujeita, aplicando as tendências de gestão conforme sua realidade de atuação.

O presente trabalho tem como objetivo identificar na literatura as principais práticas de gestão ambiental adotadas nas indústrias no Brasil nos últimos anos, bem como apontar tendências nessa área. Utilizou-se como metodologia para a revisão de literatura o Methodi Ordinatio. Este artigo está organizado em cinco seções: 1) Introdução; 2) Metodologia; 3) Referencial Teórico; 4) Resultados e Discussão; 5) Conclusões; e Referências.

2. Metodologia

Para a execução da revisão sistemática de literatura foi utilizado o Methodi Ordinatio (PAGANI *et al.*, 2022; PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015), em sua versão 2.0.

Conforme propõe o método, inicialmente foi estabelecida a intenção de pesquisa, visando investigar as principais práticas de gestão ambiental que têm sido aplicadas nas indústrias no Brasil. Após uma pesquisa preliminar nas bases de dados Scopus e Science Direct, determinou-se como descritores: ("environmental management practices" AND "industry" AND "Brazil"). Os mesmos foram utilizados na pesquisa definitiva nas duas bases citadas, que apresentaram satisfatório número de artigos. A pré-filtragem considerou apenas artigos de pesquisa e artigos de revisão. A busca foi realizada no dia 28 de julho de 2023.

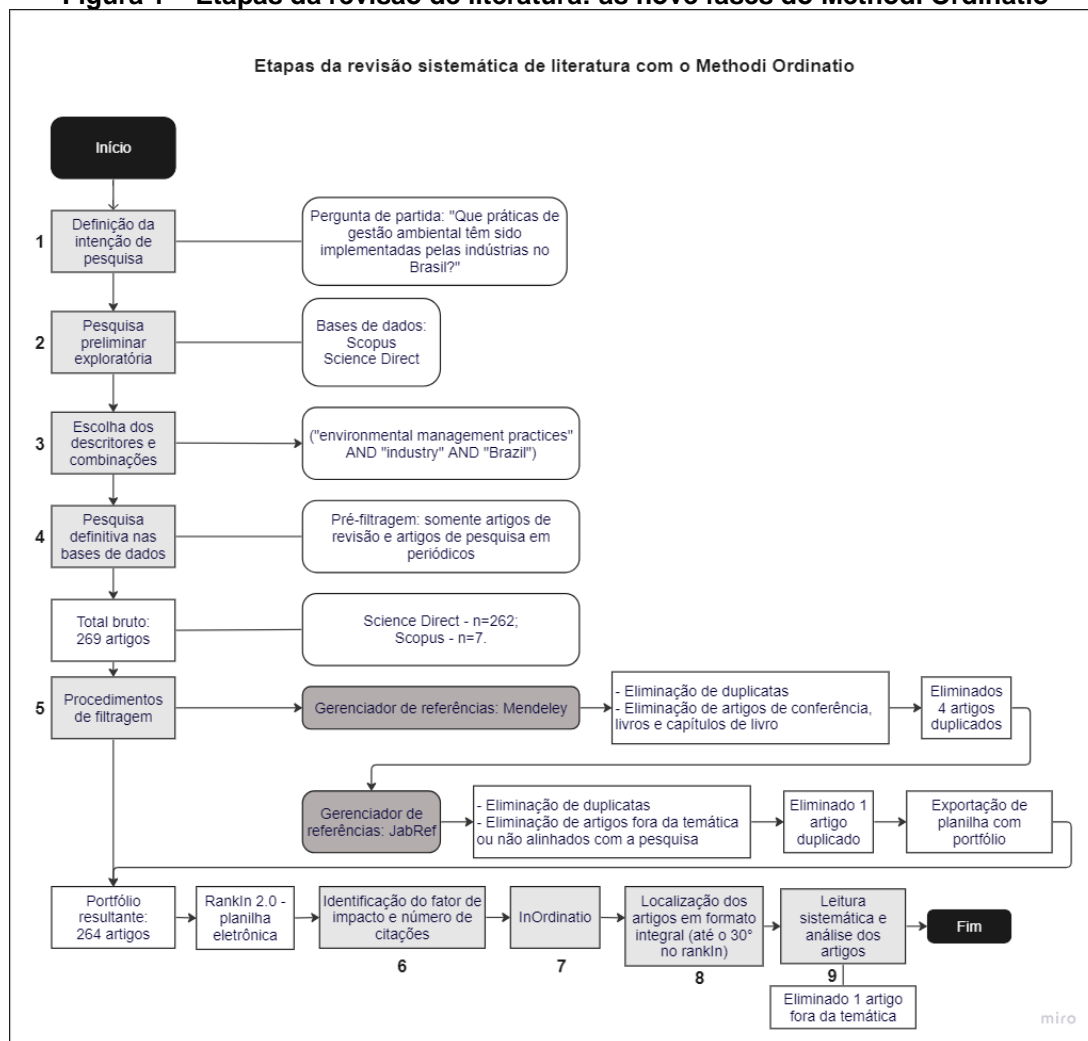
A busca resultou em um total bruto de 269 artigos (Science Direct - n=262; Scopus – n=7; Web of Science – n=1). O resultado foi considerado satisfatório, logo, não foram ampliadas as bases de dados. Como gerenciador de referências foi utilizado o software Mendeley, para armazenamento dos dados e eliminação de artigos duplicados (total de duplicatas: 4),

resultando em 265 artigos. O portfólio construído no software Mendeley foi transferido para o segundo gerenciador de referências, o JabRef, em que foi feita mais uma verificação de presença de duplicatas (total de duplicatas: 1) e trabalhos fora da temática. Concluídos os procedimentos de filtragem, chegou-se em 264 artigos, passando-se, então, para a planilha rankIn versão 2.0, disponibilizada pelos autores do Methodi Ordinatio, para identificação do fator de impacto das publicações (last year JCR ou SJR). O número de citações foi obtido no Google Scholar (<http://scholar.google.com>) em 28 e 29 de julho de 2023.

A classificação dos artigos do portfólio foi realizada com o uso da equação InOrdinatio2.0 (PAGANI *et al.*, 2022), tendo sido selecionados os 30 primeiros colocados no rankIn para a busca em formato integral e leitura sistemática. Um artigo ainda foi eliminado por estar fora da temática.

A aplicação das nove etapas do Methodi Ordinatio está apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Etapas da revisão de literatura: as nove fases do Methodi Ordinatio



Fonte: Elaboração própria (2023)

3. Referencial Teórico

3.1 Sustentabilidade e competitividade

A sustentabilidade representa uma corrente administrativa de grande relevância na construção das estratégias organizacionais da atualidade. No entanto, ainda não foi

estudada a capacidade de conferir à sustentabilidade uma dimensão dinâmica e integrada à estratégia empresarial, como um ativo do negócio. As capacidades dinâmicas estão relacionadas com a adaptação da organização a diferentes demandas e suas respostas em termos de práticas inovadoras. Nesse sentido, cada vez mais as organizações têm buscado preencher essa lacuna e tornar a sustentabilidade uma capacidade dinâmica, integrada à estratégia do negócio (AMUI *et al.*, 2017).

O gerenciamento ambiental possui dois lados para as empresas. Ao passo que a conformidade para com os regulamentos ambientais envolve custos para as empresas, por outro lado, é possível, que as organizações que adotam uma abordagem proativa e dinâmica para gerenciar seu desempenho ambiental sejam capazes de obter benefícios advindos das práticas sustentáveis. Um exemplo é a redução de desperdícios e economia de insumos e energia; ao mesmo tempo que a poluição e o impacto ambiental é reduzido, recursos financeiros também são poupados, propiciando melhor desempenho ambiental e de mercado (RAMANATHAN *et al.*, 2017).

Para que a sustentabilidade se torne uma vantagem competitiva, ela precisa fazer parte da estratégia, de forma dinâmica e inovadora (AMUI *et al.*, 2017).

3.2 Cadeia de suprimentos e sustentabilidade

Uma preocupação crescente tem sido demonstrada pelas empresas nas últimas décadas quanto ao impacto ambiental dos seus sistemas fabris. Como resposta, o GSCM (Green Supply Chain Management) foi considerado como uma opção para aliar a redução do impacto ambiental com a melhoria do desempenho organizacional (VANALLE *et al.*, 2017).

O gerenciamento da cadeia de suprimentos verde (GSCM) é uma abordagem proativa que permite que as organizações melhorem seu desempenho ambiental e obtenham vantagens competitivas, enquanto atendem a rigorosos requisitos e regulamentações ambientais, e respondem a preocupações da comunidade em que está inserida (GOVINDAN; KHODAVERDI; VAFADARNIKJOO, 2015).

A tendência atual em torno da sustentabilidade ambiental é que as empresas vão além de atividades verdes internas, se expandindo para o GSCM. Essa expansão é justificada pelos custos de transação e impactam positivamente no desempenho da empresa. As práticas de gestão aplicadas ao GSCM envolvem desde o design do produto até a fabricação, embalagem e até o serviço pós-venda. Logo, abrangem todo o ciclo de vida do produto com vistas à sustentabilidade (FANG; ZHANG, 2018).

A globalização e a população mundial vêm crescendo, impactando diretamente na sustentabilidade das cadeias de abastecimento. Na indústria de alimentos, a sustentabilidade é função de características de toda a cadeia de abastecimento, desde a produção do alimento, como ele é processado, transportado e consumido. A coordenação dos membros dessa cadeia é complexa, de forma que o desperdício de alimentos tem aumentado (GOVINDAN, 2018).

O desperdício é um fator crítico para a sustentabilidade, portanto, cada parte interessada deve contribuir influenciando e incentivando comportamentos sustentáveis de seus clientes, fornecedores e demais parceiros. Um termo pertinente à indústria de alimentos é o consumo e produção sustentáveis (SCP - Sustainable consumption and production), que presume metas e padrões a serem alcançados em torno da redução do desperdício (GOVINDAN, 2018).

Geng, Mansouri e Aktas (2017) estudaram o gerenciamento da cadeia de suprimentos verde, observando as práticas aplicadas em empresas manufatureiras de economias emergentes asiáticas, e sua relação com o desempenho empresarial. Os achados indicam

que as práticas de GSCM melhoram o desempenho da empresa, nos aspectos: econômico, ambiental, operacional e social. Ainda, essa relação prática-desempenho é moderada por outros fatores, tais como o tamanho e tipo de indústria, certificações ISO e orientação para exportação (GENG; MANSOURI; AKTAS, 2017).

Vanalle *et al.* (2017) investigaram a gestão da cadeia de suprimentos verde no setor automotivo brasileiro. Os resultados demonstraram que as práticas de GSCM estão positivamente relacionadas com o desempenho econômico e ambiental da cadeia produtiva estudada.

Existem pressões institucionais que estão impulsionando os fornecedores da cadeia de suprimentos automotiva brasileira a buscarem práticas verdes de gestão. Entre essas pressões estão: a declaração de missão das empresas, os avanços no desenvolvimento de produtos e embalagens ecologicamente corretos por parte dos fornecedores, a parceria ambiental com os fornecedores, e o custo das embalagens ecologicamente corretas (VANALLE *et al.*, 2017).

Govindan, Khodaverdi e Vafadarnikjoo (2015) aplicaram o método DEMATEL (decision-making trial and evaluation laboratory) baseado em fuzzy intuitivo em um estudo de caso da indústria automotiva. O método DEMATEL avalia as práticas de GSCM e identifica aquelas que melhoram o desempenho ambiental e econômico. No caso estudado, as práticas de GSCM mais significativas foram: suporte interno à gestão, compras verdes e certificação ISO 14001.

Kannan, de Sousa Jabbour, e Jabbour (2014) propuseram um framework utilizando Fuzzy TOPSIS para selecionar fornecedores verdes com base em práticas de GSCM para uma indústria eletrônica brasileira. Foram indicados quatro critérios dominantes: comprometimento da alta administração com a GSCM; projetos de produtos que reduzem, reutilizam, reciclam ou recuperam materiais, componentes ou energia; cumprimento dos requisitos legais ambientais e programas de auditoria; e projetos de produtos que evitam ou reduzem o uso de materiais tóxicos ou perigosos (KANNAN; DE SOUSA JABBOUR; JABBOUR, 2014).

Dentro da ótica integradora, Jabbour e de Sousa Jabbour (2016) propõem uma estrutura sinérgica que integre dois temas emergentes: gerenciamento verde de recursos humanos (GHRM - Green Human Resource Management) e gerenciamento verde da cadeia de suprimentos (GSCM - Green Supply Chain Management).

A sustentabilidade na indústria de petróleo e gás também foi estudada pela ótica da cadeia de suprimentos. Mesmo com os impactos ambientais negativos, a economia mundial é fortemente dependente dos combustíveis fósseis. Um gerenciamento mais sustentável da cadeia de suprimentos de petróleo e gás podem auxiliar na mitigação dos impactos ambientais. As empresas do setor devem utilizar suas capacidades internas em uma abordagem proativa no gerenciamento de riscos. Também é interessante explorar possíveis sinergias envolvendo stakeholders, como formuladores de políticas, colegas do setor, fornecedores e comunidades locais, pois as interações entre membros da cadeia de suprimentos ajudam as empresas a lidar com pressões externas e incertezas (AHMAD *et al.*, 2017).

Existe uma relação de sinergia entre as inovações de processo e as práticas verdes e enxutas, o que impulsiona o aumento da performance ambiental na cadeia de suprimentos. Exemplos de práticas enxutas são: just-in-time (JIT), redução do tempo de set-up, manufatura celular, eliminação de desperdícios. Pode-se citar como exemplos de práticas verdes o ecodesign, avaliação do ciclo de vida, fabricação verde, logística reversa e gerenciamento de resíduos. Já a inovação de processo não contribui diretamente para a melhoria no desempenho da cadeia de suprimentos verde de forma isolada, porém, em

conjunto com as práticas enxutas e verdes o efeito destas é amplificado, com maior taxa de retorno (CHERRAFI *et al.*, 2018).

Apesar de relativamente novo, o conceito enxuto e verde, que evoluiu do pensamento enxuto, ainda não está totalmente claro para as organizações. O objetivo é que os negócios sejam sustentáveis reduzindo o desperdício e melhorando a eficiência do uso de recursos, posteriormente minimizando os custos. A eficiência no uso de recursos e a redução do desperdício estão intimamente relacionados com questões ambientais críticas, como a poluição. Outro ponto relevante é o aspecto social, já que o pensamento enxuto exerce um papel de capacitar ativamente as pessoas e incentivá-las a contribuir proativamente com ideias e iniciativas. Mais um ponto de conexão entre a gestão verde e a gestão enxuta é o kaizen, cuja abordagem de melhoria contínua é inerente ao sistema de gestão ambiental (CALDERA; DESHA; DAWES, 2017).

3.3 Recursos humanos e sustentabilidade

Pham *et al.* (2019) concentraram sua pesquisa na gestão ambiental e gestão de recursos humanos na indústria hoteleira, em uma visão integradora, chamada de gerenciamento verde de recursos humanos (GHRM - green human resource management). Nessa perspectiva, o comportamento dos trabalhadores é essencial para a eficiência dos programas ambientais, de forma que o treinamento verde é visto como ponto chave para impulsionar o comportamento verde voluntário por parte dos funcionários. Esse maior engajamento potencializa o desempenho ambiental da organização (PHAM *et al.*, 2019).

A operacionalização do GHRM requer investimento em treinamento, gerenciamento de desempenho e envolvimento dos funcionários. Como contrapartida desse investimento, o melhor desempenho ambiental tende a melhorar a reputação da organização e o desempenho financeiro. Atividades como treinamento em classificação e identificação de resíduos, redução de emissões, economia de água e energia, são exemplos de ações práticas que podem melhorar o desempenho ambiental dos trabalhadores e das empresas. Para fortalecer a cultura organizacional em torno do tema, é recomendado que as organizações criem canais de comunicação com seus trabalhadores, como caixas de sugestões que incentivem as ideias sustentáveis (PHAM *et al.*, 2019).

Em outro estudo abordando a indústria hoteleira, Haldorai, Kim e Garcia (2022) identificaram que o compromisso da alta administração e o capital intelectual verde trazem impactos na gestão verde de recursos humanos e no desempenho ambiental.

Essas práticas também podem ser aplicadas por vários setores industriais, já que o fator humano é sabidamente imprescindível para o sucesso de qualquer estratégia empresarial.

3.4 Sustentabilidade e integração de sistemas

Existe uma grande demanda por práticas sustentáveis por parte das indústrias, porém existe uma lacuna nos sistemas de gestão da sustentabilidade. Além disso, as empresas costumam ter dificuldades em trabalhar com sistemas integrados (SOUZA; ALVES, 2018).

Visando suprir essa lacuna, Souza e Alves (2018) propuseram um sistema para melhorar a sustentabilidade empresarial visando a produção mais limpa, o Lean-Integrated Management System for Sustainability Improvement (LIMSSI), integrando de forma inovadora a qualidade, meio ambiente, responsabilidade social e sistemas de gestão de saúde e segurança do trabalho com o sistema de manufatura enxuta. O sistema aborda os tradicionais elementos do triple bottom line (econômico, ambiental e social) em um sistema fundamentado em normas internacionais, tais como ISO 9001, ISO 14001, ISO 26000 e OHSAS 18001. O sistema pressupõe o uso racional de recursos e energia, além de

envolver e capacitar as pessoas, para melhoria no desempenho da sustentabilidade corporativa e competitividade (SOUZA; ALVES, 2018).

3.5 Gestão de desperdícios e resíduos

Mais do que passivos ambientais, os resíduos sólidos são sinônimos de perdas para a organização. Grande parte dos resíduos advém do desperdício, que é o resultado do mau uso dos recursos disponíveis. Todo tipo de desperdício deve ser evitado ao máximo, pois se traduzem em ineficiência e custos desnecessários.

O desperdício de alimentos na indústria hoteleira é um desafio mundial, de grande importância social, econômica, política e ambiental, que permanece pouco estudado. A magnitude do problema aumenta com as dificuldades de classificação, caracterização e quantificação do desperdício. Embora haja experiências bem sucedidas de mitigação, não existe uma metodologia padronizada de análise do conteúdo e quantificação do volume dos alimentos desperdiçados, bem como um inventário global abrangente de boas práticas que possam ser universalmente adotadas (FILIMONAU; COTEAU, 2019).

O grande paradoxo do desperdício é que, ao passo que grande quantidade de alimento é desperdiçada e vai ao lixo, em diversos setores da economia, milhares de pessoas ao redor do mundo não têm suas necessidades alimentares básicas supridas. Mais do que uma questão ambiental e operacional, esse é um problema social, que com maiores esforços de coordenação poderiam ser pelo menos parcialmente mitigados.

Outro tipo de resíduo que poderia ser reutilizado ou transformado é o resíduo da construção e demolição.

A expansão da urbanização tem como consequência direta o aumento dos resíduos de construção e demolição, que é um dos principais problemas relacionados à indústria da construção. Tais resíduos impactam negativamente o meio ambiente. Além da questão do grande volume desses resíduos sendo aterrados, estimados em 35% em todo o mundo, existe a questão do esgotamento de recursos naturais, o que exige que a indústria da construção adote estratégias eficazes no gerenciamento dos resíduos, para que possa se manter ativa ao longo do tempo (KABIRIFAR *et al.*, 2020).

A indústria da construção pode atuar em duas frentes de sustentabilidade. A primeira é adotar estratégias para reduzir, reciclar e reutilizar os resíduos gerados; a segunda é o gerenciamento dos resíduos da construção e demolição pela perspectiva da sustentabilidade, envolvendo atitudes dos stakeholders, ciclo de vida e ferramentas de gerenciamento dos resíduos (KABIRIFAR *et al.*, 2020).

3.6 Paraísos da poluição

O equilíbrio entre desenvolvimento econômico e desenvolvimento sustentável pode ser um dilema em países em desenvolvimento.

Sarkodie e Strezov (2019) estudaram o efeito da entrada de investimentos externos em países em desenvolvimento na questão ambiental. Os autores validaram a hipótese do paraíso da poluição para países como China, Indonésia, Índia e África do Sul, já que a curva de Kuznets mostra um “U” invertido na relação entre o aumento da renda per capita e o aumento dos níveis de poluição e degradação ambiental. Isso porque a industrialização aumenta o consumo de energia e as emissões de gases de efeito estufa, por exemplo, além de que países desenvolvidos em geral possuem regulamentações mais rígidas quanto à preservação ambiental, tornando os países de menor renda e com menor rigor na legislação ambiental mais atrativos para indústrias consideradas mais poluentes. Logo, muitas vezes

a poluição é deslocada de países desenvolvidos para os países em desenvolvimento, que necessitam de investimentos estrangeiros para melhoria das condições econômicas e sociais locais (SARKODIE; STREZOV, 2019).

Para evitar esses efeitos adversos ao meio ambiente, é necessário um esforço no sentido de fazer a transferência de tecnologias limpas e melhorias nas práticas de trabalho e de gestão ambiental, de forma a auxiliar esses países a alcançarem os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), por meio da eficiência energética, energias limpas e renováveis (SARKODIE; STREZOV, 2019).

Acheampong, Adams e Boateng (2019) também encontraram evidências que corroboram com a hipótese da curva ambiental de Kuznets. Analisando países da África subsaariana, verificou-se que o crescimento populacional e aumento da renda estão relacionados com o aumento das emissões de carbono, e a abertura comercial aumenta a degradação ambiental. No entanto, as energias renováveis e o investimento estrangeiro contribuem para a redução das emissões de carbono (ACHEAMPONG; ADAMS; BOATENG, 2019).

4. Resultados e Discussão

O aumento da consciência ambiental contribui para que as empresas enfoquem o “go green” (HALDORAI; KIM; GARCIA, 2022). O crescimento populacional mundial e as mudanças climáticas se configuram como grandes desafios a serem enfrentados pelas indústrias de manufatura no futuro. Estando o consumo sustentável atrelado à produção sustentável, os objetivos do desenvolvimento sustentável só poderão ser alcançados se cada membro da cadeia produtiva fizer a sua contribuição (GOVINDAN, 2018).

Para serem competitivas, as organizações necessitarão cada vez mais tratar a sustentabilidade como uma capacidade dinâmica, o que passa obrigatoriamente pela responsabilidade ambiental e social (AMUI *et al.*, 2017). Oliveira *et al.* (2018) pontua que as empresas devem ir de uma postura reativa para uma estratégia proativa, em que as práticas de gestão ambiental façam parte da estratégia, da política e da cultura organizacional.

A pesquisa sobre Economia Circular (EC) de Jabbour *et al.* (2020), em empresas industriais brasileiras, indica falta clareza regulatória em torno do tema no país. Outro resultado interessante é que, diferentemente de outros países, no Brasil os stakeholders regulatórios não tiveram sua relevância totalmente confirmada, ao passo que os proprietários/acionistas foram os stakeholders mais influentes. Essa influência está presente na forma como as empresas tratam as barreiras e motivadores da economia circular. Isso significa que os proprietários podem adotar a EC para melhorar o desempenho sustentável e sua imagem, ao invés de apenas atender à conformidade regulatória, já que não existem políticas e estruturas formais para expandir a EC no Brasil. O estudo comprovou que a EC pode melhorar o desempenho sustentável das indústrias, que, caso tenham a posse prévia das certificações ISO 14001 e ISO 9001, percebem de uma forma diferente os benefícios da EC (JABBOUR *et al.* 2020).

Jabbour *et al.* (2013) avaliaram as relações entre gestão ambiental, desempenho operacional, manufatura enxuta e recursos humanos em indústrias automotivas brasileiras. A relação foi confirmada, sendo que a manufatura enxuta influencia mais a gestão ambiental do que os recursos humanos, e a gestão ambiental impacta positivamente sobre o desempenho operacional, embora a evidência seja estatisticamente fraca (JABBOUR *et al.*, 2013).

A análise da literatura mais atual e relevante sobre a gestão ambiental no Brasil denota que poucos estudos abordam práticas no país, no entanto, vários países em desenvolvimento,

com desafios semelhantes, têm sido objeto de estudo, o que torna possível uma comparação e benchmarking de boas práticas.

O termo mais frequente foi o GSCM, o que demonstra que a gestão ambiental pela abordagem da cadeia de abastecimento, de forma holística e integrada, é a tendência atual para que as empresas melhorem seu desempenho ambiental.

A avaliação do desempenho do GSCM pode ser realizada mediante seis critérios: econômico, logístico, operacional, organizacional, ambiental e de marketing. Esses critérios permitem uma abordagem holística da performance no contexto da economia circular. É fundamental avaliar toda a cadeia de abastecimento e não apenas uma empresa isoladamente (KAZANCOGLU; KAZANCOGLU; SAGNAK, 2018). Mardani *et al.* (2020) também se dedicaram a avaliar o GSCM, utilizando modelagem de equações estruturais.

De acordo com o avanço das indústrias em seu know-how para uma produção mais limpa, as relações entre o sistema de operações, a cadeia de suprimentos e o desempenho ambiental devem ser melhor compreendidas, já que se torna mais fácil obter um melhor desempenho ambiental quando a gestão de suprimentos e a produção enxuta estão alinhados (HAJMOHAMMAD *et al.*, 2013a), já que estes são o meio pelo qual os recursos são investidos em práticas ambientais (HAJMOHAMMAD *et al.*, 2013b).

As barreiras verdes e a escassez de recursos têm impulsionado as empresas a se tornarem mais sustentáveis. Países recém-industrializados, como é o caso dos BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China), têm aumentado sua preocupação em superar as barreiras verdes no comércio internacional. Um exemplo é a implementação da lei da economia circular, em 2009, na China. É fundamental que todos os elos da cadeia de suprimentos estejam engajados na melhoria contínua em todos os aspectos do ciclo de vida do produto, para que as expectativas do mercado possam ser atendidas ou superadas (LAI; WONG, 2012).

A formação ambiental de recursos humanos é imprescindível para o sucesso de qualquer prática de gestão ambiental e conservação de recursos naturais (JABBOUR, 2013). Portanto, o fator humano deve ser considerado em todos os programas de sustentabilidade, já que o comportamento verde é decisivo para que a sustentabilidade se torne parte institucionalizada da cultura organizacional.

O momento tecnológico atual demonstra um grande potencial sinérgico para aliar a Indústria 4.0 e a manufatura ambientalmente sustentável (DE SOUSA JABBOUR *et al.*; 2018). A possibilidade de análise aprofundada de dados coletados em tempo real em diferentes contextos torna a tomada de decisões e otimização de processos mais eficiente e eficaz. Ferramentas de simulação permitem que os impactos ambientais e sociais sejam avaliados ainda na fase de concepção de um produto, o que torna a gestão ambiental mais proativa e assertiva.

A avaliação do Brasil segundo índices de performance ambiental mostra que o país precisa melhorar aspectos relacionados à qualidade do ar, água e ar, bem como a exposição a metais pesados. Tais aspectos podem ser melhorados mediante pressões dos stakeholders para que as empresas adotem a EC (JABBOUR *et al.* 2020).

5. Conclusões

Para manter-se viáveis e lucrativas, as empresas precisam crescer dentro dos limites da legislação ambiental, bem como atender às exigências e expectativas dos diversos stakeholders. O avanço das discussões sobre sustentabilidade impulsiona o mercado consumidor e as comunidades em que as empresas estão inseridas a exigirem posturas responsáveis das empresas para com o meio ambiente e a sociedade. Dessas novas posturas podem surgir vantagens competitivas.

A literatura mais atual sobre a temática estudada aponta que a tendência principal é a aplicação do GSCM como prática de gestão ambiental, de forma sistêmica e integrada.

O Brasil, assim como outros países, deve reduzir sua dependência de combustíveis fósseis e investir mais em energias limpas e renováveis. Existem oportunidades a serem exploradas no campo das energias limpas, o que é interessante do ponto de vista ambiental e econômico. Além disso, a disponibilidade de diferentes matrizes energéticas é um diferencial estratégico que permite o desenvolvimento sustentável ao longo do tempo.

Assim como em outros países em desenvolvimento, existem desafios que podem dificultar as práticas verdes nas indústrias brasileiras, como a instabilidade política e econômica, conscientização ambiental ainda incipiente, fiscalização governamental insuficiente, custos elevados e busca pela competitividade.

A construção de um futuro mais sustentável passa pela cooperação entre setor público, privado e sociedade civil. É essencial que as organizações estejam engajadas e comprometidas com a melhoria contínua de suas práticas de gestão ambiental, visando o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação dos recursos naturais.

Referências

ACHEAMPONG, A. O.; ADAMS, S.; BOATENG, E. Do globalization and renewable energy contribute to carbon emissions mitigation in Sub-Saharan Africa? **Science of the Total Environment**, v.677, p. 436-446, 2019.

AHMAD, W. N. K. W.; REZAEI, J.; SADAGHIANI, S.; TAVASSZY, L. A. Evaluation of the external forces affecting the sustainability of oil and gas supply chain using Best Worst Method. **Journal of Cleaner Production**, v.153, p. 242-252, 2017.

AMUI, L. B. L.; JABBOUR, C. J. C.; DE SOUSA JABBOUR, A. B. L.; KANNAN, D. Sustainability as a dynamic organizational capability: a systematic review and a future agenda toward a sustainable transition. **Journal of Cleaner Production**, v.142, p. 308-322, 2017.

CALDERA, H. T. S.; DESHA, C.; DAWES, L. Exploring the role of lean thinking in sustainable business practice: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v.167, p. 1546-1565, 2017.

CHERRAFI, A.; GARZA-REYES, J. A.; KUMAR, V.; MISHRA, N.; GHOBADIAN, A.; ELFEZAZI, S. Lean, green practices and process innovation: A model for green supply chain performance. **International Journal of Production Economics**, v.206, p. 79-92, 2018.

DE OLIVEIRA, U. R.; ESPINDOLA, L. S.; DA SILVA, I. R.; DA SILVA, I. N.; ROCHA, H. M. A systematic literature review on green supply chain management: Research implications and future perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v.187, p. 537-561, 2018.

DE SOUSA JABBOUR, A. B. L.; JABBOUR, C. J. C.; FOROPON, C.; FILHO, M. G. When titans meet – Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. **Technological Forecasting & Social Change**, v.132, p. 18-25, 2018.

FANG, C.; ZHANG, J. Performance of green supply chain management: A systematic review and meta analysis. **Journal of Cleaner Production**, v.183, p. 1064-1081, 2018.

FILIMONAU, V.; COTEAU, D. A. D. Food waste management in hospitality operations: A critical review. **Tourism Management**, v.71, p. 234-245, 2019.

GENG, R.; MANSOURI, S. A.; AKTAS, E. The relationship between green supply chain management and performance: A meta-analysis of empirical evidences in Asian emerging economies. **Int. J. Production Economics**, v.183, p. 245-258, 2017.

GOVINDAN, K. Sustainable consumption and production in the food supply chain: A conceptual framework. **International Journal of Production Economics**, v.195, p. 419-431, 2018.

GOVINDAN, K.; KHODAVERDI, R.; VAFADARNIKJOO, A. Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing green practices and performances in a green supply chain. **Expert Systems with Applications**, v.42, p. 7207-7220, 2015.

HAJMOHAMMAD, S.; VACHON, S.; KLASSEN, R. D.; GAVRONSKI, I. Lean management and supply management: their role in green practices and performance. **Journal of Cleaner Production**, v.39, p. 312-320, 2013a.

HAJMOHAMMAD, S.; VACHON, S.; KLASSEN, R. D.; GAVRONSKI, I. Reprint of Lean management and supply management: their role in green practices and performance. **Journal of Cleaner Production**, v.56, p. 86-93, 2013b.

HALDORAI, K.; KIM, W. G.; GARCIA, R. L. F. Top management green commitment and green intellectual capital as enablers of hotel environmental performance: The mediating role of green human resource management. **Tourism Management**, v.88, p. 104431, 2022.

JABBOUR, C. J. C.; DE SOUSA JABBOUR, A. B. L.; GOVINDAN, K.; TEIXEIRA, A. A.; DE SOUSA FREITAS, W. R. Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing. **Journal of Cleaner Production**, v.47, p. 129-140, 2013.

JABBOUR, C. J. C.; DE SOUSA JABBOUR, A. B. L. Green Human Resource Management and Green Supply Chain Management: linking two emerging agendas. **Journal of Cleaner Production**, v.112, Part 3, p.1824-1833, 2016.

JABBOUR, C. J. C. Environmental training in organisations: From a literature review to a framework for future research. **Resources, Conservation and Recycling**, v.74, p. 144-155, 2013.

JABBOUR, C. J. C.; SEURING, S.; DE SOUSA JABBOUR, A. B. L.; JUGEND, D.; FIORINI, P. D. C.; LATAN, H.; IZEPPI, W. C. Stakeholders, innovative business models for the circular economy and sustainable performance of firms in an emerging economy facing institutional voids. **Journal of Environmental Management**, v.264, p. 110416, 2020.

KABIRIFAR, K.; MOJTAHEDI, M.; WANG, C.; TAM, V. W. Y. Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies

for effective waste management: A review. **Journal of Cleaner Production**, v.263, p. 121265, 2020.

KANNAN, D.; DE SOUSA JABBBOUR, A. B. L.; JABBOUR, C. J. C. Selecting green suppliers based on GSCM practices: Using fuzzy TOPSIS applied to a Brazilian electronics company. **European Journal of Operational Research**, v.233, p. 432-447, 2014.

KAZANCOGLU, Y.; KAZANCOGLU, I.; SAGNAK, M. A new holistic conceptual framework for green supply chain management performance assessment based on circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v.195, p. 1282-1299, 2018.

LAI, K. -H.; WONG, C. W. Y. Green logistics management and performance: Some empirical evidence from Chinese manufacturing exporters. **Omega**, v.40, p. 267-282, 2012.

MARDANI, A.; KANNAN, D.; HOOKER, R. E.; OZKUL, S.; ALRASHEEDI, M.; TIRKOLAEI, E. B. Evaluation of green and sustainable supply chain management using structural equation modelling: A systematic review of the state of the art literature and recommendations for future research. **Journal of Cleaner Production**, v.249, p. 119383, 2020.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109–2135, 12 set. 2015.

PAGANI, R. N., PEDROSO, B., SANTOS, C. B., PICININ, C. T., KOVALESKI, J. L. Methodi Ordinatio 2.0: revisited under statistical estimation, and presenting FInder and RankIn. **Quality & Quantity**, v. 1, p. 1-40, nov. 2022.

PHAM, N. T.; TUČKOVÁ, Z.; JABBOUR, C. J. C. Greening the hospitality industry: How do green human resource management practices influence organizational citizenship behavior in hotels? A mixed-methods study. **Tourism Management**, v.72, p. 386-399, 2019.

RAMANATHAN, R.; HE, Q.; BLACK, A.; GHOBADIAN, A.; GALLEAR, D. Environmental regulations, innovation and firm performance: A revisit of the Porter hypothesis. **Journal of Cleaner Production**, v.155, p. 79-92, 2017.

SARKODIE, S. A.; STREZOV, V. Effect of foreign direct investments, economic development and energy consumption on greenhouse gas emissions in developing countries. **Science of the Total Environment**, v.646, p. 862-871, 2019.

SOUZA, J. P. E.; ALVES, J. M. Lean-integrated management system: A model for sustainability improvement. **Journal of Cleaner Production**, v.172, p. 2667-2682, 2018.

VANALLE, R. M.; GANGA, G. M. D.; FILHO, M. G.; LUCATO, W. C. Green supply chain management: An investigation of pressures, practices, and performance within the Brazilian automotive supply chain. **Journal of Cleaner Production**, v. 151, p. 250-259, 2017.