



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

## Estratégias de pesquisa para avaliação e implementação de boas práticas ambientais no setor industrial

Helen Cristini de Medeiros Manes<sup>1</sup> (IC)\*, Denise Moreira Gasparotto<sup>1</sup> (PQ), Lúcia Loreto Lacerda<sup>1</sup> (PQ). \* [helencristinimanes@gmail.com](mailto:helencristinimanes@gmail.com)

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense, campus Araquari-SC.

*Palavras-Chave:* Indústria, Meio Ambiente, Resíduos.

**Área Temática:** Educação Ambiental

**RESUMO:** Este trabalho investiga o impacto ambiental da indústria e busca soluções para reduzir a geração de resíduos. A pesquisa se concentrou em métodos práticos e de baixo custo para diminuir o consumo de energia e a produção de lixo industrial, explorando também o conceito de "indústria verde". A revisão bibliográfica analisou estudos recentes, entre 2015 e 2024, sobre sustentabilidade industrial, com foco em soluções tecnológicas e práticas de gestão ambiental. Os resultados indicam que, embora haja avanços, há pouca discussão sobre alternativas ecológicas como a logística reversa. A pesquisa conclui que é fundamental um compromisso contínuo com a implementação de políticas e práticas sustentáveis para enfrentar os desafios ambientais da indústria.

### CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A indústria muitas vezes envolve processos que consomem grandes quantidades de energia e provocam resíduos indesejados. As atividades industriais, ao mesmo tempo em que impulsionam o crescimento econômico e tecnológico, também representam uma ameaça significativa ao meio ambiente. Os resíduos industriais, se não descartados ou reutilizados adequadamente, podem contaminar solo, água e ar, prejudicando o meio ambiente e a saúde humana aos poucos.

O impacto ambiental dessas atividades já é evidente na atualidade, com inúmeros exemplos de degradação ambiental diretamente relacionados aos resíduos industriais despejados de forma inadequada. Além disso, é possível prever as consequências futuras ainda mais graves, caso as indústrias continuem priorizando exclusivamente a economia e o lucro imediato, sem considerar práticas sustentáveis e de menor impacto ambiental.

Diante deste cenário, diretores de variadas empresas ainda não entendem a importância da sustentabilidade no mundo e não exploram novas mudanças nos seus meios de produção. É fundamental refletir sobre o futuro do nosso ecossistema e identificar planejamentos eficazes para conter o lixo industrial. Esta pesquisa visa proporcionar uma compreensão aprofundada dos impactos ambientais provocados pelas atividades industriais e discutir estratégias viáveis para reduzir a geração de resíduos.

Apoio

Página | 1



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

## DESENVOLVIMENTO/FUNDAMENTAÇÃO

Visando explorar esse assunto, devemos compreender primeiramente o que é um resíduo industrial. O lixo fabril refere-se aos materiais gerados durante os processos produtivos, incluindo substâncias químicas, materiais orgânicos, metais, plásticos, entre outros.

Para minimizar os impactos ambientais do lixo industrial, é fundamental que as indústrias realizem uma gestão eficaz dos resíduos. Primeiro, a coleta e o transporte desses resíduos devem ser feitos de forma a evitar a contaminação do meio ambiente. Em seguida, processos como incineração, compostagem ou tratamentos químicos são aplicados para reduzir os riscos e preparar os materiais para reciclagem. Por fim, os rejeitos que não podem ser reciclados são descartados em aterros sanitários apropriados. Para abordar adequadamente este tema, optou-se por discutir inicialmente as normas geradas pela legislação brasileira.

## GESTÃO LEGAL DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

No Brasil existe a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que se dedica a definir normas técnicas que visam padronizar processos e garantir qualidade, segurança e eficiência. Conforme a NBR 10004:2004, é essencial para gerenciar e separar adequadamente os resíduos gerados pelos diversos serviços e atividades produtivas, pois é fundamental para definir as estratégias de manuseio, transporte, tratamento e disposição final de cada tipo de resíduo. Essa norma busca minimizar os impactos ambientais adversos, além de orientar as empresas no cumprimento das regulamentações ambientais vigentes. Nesta classificação temos 3 categorias.

Classe I (Perigosos) são aqueles que apresentam risco significativo à saúde pública e ao meio ambiente devido à sua inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. Existe também a Classe II (Não Perigosos), subdivididos em Classe IIA (Não Inertes) no caso não são perigosos mas podem se decompor, liberando gases ou líquidos que possam contaminar o meio ambiente e Classe IIB (Inertes) são aqueles que não alteram suas propriedades e não mostram perigo nenhum (ABNT, 2004).

A Lei 12.305/2010, conhecida como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é um avanço para o Brasil, ela estabelece diretrizes, objetivos e instrumentos para a introduzir e gerenciar ambientalmente os resíduos sólidos, incluindo a prevenção e a redução na fonte da geração de resíduos, a prática de hábitos de consumo sustentável, a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos, e a visão de resíduos como um potencial recurso a ser aproveitado (Congresso Nacional, 2010).

Entre os principais instrumentos da PNRS estão os planos de gerenciamento de resíduos sólidos, que devem ser elaborados por causador de resíduos e prefeituras, e o incentivo à logística reversa, que é o retorno de produtos após o consumo para reaproveitamento, reciclagem ou disposição final ambientalmente adequada. A lei também estabelece metas para a eliminação dos lixões e a

Apoio

Página | 2



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

implantação de aterros sanitários controlados, além de promover a inclusão social e a valorização dos catadores de materiais recicláveis (Congresso Nacional, 2010).

### IMPACTO AMBIENTAL E FISCALIZAÇÃO

Os resíduos industriais, se não manejados de forma apropriada, tornam-se um malefício, sendo o refugo um dos principais responsáveis pela poluição ambiental. A indústria teve um rápido desenvolvimento no crescimento econômico, pois a produção aumentou junto da demanda. Para alcançar a utopia da sustentabilidade, podemos fundamentar nossa avaliação em quatro pilares fundamentais: ser ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e capaz de preservar a riqueza cultural local (MCDonough; Braungart, 2013). Isso faz com que a sociedade aos poucos note o impacto que traz as matérias primas utilizadas e seus efluentes.

Segundo uma pesquisa feita pelo IBGE em 2005, entre os 1.224 municípios pesquisados, 38% informaram que a causa mais apontada da ocorrência de poluição do ar nessas cidades foram feitas por processos industriais. As queimadas por atividades industriais chegam a 46% em cidades menores, já nas cidades com mais de 100 mil habitantes alcança os 66% de queimadas causadas por esses processos. O despejo de resíduos industriais, óleos ou graxas (inclusive derramamento de petróleo) foi apontado por 521 municípios como uma das principais causas de poluição da água. A contaminação de solo também é um incômodo para 33% dos municípios brasileiros, e as maiores proporções de ocorrências foram no Sul e Sudeste: 50% e 34%, respectivamente. Sendo a principal causa da contaminação de solo (63%), o uso de fertilizantes e agrotóxicos (IBGE, 2005).

### IMPACTO DA INDÚSTRIA DA MODA

O setor da indústria têxtil e de moda no Brasil exerce uma função essencial na economia do país, dando emprego a 1,7 milhão de pessoas em mais de 27 mil empresas. O Brasil é responsável por 2,4% da produção global de têxteis e 2,6% de vestuário. No entanto, essa indústria opera de um só modo que explora recursos naturais e provoca resíduos e poluição, como a emissão de CO<sub>2</sub> e o desperdício de água (Costa; Broega, 2022).

De acordo com o relatório da Global Fashion Agenda (GFA) e da Boston Consulting, em 2015 a indústria têxtil foi responsável por consumir 79 bilhões de metros cúbicos de água, emitiu 1.715 milhões de toneladas de dióxido de carbono e gerou 92 milhões de toneladas de resíduos têxteis. O relatório também projeta que esses números podem aumentar em 50% até 2030 (Kerr; Landry, 2017).

Segundo a reportagem - The fast fashion graveyard in Chile's Atacama Desert, (BBC NEWS, 2022), 60.000 toneladas de roupas usadas que são enviada para o Chile a cada ano, principalmente dos EUA, Europa ou Ásia, para a venda novamente no mercado, mas apenas 15% é realmente reutilizada, as restantes 51.000 toneladas são deixadas em lixeiras no deserto do Atacama, na maioria são vestuário de Poliéster ou suas misturas, que acabam sendo incinerados a céu aberto, a libertação de gases



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

tóxicos traz impacto as populações locais. Com estes dados fica clara a necessidade urgente de mudanças na produção dessas indústrias têxteis, na confecção de produtos afins e principalmente nas matérias-primas utilizadas atualmente.

As pesquisas da Levis (2015) mostram que uma única peça de calça jeans pode consumir 11 mil litros de água, 400.000 quilowatts de energia e 32 quilos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Novos materiais vêm sendo investigados utilizando matérias-primas renováveis, naturais de resíduos e de plantas ou sem valor comercial para o consumo humano. Essas novas tecnologias e descobertas abrem caminho e criam oportunidades de inovações para o setor têxtil, assim como para a indústria da moda e do design, mas, como em qualquer outra área, essa exploração deve ser realizada de forma sustentável, para evitar mais um desequilíbrio.

### IMPACTO DA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

A sustentabilidade nas cadeias produtivas e de suprimento é crucial para garantir práticas responsáveis em todas as etapas do processo produtivo. Giordano (2005) enfatiza a importância de usar matérias-primas de maneira que não degradem o meio ambiente, promovendo práticas que sejam ambientalmente responsáveis e socialmente aceitas.

Os métodos de produção devem refletir uma abordagem integrada, considerando não apenas o valor econômico, mas também os valores ambientais e sociais. Práticas sustentáveis incluem o uso racional de recursos e o respeito à legislação ambiental (Santos *et al.*, 2011). A colaboração e a articulação entre os membros da cadeia produtiva são essenciais para melhorar a sustentabilidade, como ressaltado por Silva (2016), especialmente em setores complexos como o de carne bovina.

A gestão do descarte também é vital, exigindo práticas adequadas para reduzir a contaminação e as emissões de gases, e garantir que os resíduos sejam geridos de forma a minimizar o impacto ambiental. A crescente pesquisa sobre sustentabilidade no Brasil, como ressaltado por Gold (2016), reflete um aumento na conscientização sobre esses temas. A integração de práticas sustentáveis é fundamental para atender a todas as dimensões da sustentabilidade, incluindo a colaboração e o impacto social, especialmente em setores de grande impacto socioeconômico como o agronegócio.

### IMPACTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

No setor de construção civil, apesar dos esforços para promover práticas sustentáveis, muitas empresas ainda enfrentam dificuldades para implementar essas práticas de forma eficaz (Tozzi, 2021). A construção civil desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico, mas também gera impactos ambientais significativos, especialmente devido aos resíduos sólidos de construção e demolição (RCD), que representam até 70% dos resíduos totais (Pinto, 1999).



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

## SOLUÇÕES PARA UMA INDÚSTRIA 4.0 SUSTENTÁVEL

A atividade industrial é considerada a segunda maior geradora de impactos ambientais (Riegel; Staudt; Daroit, 2015). Essa atividade provoca problemas como a poluição de corpos hídricos, devastação florestal, poluição atmosférica, aquecimento global e impactos na saúde humana, na fauna e na flora.

O equilíbrio entre os sistemas econômicos e sociais depende da manutenção dos recursos naturais, e é neste contexto que a sustentabilidade deve se firmar. A indústria moderna, ao atender à crescente demanda da sociedade, contribui simultaneamente para a manipulação ambiental, comprometendo a sustentabilidade (Schreiber, 2023).

A Manufatura Verde surge como uma alternativa ao avanço industrial, incorporando práticas de produção que visam preservar recursos e mitigar os impactos ambientais. Esses produtos “verdes” são desenvolvidos a partir de resíduos reciclados ou métodos mais eficientes no uso de recursos naturais, humanos e não renováveis (Schreiber, 2023).

A Manufatura Verde também abrange tecnologias sustentáveis, como energia fotovoltaica e eólica, e incentiva a reutilização de materiais, evitando o descarte incorreto. O conceito evoluiu ao longo do tempo, acompanhando a mudança nas práticas de gestão ambiental, que passaram de corretivas para preventivas (Silva, 2016).

Schreiber (2023) identifica três razões principais para adotar a Produção Verde: eficiência ecológica, participação no mercado e conformidade com normas governamentais. A eficiência ecológica envolve produzir com menos desperdício, o que é tanto ecológico quanto economicamente vantajoso. Além disso, a responsabilidade ambiental é valorizada pelos consumidores.

A Manufatura Verde deve ser aplicada em todas as etapas da cadeia produtiva, desde o planejamento até a distribuição do produto final. Schreiber (2023) propõem a revisão de avaliações para avaliar quantitativamente os resultados da Manufatura Verde.

Por fim, Schreiber (2023) ainda destaca dois aspectos da insustentabilidade do paradigma industrial atual: os impactos ambientais e o uso de recursos não renováveis. Eles sugerem a necessidade de compensar os sistemas operacionais de produção e considerar tecnologias emergentes para criar fábricas mais eficientes e ambientalmente responsáveis.

## APLICAÇÃO DE FIBRAS NATURAIS NA INDÚSTRIA DE MOBILIDADE

As fibras vegetais, como coco, sisal e curauá, estão sendo utilizadas como substitutos de materiais não renováveis na fabricação de peças automotivas mais leves e com boas propriedades físico-mecânicas. Essas fibras são estabelecidas de acordo com sua origem na planta, como frutos, caules, folhas ou sementes (Bressiani Júnior *et al.*, 2020).

Apoio

Página | 5



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

Mano (1999) diz que os compostos, que são materiais formados pela combinação de dois ou mais componentes, beneficiam as propriedades das fibras vegetais, exibindo características como baixa densidade, boa resistência ao choque e reforço do comportamento acústico. O uso de fibras naturais na indústria automotiva tem crescido devido à possibilidade de superação dos desafios como a alta absorção de umidade e baixa adesão entre a fibra e a matriz.

Implementado pelo governo federal para incentivar a eficiência energética e a inovação tecnológica na indústria automobilística brasileira. O uso dessas fibras está alinhado com a meta de redução de massa dos veículos, contribuindo para a economia de combustível (Silva *et al.*, 2009).

Além disso, temos exemplos de aplicação de fibras naturais na indústria automotiva, como o uso de juta e sisal em painéis e outros componentes internos dos veículos, destacando os benefícios ambientais e econômicos dessas práticas (Bressiani Júnior *et al.*, 2020).

## DISCUSSÃO

Os impactos ambientais de diversos setores evidenciam a necessidade urgente de práticas mais sustentáveis e inovadoras para mitigar os efeitos adversos sobre o meio ambiente. Cada setor estudado, desde a indústria têxtil e de moda até a construção civil e a automotiva, enfrenta desafios específicos, mas todos associados a uma missão fundamental para que a sustentabilidade deva ser uma prioridade.

Estudos mostram que a produção têxtil é uma grande fonte de emissão de CO<sub>2</sub> e geração de resíduos (Kerr; Landry, 2017). Iniciativas como a adoção de fibras naturais e a gestão responsável de resíduos, incluindo o programa Rota 2030, destacam o potencial para práticas mais sustentáveis, embora a implementação efetiva desses métodos ainda enfrenta desafios consideráveis (BBC NEWS, 2022). Por outro lado, a construção civil contribui significativamente para o impacto ambiental por meio da geração de resíduos sólidos de construção e demolição (RCD), que podem representar até 70% dos resíduos totais (Pinto, 1999).

O conceito de desenvolvimento sustentável, formalizado pelo Relatório Brundtland em 1987, oferece uma estrutura para entender a relação entre crescimento econômico e preservação ambiental. A Manufatura Verde surge como uma resposta a essa necessidade, focando na eficiência ecológica e na adoção de práticas que minimizem os impactos ambientais, refletindo uma evolução das práticas industriais de corretivas para preventivas (Silva, 2016).

Na indústria automotiva, o uso crescente de fibras naturais como coco e sisal demonstra um esforço para reduzir o impacto ambiental dos veículos, através da redução do peso e da melhoria da eficiência energética (Tozzi, 2021). O programa Rota 2030 incentiva a integração dessas práticas sustentáveis na fabricação de veículos, demonstrando um alinhamento com a necessidade de inovação tecnológica e redução dos impactos ambientais.



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

Embora os setores específicos apresentem desafios distintos, todos se beneficiam de uma abordagem integrada para a sustentabilidade. A indústria têxtil e a construção civil lidam com questões de resíduos e poluição, enquanto a indústria automotiva foca na eficiência e na inovação tecnológica. O desenvolvimento sustentável oferece uma base comum para abordar esses desafios, enfatizando a importância da integração de práticas responsáveis e inovação em todas as operações industriais.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os textos reafirmam a importância crescente da sustentabilidade nos setores industriais e como práticas sustentáveis podem mitigar os impactos ambientais negativos. Desde o conceito de Desenvolvimento Sustentável formalizado pelo Relatório Brundtland em 1987, observa-se que o equilíbrio entre as demandas presentes e a preservação dos recursos para futuras gerações continua sendo um desafio central. Apesar de avanços no cenário internacional e na promoção de práticas sustentáveis, como demonstrado por conferências e legislações ambientais, incluindo a Lei 12.305/2010 (Congresso Nacional, 2010).

A indústria têxtil e de moda, uma das maiores poluidoras, ilustra esses desafios, devido ao elevado consumo de água, emissão de CO<sub>2</sub> e geração de resíduos, como destacado por Kerr e Landry (2017). O problema do descarte inadequado de roupas, exemplificado pelo acúmulo de resíduos no deserto do Atacama (BBC NEWS, 2022), reforça a urgência de alternativas sustentáveis. A construção civil também enfrentou problemas ambientais críticos, com a produção de resíduos sólidos de construção e demolição (RCD) representando até 70% dos resíduos totais (Pinto, 1999).

Nesse contexto, a Manufatura Verde surge como uma estratégia promissora para reduzir os impactos ambientais, utilizando materiais reciclados e tecnologias sustentáveis para aumentar a eficiência ecológica e reduzir desperdícios. Esta abordagem reflete uma mudança nas práticas corretivas para preventivas na gestão ambiental (Silva, 2016), sinalizando um avanço rumo a uma indústria mais responsável.

No setor automotivo, a introdução de fibras naturais, como coco e sisal, visa substituir materiais não renováveis e reduzir o peso dos veículos, melhorando a eficiência energética e se alinhando ao programa Rota 2030 (Tozzi, 2021). Apesar dos benefícios ambientais e econômicos, o setor ainda enfrenta desafios quanto ao impacto ambiental mais amplo.

Em resumo, embora muitos setores estejam avançando em direção a práticas mais sustentáveis, ainda é necessário um esforço contínuo para integrar soluções, como a Fabricação Verde e o uso de materiais renováveis, em seus processos. A implementação de políticas e práticas sustentáveis é essencial para enfrentar os desafios ambientais de maneira abrangente e eficaz.



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004:** Resíduos Sólidos - Classificação. 2004. Rio de Janeiro/RJ.

BBC NEWS. **The fast fashion graveyard in Chile's Atacama Desert.** 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/av/world-60249712>. Acesso em: 19 nov. 2024.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 25 set. 2024.

BRESSIANI JÚNIOR, I. *et al.* Fibras naturais e compósitos nas indústrias de mobilidade. **MIX Sustentável**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 129–138, 2020. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n4.129-138. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/4075>. Acesso em: 19 dez. 2024.

COSTA, J. J.; BROEGA, A. C. A economia circular e a sustentabilidade dos materiais na indústria da moda. **Revista de Ensino em Artes, Moda e Design**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 1-26, 2022. DOI: 10.5965/25944630632022e2333. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/ensinarmode/article/view/22333>. Acesso em: 19 set. 2024.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **IBGE investiga o meio ambiente de 5.560 municípios brasileiros:** queimadas são a principal causa de poluição do ar nos municípios. Queimadas são a principal causa de poluição do ar nos municípios. 2005. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/12936-asi-ibge-investiga-o-meio-ambiente-de-5560-municipios-brasileiros>. Acesso em: 19 set. 2024.

GIORDANO, S. R. Gestão Ambiental no Sistema Agroindustrial. *In:* ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. **Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares:** indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

GOLD, S. Sustainable supply chain management research in Brazil. *In:* SILVA, M. E.; NASCIMENTO, L. F. M. (orgs.). **Sustentabilidade em Cadeias de Suprimento:** entre teoria e prática. Porto Alegre: ePUB (Online), 2016.

KERR, J.; LANDRY, J. **Pulse of the fashion industry.** Global Fashion Agenda & The Boston Consulting Group, 2017.

KULAK, C. M.; STEFANO, S. R.; KUHL, M. R. Institucionalização de Práticas de Sustentabilidade. **Revista Reuna**, Belo Horizonte, v. 2, n. 24, p. 1-22, 15 out. 2019.

LEVI STRAUSS & CO. **The life cycle of a jean-** Understanding the environmental impact of a pair of Levi's® 501® jeans. 2015. Acesso em: 19 nov. 2024

Apoio

Página | 8



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

MANO, E. B.; MENDES, L. C. **Introdução a Polímeros**. 2ª Edição, Rio de Janeiro: Editora Edgard Blücher Ltda, 1999.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **The Upcycle: Beyond Sustainability—Designing for Abundance**. New York: North Point Press, 2013.

PAGELL, M.; SCHEVCHENKO, A. Why research in sustainable supply chain management should have no future. **Journal of Supply Chain Management**, v. 50, n. 1, p. 1-32. 2014.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1999. Disponível em: <http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/gestresiduossolidos.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2024.

RIEGEL, I. C.; STAUDT, D.; DAROIT, D. **Identificação de aspectos ambientais relacionados à produção de embalagens de perfumaria: contribuição para projetos sustentáveis**. Gestão e Produção, 2012.

SANTOS, A. W. L. *et al.* Piso produzido a partir de fibras vegetais. **Revista Exacta**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 59-64, 2011. DOI: 10.18674/exacta.v4i2.349. Disponível em: <https://revistas.unibh.br/dcet/article/view/349>. Acesso em: 19 dez. 2024.

SCHREIBER, D.; HAUBERT, B. A Adoção de Tecnologias da Indústria 4.0 para Fomentar Práticas de Manufatura Verde. **Rev. FSA**, Teresina, v. 20, n. 11, art. 1, p. 3-18, nov. 2023.

SILVA, D. A. L.; SILVA, E. J.; OMETTO, A. R. Green Manufacturing: uma análise da produção científica e de tendências para o futuro. **Production**, v. 26, n. 3, p. 642-655, 2016.

SILVA, R. *et al.* Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compósitos. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 661-671, 2009.

TOZZI, J. A. **O impacto social que gera valor**. ETOZZI: Gestão com resultados. 2021 <https://www.tozzi.com.br/boletins-noticias/o-impacto-social-que-cria-valor-2>. Acesso em: 19 nov. 2024.