



IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE DE TÉCNICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L) EM UMA INDÚSTRIA DE MDF: UM ESTUDO DE CASO

Nathália Cartaxo Figueiredo¹, Lilian Cristine Camillo², Paula Polastri³, Luciana Cristina Soto Herek⁴, Aline Lopes⁵, Giuliano Torrieri Nigro⁶

¹Mestranda no Programa de pós-graduação Stricto Sensu em Tecnologias Limpas, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. ncfigueiredo22@hotmail.com

²Mestranda no Programa de pós-graduação Stricto Sensu em Tecnologias Limpas, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. lilicamillo@gmail.com

Doutora, Professora do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Universidade Cesumar – UnicesumarICETI. paula.polastris@unicesumar.edu.br

Doutora, Professora do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Universidade Cesumar – UnicesumarICETI. luciana.rezende@unicesumar.edu.br

Doutora, Professora do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Universidade Cesumar – UnicesumarICETI. aline.lopes@unicesumar.edu.br

³Doutor, Professor do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Pesquisador do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Universidade Cesumar – Unicesumar. giuliano.nigro@vitru.com.br

RESUMO

Este estudo analisou a implementação de técnicas de Produção mais Limpa (P+L) em uma indústria de painéis de *Medium Density Fiberboard* (MDF), setor caracterizado pelo elevado consumo de recursos naturais, geração de resíduos e emissões atmosféricas. A metodologia adotada compreendeu análise estruturada do processo produtivo, identificação dos principais impactos ambientais, comparação entre modelos convencional e alternativo que incorporou princípios de P+L, e avaliação quantitativa das modificações propostas. Além disso, realizou-se um levantamento de aspectos e impactos ambientais (LAIA) e criação de indicadores com metas específicas, definindo custos e ações prioritárias associadas a objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS). Os resultados demonstraram que as principais problemáticas do setor incluem uso de matéria-prima não certificada, baixa automação, manejo inadequado de resíduos e dependência de matrizes energéticas convencionais. As soluções propostas incluem utilização de matéria-prima certificada, incorporação de componentes orgânicos residuais, automação da linha de montagem, reincorporação de resíduos ao processo produtivo e transição para fontes energéticas renováveis. Verificou-se que as atividades do setor possuem impactos significativos (maior que 7), estabelecendo-se duas linhas de ações estratégicas: redução no consumo de recursos naturais e gerenciamento eficiente de resíduos, alinhadas aos ODS 7 e 12. Conclui-se que a implementação estruturada de P+L no setor de MDF não apenas minimiza impactos ambientais, mas proporciona vantagens competitivas mediante investimentos iniciais em tecnologias que, embora requeiram aportes financeiros no curto prazo, resultam em significativa redução de custos operacionais a longo prazo, além de fortalecerem a imagem corporativa perante um mercado consumidor cada vez mais consciente das questões ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria moveleira; Gestão ambiental; *Medium Density Fiberboard*; Resíduos sólidos; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Móveis (Abimóvel, 2024), a indústria moveleira está entre as mais relevantes do país, pelo valor de sua produção e pela geração de empregos. O setor registrou R\$81,66 bilhões em receita em sua produção e efetuou investimentos de R\$1,207 bilhões de reais no período entre 2023-2024. Neste ramo, estão mais de 21.700 empresas, algumas com perfis voltados exclusivamente à exportação. O faturamento da indústria obteve um aumento de 4,8% nos primeiros meses do ano de 2024, com crescimento de 9,9% na produção de móveis e colchões (Setor Moveleiro, 2024).

O setor tem se destacado pela sua capacidade de adaptação às mudanças do mercado e às novas demandas dos consumidores. De acordo com a Abimóvel, a indústria



moveleira brasileira tem investido significativamente em inovação e sustentabilidade, elementos que se tornaram cruciais para a competitividade no mercado atual (Abimovel, 2024). O mercado moveleiro nacional tem forte concentração nas regiões Sul e Sudeste do país, onde se encontram os principais polos produtivos.

Atualmente, a adoção de práticas sustentáveis tornou-se fundamental para a permanência e expansão das empresas no mercado. As indústrias que implementam estratégias de otimização no uso de recursos, aproveitamento de subprodutos e economia circular mantêm sua posição comercial e ampliam a competitividade (Schneider *et al.*, 2003). Paralelamente, observa-se uma crescente valorização, por parte de consumidores e investidores, de organizações que demonstram compromisso ambiental efetivo, evidenciando que o Brasil segue alinhado ao movimento global de conscientização sobre questões ecológicas.

A indústria moveleira enfrenta desafios constantes relacionados à eficiência produtiva e à responsabilidade ambiental. Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a implementação de estratégias de Produção mais Limpa (P+L) em uma fábrica de móveis, como alternativa de otimizar processos produtivos do setor, reduzir custos operacionais e minimizar impactos ambientais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo, adotou-se uma análise do processo produtivo de painéis de *Medium Density Fiberboard* (MDF), com foco no setor de Arquitetura e Urbanismo. O procedimento metodológico foi organizado em etapas, iniciando com um diagnóstico preliminar, que identificou os principais impactos ambientais associados à indústria moveleira e em seguida a sugestão de soluções imediatas. Subsequentemente, foi realizada uma análise comparativa entre o modelo convencional de produção na indústria moveleira e um modelo alternativo que incorporou princípios de P+L, ambos representados por fluxogramas. Na etapa seguinte, avaliaram-se as modificações propostas para o sistema produtivo, quantificando recursos e custos em quatro categorias fundamentais: matéria-prima, energia, redução de desperdício e inovação sustentável, conforme sistematizado na Figura 1.



Figura 1: Definição de recursos e custos do setor produtivo
Fonte: Autores (2025).



Este diagnóstico permitiu a determinação de um indicador de custo unitário para painéis de MDF produzidos sob as novas condições, viabilizando análises comparativas de eficiência econômica e ambiental.

Em seguida, realizou-se a análise de um artigo científico contendo estudo de caso com temática análoga à selecionada pela equipe, estabelecendo um comparativo analítico com as proposições desenvolvidas na etapa anterior. Adicionalmente, realizou-se uma avaliação das técnicas empregadas, classificando-as segundo sua abordagem: mudanças de redução na fonte (NÍVEL 1), reciclagem interna e externa (NÍVEL 2) e tratamento de resíduos (NÍVEL 3). Esta análise comparativa permitiu validar as soluções propostas e contextualizá-las dentro do panorama científico atual da sustentabilidade na indústria de painéis de MDF.

Adotou-se 8 critérios para avaliação de aspectos ambientais, conforme apresentado no Quadro 1.

Critério	Descrição	Peso
Classe	Indica se o impacto no meio ambiente pode ser benéfico (positivo) ou adverso (negativo)	Positivo = 0; Negativo = 1
Situação operacional	Avalia a situação da operação	Normal = 1; Anormal = 2; Emergencial = 3
Temporalidade	Determina a avaliação do aspecto em relação ao tempo, em que indica o momento de ocorrência da atividade que decorre do aspecto ambiental.	Passada = 3; Atual = 2; Futura = 1
Incidência	Avalia a influência da organização sobre os aspectos ambientais, ou seja, indica o quão diretamente um aspecto ambiental está associado às atividades da organização.	Direta = 1; Indireta = 2
Requisitos legais e outros requisitos	Indica se o aspecto possui ou não, requisito legal e outros requisitos.	Não = 0; Sim = 2
Gravidade	Representa a magnitude do impacto ambiental, considerando a sua abrangência espacial (dimensão do dano que o aspecto ambiental pode causar no meio ambiente) e reversibilidade (capacidade de remediação).	Baixa = 1; Média = 2; Alta = 3
Frequência	Relacionada a aspectos ambientais que ocorrem em situações normais e anormais. Em situações emergenciais a frequência não é aplicável e em seu lugar é utilizado o critério de Probabilidade.	Não aplicável = 0; Baixa = 1; Média = 2; Alta = 3
Probabilidade	Relacionada a aspectos ambientais que ocorrem em emergências.	Não aplicável = 0; Baixa = 1; Média = 2; Alta = 3

Fonte: Autores (2025)

A significância de cada aspecto ambiental identificado no levantamento de aspectos e impactos ambientais (LAIA), foi determinado pela Equação 1:



$$\textit{Significância} = [(F \times G) + (P \times G)] + C + S + T + I + RL \quad (1)$$

Em que F é a frequência; G é a gravidade; P é a probabilidade; C é a classe; S é a situação operacional; T é a temporalidade; I é a incidência; e RL o(s) requisito(s) legal(is) ou outro(s) requisito(s).

Para um resultado menor ou igual, considerou-se que o aspecto ambiental era não significativo, e quando maior do que sete, foi considerado que o aspecto ambiental era significativo.

Adicionalmente, a abordagem incluiu a definição de indicadores e metas para mensurar o desempenho ambiental antes e depois da implementação de práticas de P+L, associando cada objetivo a um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Além disso, foram utilizados relatórios de sustentabilidade e artigos científicos do mesmo segmento como base para fundamentar as análises e propostas.

Inicialmente, para cada aspecto ambiental significativo identificado, foi definido um indicador específico que permitisse monitorar o desempenho ambiental. Por exemplo, para o consumo de energia elétrica, o indicador estabelecido foi o consumo médio em kWh, com a meta de redução deste consumo. Para os resíduos sólidos, o indicador foi a quantidade de resíduos gerados por tonelada de MDF produzido. Esses objetivos foram associados a ODS relevantes, como o ODS 07 (Energia limpa e acessível) e o ODS 12 (Consumo e produção responsáveis).

Para alcançar os objetivos propostos, foram apresentadas medidas de P+L específicas, como a adoção de tecnologias mais eficientes e sustentáveis. Essas medidas foram classificadas quanto aos seus aspectos econômicos e esforços de implantação, considerando os custos iniciais, o retorno financeiro esperado e a viabilidade técnica. Para apoiar a decisão dos gestores, foram elaboradas estratégias baseadas em benefícios econômicos e ambientais. Entre elas, destacam-se a apresentação de estudos de caso de empresas do mesmo segmento que obtiveram sucesso com a adoção de práticas de P+L e a projeção de economias financeiras a médio e longo prazo.

Essa metodologia permitiu uma análise integrada e fundamentada, garantindo que as ações propostas fossem viáveis, eficazes e alinhadas às necessidades do setor produtivo de painéis de MDF, promovendo uma transição para práticas mais sustentáveis e responsáveis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico preliminar do setor produtivo de MDF (Figura 2) evidenciou desafios significativos relacionados à sustentabilidade, envolvendo aspectos ambientais diretos, como o desmatamento, a geração de resíduos sólidos e o elevado consumo de energia e recursos naturais.



SETOR PRODUTIVO: INDÚSTRIA MOVELEIRA



Figura 2: Problemas e soluções propostas na indústria moveleira
Fonte: Esquema elaborado pelos autores (2025)

Para mitigar os problemas identificados no processo, foram delineadas soluções estratégicas que conciliam produção industrial e responsabilidade ambiental. O Quadro 2 apresenta, de forma resumida, cada complicação e as respectivas soluções propostas, destacando medidas voltadas à certificação da matéria-prima, ao reaproveitamento de resíduos e à eficiência energética com uso de fontes renováveis.

Quadro 2: Complicações e soluções propostas no setor produtivo de MDF

Complicações	Soluções propostas
Desmatamento e uso de madeira ilegal – Consumo elevado de madeira pela indústria moveleira, contribuindo para o desmatamento de florestas nativas e uso de matéria-prima de origem ilegal.	Uso de madeira certificada e materiais alternativos – Adoção de madeira com certificação como Forest Stewardship Council (FSC) e uso de insumos alternativos provenientes de manejo sustentável.
Geração de resíduos sólidos – Produção de grandes quantidades de sobras de madeira e serragem durante a fabricação.	Adoção de tecnologias de reaproveitamento de resíduos – Implementação de processos industriais para reutilização de sobras e aproveitamento integral dos resíduos.
Consumo elevado de energia e recursos naturais – Uso intensivo de energia, água e recursos não renováveis.	Eficiência energética e uso de fontes renováveis – Modernização de equipamentos e processos para reduzir consumo e adoção de fontes renováveis, como energia solar ou biomassa.

Fonte: Autores (2025)

A análise do processo produtivo convencional de painéis de MDF (Figura 3) revelou quatro problemáticas críticas que comprometem sua sustentabilidade. Primeiro, identificou-se a utilização de matéria-prima proveniente de fontes diversas e não certificadas, contribuindo potencialmente para o desmatamento de áreas nativas. Segundo, a observação evidenciou que a infraestrutura produtiva é caracterizada pela baixa automação, com predominância de processos manuais e elevado contingente de mão de



obra, resultando em menor eficiência operacional. Terceiro, constatou-se o manejo inadequado de resíduos industriais, com práticas limitadas de reaproveitamento e desperdício excessivo de material. Por fim, verificou-se a dependência exclusiva de matrizes energéticas convencionais, sem incorporação significativa de fontes renováveis ou sistemas de otimização energética.



Figura 3: Método de produção convencional adotado pela indústria de MDF
Fonte: Autores (2025)

A implementação de práticas de P+L na fabricação de painéis de MDF contempla uma abordagem fundamentada em cinco intervenções estratégicas (Figura 4). A primeira consiste na utilização exclusiva de madeira proveniente de áreas de reflorestamento certificadas, garantindo a sustentabilidade na origem da matéria-prima. Complementarmente, propõe-se uma inovação na composição do material, incorporando componentes orgânicos, como palha de arroz, palha de trigo, bagaço de cana de açúcar, fibra de bambu, dentre outros derivados de resíduos de outros setores industriais.



Figura 4: Método de produção da indústria de MDF adotando princípios de P+L
Fonte: Autores (2025)

No processo produtivo, propõe-se a automação da linha de montagem, visando a otimização de recursos, de forma que minimize desperdícios até a fase de produto final. Quanto ao gerenciamento de resíduos, estabelece-se um sistema integrado de reincorporação das sobras ao processo produtivo, maximizando o aproveitamento dos materiais. Finalmente, implementa-se a transição da energia convencional para fontes energéticas alternativas, resultando simultaneamente em benefícios ambientais e redução significativa dos custos operacionais.

Ao término do estudo, as análises de impacto econômico, resultaram em um custo de 5,185 créditos por unidade produzida (chapa de MDF) ou equivalente a 5.185 unidades de crédito diárias. Identificou-se ainda que o consumo energético representa aproximadamente 60% do custo produtivo total, evidenciando o potencial significativo da implementação de sistemas de energia renovável, como painéis solares, a longo prazo. A incorporação de materiais orgânicos residuais na composição do MDF demonstrou capacidade de redução entre 30% e 40% no consumo de matéria-prima convencional, substituindo-a por insumos de menor custo.



O reaproveitamento interno de resíduos de serragem e madeira contribui duplamente para a otimização financeira: reduz a necessidade de matéria-prima virgem e elimina despesas com a terceirização da gestão de resíduos. Mesmo quando não há interesse em incorporar o resíduo ao próprio MDF, é possível destiná-lo à fabricação de briquetes, carvão ecológico que substitui a lenha convencional, já praticado em fábricas correlatas.

Além da destinação dos resíduos sólidos, a adequação da gestão dos efluentes industriais é fundamental para a implantação da Produção mais Limpa (P+L). Empresas referência do setor já utilizam lagoas de estabilização para tratar seus efluentes, permitindo seu reuso no processo produtivo. Esta prática representa um potencial adicional de economia, tanto pela redução de custos com destinação dos efluentes quanto pela diminuição do consumo de água bruta.

Tabela 1: Custos e créditos por unidade produzida

		Custo /un.%	Unidade /Crédito	Produção diária /1000 peças	Produção mensal /22 dias
Matéria-prima	Madeira (70%)	17,50	0,175	175	3850
	Resíduos orgânicos (30%)	7,50	0,15	150	3300
Insumos	Cola	2,50		0	0
	Tinta	2,50		0	0
Fonte de energia	Matéria-prima	10,00	4,8	4800	105600
	Indústria	40,00			
	Transporte	10,00			
Resíduos	Reuso	7,00		0	0
	Industrial	3,00	0,06	60	1320
TOTAL:		100,00	5,185	5185	114070

Fonte: Autores (2025)

Na avaliação dos aspectos e impactos ambientais, foram aplicados pesos para cada item da atividade produtiva, subdividida em aspectos da extração de matéria-prima e do processo produtivo. Verificou-se que todos os aspectos avaliados possuem impacto ambiental significativo. Embora esta indústria não apresente alta complexidade produtiva, pode gerar grandes impactos ao meio ambiente, caso não sejam incorporadas ações de gestão sustentável em todos os níveis do processo produtivo.

Com relação aos objetivos e indicadores, foram estabelecidas duas linhas principais de ação: primeiramente, a redução do consumo de recursos naturais (energia, madeira, cola e tinta) visando evitar seu esgotamento, bem como a diminuição das emissões de gases do efeito estufa (GEE). Adicionalmente, quanto à geração de resíduos, adotou-se estratégias de reciclagem e reuso de materiais, além do tratamento adequado dos efluentes líquidos gerados no processo produtivo. Além disso, algumas metas de consumo foram estipuladas para cada indicador (Figura 6).



Atividade	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	OBJETIVO	INDICADOR	ANTES P+L	PÓS P+L (Meta) 1 ANO
Extração de matéria-prima	Consumo de energia	Esgotamento de recursos naturais	Redução do consumo	Quantidade de energia -kwh	80 kwh	80 kwh
	Consumo de combustível não renovável: Transporte	Esgotamento de recursos naturais	Troca do combustível	Consumo de combustível por dia/ por caminhão	375L	375L
	Geração de poluentes atmosféricos: transporte	Aumento do GEE (gases de efeito estufa)	Redução das emissões	Emissões de GEE/ton*km	0,19612 kgCO ₂ e/ton*km	0,1569 kgCO ₂ e/ton*km
Processo produtivo	Consumo de água	Esgotamento de recursos naturais	Redução do consumo	Consumo de água por dia	1300L/dia	500L/dia
	Consumo de Madeira	Esgotamento de recursos naturais	Redução do consumo	Consumo de madeira por dia	1000 kg/dia	700 kg/dia
	Consumo de insumo: Cola	Esgotamento de recursos naturais	Redução do consumo	Consumo de insumos por dia	150 galões/dia	130 galões/dia
	Consumo de insumo: Tinta	Esgotamento de recursos naturais	Redução no consumo	Consumo de insumos por dia	50 galões/dia	40 galões/dia
	Consumo de energia não renovável: - Indústria	Esgotamento de recursos naturais	Troca da fonte de energia	Quantidade de energia- kwh	100 kwh	100 kwh
	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Reciclagem e Reuso	Quantidade de resíduos semanal	100 kg/dia	40kg/dia
	Geração de resíduos líquidos	Alteração da qualidade da água	Tratamento do efluente	Percentual dos padrões de qualidade da água	100 kg/dia	0

Figura 6: Objetivos e indicadores de cada atividade do setor produtivo mensurados antes e depois da aplicação de P+L

Fonte: Autores (2025)

No que diz respeito às ações a serem empreendidas (figura 7), suas prioridades e aspectos econômicos no âmbito da gestão de recursos naturais, as principais medidas incluem a otimização do uso energético através de materiais de corte mais tecnológicos, a implementação de energia solar na indústria e a substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis, como o biodiesel no transporte.

Na gestão de materiais e insumos, destaca-se a incorporação de 30 a 40% de resíduos orgânicos na fabricação do MDF, reduzindo o consumo de madeira virgem de 1000 kg/dia para 700 kg/dia. Também se propõe a utilização de materiais orgânicos para cola e tinta, embora apresentem custos ligeiramente mais elevados.



ODS	MEDIDA P+L (ação)	Aspecto econômico (custo da implantação - estimado)	Esforços de Implantação Ações Prioritárias
07 - Energia Limpa e Acessível	Otimizar o uso energético - com materias de corte mais tecnológicos	Custo inicial alto com retorno a longo prazo	Investimento em tecnologia
07 - Energia Limpa e Acessível	Uso de biocombustível	Biodiesel possui o valor um pouco mais elevado do que o Diesel, sem custo operacional	Ação imediata- troca do uso de combustível
07 - Energia Limpa e Acessível	Compra de créditos de carbono	Custo baixo, permanente	Compra de créditos de carbono
12 - consumo e produção responsável	Controle em cada setor com sistemas de controle de vazão + Reuso das Lagoas	Custo de implementação médio e operacional baixo	Construção de Lagoas de Estabilização para Reuso da água
12 - consumo e produção responsável	Uso de 30-40% de resíduos orgânicos na fabricação	Custo operacional de desenvolvimneto do produto - custo da matéria-prima baixo	Escolha do fornecedor do resíduo orgânico e aplicação da tecnologia
12 - consumo e produção responsável	Uso de materiais orgânicos + eficiência	Produtos orgânicos : valores um pouco mais elevado	Buscar fornecedores desse insumo orgânico com valor reduzido
12 - consumo e produção responsável	Uso de materiais orgânicos + eficiência	Produtos orgânicos : valores um pouco mais elevado	Buscar fornecedores desse insumo orgânico com valor reduzido
07 - Energia Limpa e Acessível	Uso de energia solar	Custo inicial alto com retorno a longo prazo	Financiamento e aquisição de lotes para aplicação de usinas solares
12 - consumo e produção responsável	Controlar e reutilizar os materiais descartados no processo produtivo	Custo médio na reciclagem e com retorno financeiro no reuso	Logística do produtivo com inserções de Reuso
14 - Vida na água 12- consumo e produção responsável	Tratamentos da água em lagoas de estabilização	Custo alto - atendimento à legislação	Lagoas de estabilização + Reuso na própria indústria

Figura 7: Objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), ações a serem empreendidas, aspectos econômicos e ações prioritárias para cada aspecto ambiental do setor produtivo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

No gerenciamento de água e resíduos, as principais medidas adotadas são: a implementação de lagoas de estabilização para tratamento e reuso de efluentes, reduzindo o consumo de água de 1300L/dia para 500L/dia, e o controle e reutilização de resíduos sólidos, diminuindo a geração de 100 kg/dia para 40 kg/dia. Estas ações, embora demandem investimento significativo inicial, apresentam retorno através da economia de recursos e adequação à legislação ambiental.

As ações prioritárias incluem: investimento em tecnologia de corte, troca imediata para biocombustíveis, construção de lagoas de estabilização, desenvolvimento de logística para reuso de materiais, uso de painéis solares e estabelecimento de parcerias com fornecedores de insumos orgânicos.

4 CONCLUSÃO

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) prioritários neste contexto são o ODS 12 (Consumo e produção responsáveis) e o ODS 7 (Energia limpa e acessível), que constituem pilares fundamentais para a implementação da produção mais limpa e para garantir a sustentabilidade das atividades produtivas. A partir da análise detalhada dos custos associados a cada intervenção proposta, foi possível estabelecer um plano de ação com prioridades claramente definidas, otimizando a alocação de recursos e maximizando os benefícios ambientais e econômicos.

Embora os resultados apresentados indicam benefícios claros da implementação de práticas de Produção mais Limpa (P+L) na indústria moveleira, é importante reconhecer algumas limitações inerentes ao estudo. A principal delas decorre do delineamento metodológico baseado em um estudo de caso único. A análise concentrou-se em apenas uma empresa do setor de MDF, o que significa que as condições avaliadas refletem



características específicas de seu porte, processos produtivos, localização geográfica e estratégias de gestão. Dessa forma, as evidências encontradas não podem ser generalizadas automaticamente para todas as indústrias moveleiras, dado que diferentes empresas podem apresentar níveis distintos de automação, gestão de resíduos e disponibilidade de recursos financeiros para inovação tecnológica.

Ainda assim, os resultados obtidos fornecem subsídios relevantes para o debate sobre sustentabilidade no setor moveleiro. O estudo evidencia potenciais caminhos de aplicação da P+L, mas futuras pesquisas que envolvam análises comparativas em múltiplas empresas, de diferentes portes e regiões, são necessárias para validar e ampliar a aplicabilidade das conclusões aqui apresentadas. Portanto, este trabalho deve ser compreendido como uma contribuição inicial e contextualizada, que ilustra as oportunidades e desafios da transição para práticas mais limpas, mas que demanda aprofundamento para fortalecer a robustez das inferências e recomendações em escala setorial.

REFERÊNCIAS

ABIMOVEL. Associação Brasileira da Indústria de Móveis. **Panorama do setor moveleiro no Brasil: informações gerais**. São Paulo, 2004. Disponível em: <https://abimovel.com/capa/dados-do-setor/> Acesso em: 06 mar. 2025.

CAETANO, M. D. D. E.; DEPIZZOL, D. B. I.; REIS, A. de O. P. Análise do gerenciamento de resíduos sólidos e proposição de melhorias: estudo de caso em uma marcenaria de Cariacica, ES. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 24, n. 2, p. 382-394, 2017.

GUARARAPES. **Relatório ESG 2022**. Disponível em: <https://www.guararapes.com.br/conteudo/relatorio-esg-guararapes/>. Acesso em: 28 mar. 2025.

MENDES, M. L.; GONÇALVES, D. B. Desenvolvimento de uma proposta de economia circular para o reuso de resíduos de MDF na indústria moveleira. **Natural Resources**, v. 12, n. 1, p. 141-157, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2022.001.0014>.

SETOR MOVELEIRO. **Panorama do Setor Moveleiro**. 2024. Disponível em: www.setormoveleiro.com.br. Acesso em: 02 abr. 2025.

SCHNEIDER, V. E.; HILLIG, E.; PAVONI, E. T.; RIZZON, M. R.; BERTOTTO, L. A. Gerenciamento ambiental na indústria moveleira: estudo de caso no município de Bento Gonçalves. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais** [...]. Ouro Preto: ENEGEP, 2003.

OLIVEIRA, F. R. de. **Produção mais limpa no contexto da sustentabilidade. Oportunidades em uma indústria moveleira de Contagem/2013**. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental.) - Universidade Federal de Ouro Preto. Núcleo de Pesquisas em Recursos Hídricos – Pró-Água, 2013.