

ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DE MADEIRAS DE PINUS E EUCALIPTO EM EMPRESA ALAGOANA

IA de MELO¹, ALQRS RAPÔSO²

^{1,2} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Alagoas
E-mail para contato: iam1@aluno.ifal.edu.br

RESUMO – O equilíbrio dos ecossistemas consiste em desafio a ser alcançado e tem gerado preocupações na sociedade em busca de alternativas viáveis para a produção e o consumo responsável. Este artigo foi desenvolvido no sentido de contribuir com estudos na linha de inovação e tecnologias ambientais e teve, como objetivo, a identificação dos aspectos ambientais e a classificação dos impactos em atividades de lixamento de madeiras de Pinus e Eucalipto, em empresa de beneficiamento de madeira em Marechal Deodoro-AL. O artigo advém de pesquisa aplicada, de natureza tecnológica, descritiva e analítico-explicativa, com abordagem quantitativa e qualitativa. Como resultados, foram identificados 6 (seis) aspectos ambientais e 9 (nove) impactos derivados, com destaque para o uso de recursos naturais não renováveis, poluição sonora e do ar como os principais impactos adversos.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas do século XXI, a preocupação com o meio ambiente tem sido crescente na agenda global, com destaque para o desenvolvimento sustentável. O equilíbrio dos ecossistemas consiste em desafio, que tem gerado preocupações na sociedade e nas organizações, resultando em discussões sobre a produção e o consumo responsável, visando a não geração e/ou redução de materiais residuais (Oliveira *et al.*, 2020).

No Brasil, o setor da Construção Civil é visto como o setor que gera impactos socioambientais significativos, devido à extração dos recursos naturais e o descarte de materiais residuais das atividades desenvolvidas; por outro lado, é considerado setor importante para o desenvolvimento econômico e social do país. Sob a perspectiva social, o setor demonstra importante papel através da capacidade de absorção de mão-de-obra, o que resulta na criação de empregos, geração de renda e arrecadação de tributos (Santos *et al.*, 2019). Diante desse cenário, é possível observar que as empresas no setor da Construção Civil vêm buscando estratégias administrativas, a fim de identificar os impactos ambientais; e, com isso, implantar alternativas efetivas para minimizar potenciais danos causados ao meio ambiente (Santos e Maurílio, 2020).

O objetivo deste artigo foi identificar os aspectos ambientais e classificar os impactos em atividades de lixamento de madeiras de Pinus e Eucalipto, destacando as ferramentas de Gestão Ambiental, utilizadas no processo produtivo de empresa de beneficiamento de madeira em Marechal Deodoro, Alagoas.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização do estudo

Este artigo integra o conjunto de estudos específicos de pesquisa aplicada, de natureza tecnológica, descritiva e analítico-explicativa, com abordagem quantitativa e qualitativa, derivado de pesquisa de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais do Instituto Federal de Alagoas (PPGTEC-Ifal), *campus* Marechal Deodoro-AL.

O estudo deste artigo sintetiza os aspectos ambientais e classifica os impactos identificados nas atividades de lixamento de madeira, e, de transporte e destinação final de resíduos, com ênfase na geração do material particulado de Pinus e Eucalipto (MPPE).

2.2 Caracterização de empresa caso

A empresa caso selecionada é de pequeno porte e está localizada na cidade de Marechal Deodoro-AL, às margens da Rodovia Divaldo Suruagy. Possui 20 (vinte) funcionários entre os setores administrativo e operacional. Com 9 (nove) anos de experiência no mercado alagoano, o seu principal nicho de atuação é a construção de mobiliários, brinquedotecas e estruturas de madeira tratada de Pinus e Eucalipto.

2.3 Matriz de Leopold

A metodologia empregada, nesse artigo, permitiu classificar os impactos ambientais, por meio do método de Matriz de interação ou *checklist*, com base na ABNT NBR 14001 (2015). O método consiste em matriz, cuja abordagem é reconhecida como ferramenta para a identificação preliminar de causas, que podem levar a problemas ambientais em processos específicos. Permite fazer análise detalhada das interações entre as atividades humanas e o meio ambiente, identificando potenciais impactos positivos e negativos (Luz, 2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Processo de beneficiamento de madeiras de Pinus e Eucalipto de empresa em Alagoas

As etapas do processo produtivo para beneficiamento de madeiras de Pinus e Eucalipto da empresa caso em Alagoas são iniciadas com o plantio das árvores, que são provenientes de florestas plantadas. A pré-produção se inicia com a seleção das sementes e o cultivo das mudas em viveiros. As espécies utilizadas são o Pinus *Eliotti*, com florestas no sul do Brasil; e, o Eucalipto Amaru, com florestas, principalmente, no sudeste do país. Durante a etapa de manejo florestal, são realizadas atividades como: o controle de pragas e doenças; a poda e o corte seletivo das árvores e a adubação do solo (Forte, 2018). Após a colheita, as árvores passam pelo processo de secagem; em seguida, são transportadas do produtor para a oficina de beneficiamento da empresa caso, onde são produzidos os mobiliários, as estruturas de madeira para coberta, entre outros produtos e serviços. O processo de beneficiamento de peças de madeira começa na oficina com o recebimento das madeiras. As matérias-primas ficam acondicionadas no estoque em pilhas, apoiadas para evitar o empenamento. O setor técnico elabora projetos personalizados ou utiliza projetos fornecidos pelos clientes. As madeiras são processadas em diversas máquinas, passando por várias operações técnicas; dentre elas, a operação de lixamento. Na sequência, é pintada e preparada para a pré-montagem. As peças de madeiras pré-montadas ficam armazenadas na oficina, aguardando a autorização do setor técnico para serem transportadas para a montagem nas áreas previstas em projeto. Durante os

serviços de pré-montagem das peças são gerados os materiais particulados. Estima-se que, mensalmente, a oficina gere 600 kg de MPPE. Cerca de 30% (trinta por cento) desses materiais é direcionado ao reuso interno; no entanto, 70% (setenta por cento) é encaminhado para empresas de transportes de resíduos, que fazem a destinação final ambientalmente adequada desses materiais. A montagem é realizada com precisão, de acordo com o projeto, previamente, elaborado; e, o produto final é inspecionado pela equipe técnica para garantir a qualidade do produto final. Embora a empresa empreenda todos os esforços para garantir a qualidade dos produtos, às vezes, é necessário realizar reparos e manutenções após a entrega.

3.2 Levantamento dos aspectos e impactos ambientais

De acordo com a ABNT NBR 14001 (2015), os aspectos ambientais são as atividades, serviços ou produtos da empresa, que possuem interações com o meio ambiente; enquanto os impactos ambientais são as ações, que provocam alterações no meio ambiente. Os impactos ambientais classificam-se em adversos e benéficos. Os impactos ambientais adversos constituem-se naqueles que representam mudança negativa para o meio ambiente, tais como a exaustão de recursos naturais renováveis e não renováveis. Em contrapartida, os impactos benéficos representam mudança positiva no meio ambiente, como por exemplo, a regeneração de ecossistemas e os benefícios socioeconômicos.

Os aspectos e impactos ambientais, identificados na operação de lixamento das madeiras da etapa de fabricação e pré-montagem das peças, nas atividades de transportes dos materiais particulados e na destinação final dos materiais particulados, estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Aspectos e impactos ambientais.

| ASPECTOS AMBIENTAIS | IMPACTOS AMBIENTAIS | CLASSIFICAÇÃO | MAGNITUDE |
|---|--|---------------|---------------|
| <i>Operação de lixamento das madeiras</i> | | | |
| Geração de resíduo sólido Classe II (particulado, tora, serragem) | Contribuição para a diminuição da vida útil dos aterros sanitários | Adversos | Intermediária |
| | Poluição do ar | Adversos | Intermediária |
| Geração de resíduo sólido Classe I (embalagens com cola; pincéis e estopas contaminados, EPI) | Contaminação do solo/água | Adversos | Alta |
| Geração de ruído | Poluição sonora | Adversos | Baixa |
| Consumo de energia elétrica e água | Uso de recursos naturais não renováveis | Adversos | Intermediária |
| <i>Operação de transporte das matérias-primas e materiais particulados</i> | | | |
| Transporte com veículos movidos a óleo diesel | Emissão de dióxido de carbono, óxido nítrico | Adversos | Alta |
| | Uso de combustível não renovável | Adversos | Intermediária |
| | Contaminação do solo/água | Adversos | Intermediária |
| | Otimização de rotas | Benéficos | Intermediário |
| <i>Destinação final dos materiais particulados</i> | | | |

| | | | |
|---|---------------------------------------|----------|------|
| Aterro sanitário da cidade de Maceió-AL | Poluição visual, sonora e atmosférica | Adversos | Alta |
| | Contaminação do solo/água | Adversos | Alta |

Com base no Quadro 1, é possível observar a geração de diversos danos ambientais, com alta significância, desde a pré-montagem à destinação final dos resíduos. Nas operações realizadas com máquinas e equipamentos são produzidos ruídos e materiais em suspensão, que causam impactos significativos tanto para os trabalhadores envolvidos quanto para o ambiente. Do ponto de vista dos trabalhadores, a exposição prolongada a níveis elevados de ruído e à presença de materiais em suspensão pode levar a problemas de saúde, como perda auditiva e distúrbios respiratórios. Além disso, em relação ao ambiente, o ruído das máquinas pode causar perturbação acústica em áreas vizinhas, afetando a qualidade de vida das comunidades próximas, e; pode interferir nas atividades diárias das pessoas, causar estresse e impactar a fauna local, perturbando a vida selvagem e o equilíbrio dos ecossistemas.

É importante destacar que o MPPE possui características físico-químicas importantes para diversas atividades produtivas, como, por exemplo, obras na construção civil. Esse material tem potencial para ser direcionado a outras finalidades benéficas, como reuso e reciclagem, ao invés de descartá-lo como resíduo.

Na etapa de pré-montagem, destaca-se a existência de questões preocupantes relacionadas à destinação dos resíduos sólidos da Classe I, os quais são classificados como perigosos de acordo com a NBR 10.004/2004 (incluindo latas de tinta e solventes). Além disso, esses produtos químicos emitem compostos voláteis que contribuem para a contaminação atmosférica. Atualmente, esses resíduos da Classe I não recebem tratamento adequado para a destinação ambientalmente correta e são encaminhados para aterros sanitários sem prévio tratamento. Segundo a Resolução nº 313, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 29 de outubro de 2002, essa prática é considerada inadequada, devido aos resíduos conterem materiais químicos perigosos em altas concentrações, os quais são potencialmente agressivos tanto para o meio físico quanto para o meio biótico. Essa situação pode resultar em graves problemas para a fauna e a flora, bem como em questões relacionadas à saúde humana.

Por outro lado, a empresa caso tem apresentado impactos benéficos ao meio ambiente, como: uso de madeira plantada em florestas controladas, instalação de energia solar, transporte coletivo de funcionários, uso de copo individual reutilizável, bacias sanitárias com descarga inteligente, iluminação natural na área operacional e administrativa, projetos em mídias digitais, geração de emprego e renda, entre outros.

Diante do levantamento realizado na empresa caso, é importante adotar ações que possam contribuir com a redução ou mitigação dos danos causados à natureza no processo de beneficiamento das madeiras. A implementação de medidas de mitigação, como o uso de equipamentos de proteção individual adequados, sistemas de filtragem de ar, uso consciente dos combustíveis fósseis, alternativas para o aproveitamento do MPPE e ações administrativas para o monitoramento e controle das atividades, pode minimizar os impactos ambientais negativos.

Para o monitoramento e controle dos impactos ambientais é utilizado o plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS). Esse plano inclui responsabilidades, procedimentos e ações, visando à adoção de práticas mais responsáveis, por meio de ferramentas de gestão,

que buscam a minimização e/ou a neutralização dos impactos ambientais gerados (Coelho Junior *et al.*, 2018). Toda empresa, que produz resíduos perigosos ou que não sejam considerados resíduos domiciliares, precisa apresentar o PGRS. A empresa caso deve desenvolver e implementar o PGRS (Bolonhesi *et al.*, 2018).

É relevante mencionar que a geração de materiais particulados se mostra comum em processos industriais, mas se faz necessário estar atento às práticas de Gestão Ambiental para minimizar os impactos negativos desses subprodutos. Nesse sentido, a utilização de tecnologias limpas e a busca pela eficiência produtiva são algumas das medidas, que podem ser adotadas para reduzir a geração de resíduos e garantir a sustentabilidade do processo produtivo (Rocha *et al.*, 2019).

3.3 Oportunidade de medidas mitigadoras

Após a identificação e classificação dos aspectos e impactos ambientais, torna-se necessário aplicar medidas mitigadoras para neutralizar ou reduzir os impactos causados no meio físico, biótico e antrópico (Coelho Junior *et al.*, 2018). As medidas mitigadoras, identificadas no processo de beneficiamento de madeiras de Pinus e Eucalipto, estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2: Medidas mitigadoras dos impactos ambientais.

| IMPACTOS AMBIENTAIS | MEDIDAS MITIGADORAS |
|---|--|
| <i>MEIO FÍSICO</i> | |
| Destinação das embalagens de tintas e solventes para aterro sanitário; poluição do ar; consumo de água, energia e combustíveis fosseis; transporte de matérias-primas e MPPE. | Realizar a coleta seletiva dos resíduos; instalar exaustores; aplicar a logística reversa às embalagens de produtos químicos; implantar o reuso e a reciclagem dos subprodutos; realizar o consumo racional de água, energia e combustíveis fosseis; utilizar bags para transportes de MPPE; otimizar as rotas de transportes; implantar o PGRS. |
| <i>MEIO BIÓTICO</i> | |
| Emissão de ruídos e gases nocivos ao meio ambiente no transporte de matérias-primas e MPPE; danos à flora com à emissão de materiais particulados no ar. | Realizar manutenção periódica e preventiva dos equipamentos e veículos; monitorar a emissão de ruídos; fazer proteção acústica para reduzir ruídos, otimizar as rotas de transportes. |
| <i>MEIO ANTRÓPICO</i> | |
| Ruídos das máquinas e equipamentos, Combustíveis fosseis; contaminação de solo, materiais particulados no ar. | Fornecer o EPI adequado; treinar e capacitar os colaboradores para o uso dos EPIs; implantar programas de manutenção preventiva, corretiva e preditiva; implantar Produção mais Limpa (P+L); e implantar Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO). |

Com base no Quadro 2, é possível identificar diversas soluções técnicas que podem ser adotadas pela empresa de beneficiamento de madeira para reduzir ou minimizar os impactos ambientais gerados por suas atividades. Destacam-se as medidas relacionadas com a melhoria nas condições climáticas. Isso pode ser alcançado, segundo a NBR 10.004/2004, por meio da redução das emissões de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO₂) e o óxido de nitrogênio (NO_x), através da adoção de práticas mais sustentáveis no processo produtivo e no transporte. A otimização de rotas de transporte, por exemplo, reduz a distância percorrida pelos

veículos e, conseqüentemente, as emissões de gases poluentes. O uso de tecnologias mais eficientes e adequadas, aliado à manutenção periódica e preventiva dos equipamentos, pode ajudar a reduzir as emissões de partículas no ar e os níveis de ruído gerados pelas máquinas.

4 CONCLUSÃO

Portanto, a partir do levantamento realizado, foi constatado que a elaboração do PGRS mostrou-se como documento fundamental para monitoramento e controle dos impactos causados ao meio ambiente, atualmente existentes. Contudo, faz-se importante que a empresa caso adote as medidas mitigadoras indicadas para minimização dos impactos ambientais gerados nas atividades produtivas. Isso inclui a adoção de tecnologias mais limpas e eficientes, o monitoramento regular das emissões e a implementação de ferramentas de Gestão Ambiental, visando garantir a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade do negócio em longo prazo. Assim, a empresa poderá contribuir para a preservação do meio ambiente, reforçando a responsabilidade ambiental e colaborando para a construção mais sustentável.

5 NOMENCLATURA

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas; EPI – Equipamento de proteção individual; PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional; PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; PPGTEC-Ifal – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais do Instituto Federal de Alagoas.

6 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2015), NBR ISO 14001 – *Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso*. Rio de Janeiro: ABNT. 25 p.
- BOLONHESI, I. B. T.M.; LOPES, D. D.; PRATES, K. V. M. C. *Diagnóstico ambiental no processo produtivo de indústrias moveleiras de pequeno porte*. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.9, n.2, p.320-334, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.002.0026>.
- COELHO JÚNIOR, A. R.; GONÇALVES, B. B.; SALOMÃO, P. E. A.; COSTA JÚNIOR, H.; SILVA, I. G. da. *Importância do gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil*, [S. l.], v. 7, n. 10, p. e11710437, 2018.
- FORTE, M. M., *Efeito da umidade e da acústica na torrefação de madeira de Eucalypto grandis, Pinus elliotti, dinizia excelsa*. Dissertação. Universidade de Brasília. Brasília-Df. 2018.
- LUZ, C.D. da. *Avaliação dos impactos ambientais gerados pela energia eólica em terra e em mar aberto utilizando a matriz de leopold*. Dissertação. Universidade positivo. Curitiba, 2019.
- OLIVEIRA, L. J. C.; SOARES, M. C. B.; QUARESMA, W. M. G.; ADORNO, A. L. C. *Gestão de resíduos: uma análise sobre os impactos da geração de rejeitos na construção civil*. Braz. J. of Develop, Curitiba, v. 6, n.5, p.24447-24462, 2020.
- SANTOS, P. V. S.; MAURÍLIO, A. de A. "A metodologia de Produção Mais Limpa (P+ L): um estudo de caso em uma indústria de Curtume." Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental 9.1 2020: 524-547.