



## **INOVAÇÃO - Energia Térmica Produzida a partir do Resíduo da Madeira nas Indústrias Moveleiras e Madeireiras: Sistema de Produção Mais Limpa (P+L)**

Querli Polo Suzin, Matheus Zucchetti Pires, Erik Dallago

### **RESUMO**

O crescente consumo de energia e a redução do nível de fontes não-renováveis de energia, como os combustíveis fósseis, faz que com alternativas sejam buscadas, focando em resultados econômicos, sociais e ambientais. Das atividades das indústrias moveleiras e madeireiras resultam resíduos de madeira, cujo descarte está previsto no Sistema de Produção Mais Limpa (P+L) que visa, numa estratégia também de proteção ao meio ambiente, agregar valor a este resíduo. Sendo assim, o objetivo deste estudo é identificar fontes alternativas de energia no sistema de produção moveleira, a partir do sistema de produção mais limpa, e investigar as vantagens e desvantagens da produção de energia térmica extraída de resíduos madeiráveis.

### **1 INTRODUÇÃO**

A evolução constante do consumo de energia no mundo e a dependência de fontes de energia não-renováveis, como dos combustíveis fósseis, exigem que se busquem fontes alternativas de energia e que estas representem o menor impacto possível no meio ambiente, sem, contudo, comprometer o processo produtivo.

O Brasil está entre os melhores exemplos de potencialidade para o uso de resíduos madeiráveis para a geração de energia, pois detém grande potencial produtivo de biomassa, que é intensamente utilizada na indústria.

Porém, à baixa agregação de valor econômico à matéria-prima, comum em países em desenvolvimento, contribui para a geração de grandes volumes de resíduos, que na maioria das vezes acabam ficando na indústria sem nenhuma utilização, causando problemas ambientais e ocupando espaço físico que poderia ser mais bem utilizado no processo produtivo.

Sendo assim, o presente estudo tem por objetivo identificar fontes alternativas de energia no sistema de produção moveleira, a partir do sistema de produção mais limpa, e investigar as vantagens e desvantagens da produção de energia térmica extraída de resíduos madeiráveis.

Para tanto, inicialmente abordar-se-á o conceito de produção mais limpa, suas estratégias e a possibilidade de aplicação no sistema de produção de indústrias madeireiras e moveleiras.

Na sequência, o estudo se dedicará ao processo de produção de energia térmica gerada a partir de resíduos de madeira, e sua transformação em energia elétrica para consumo próprio ou venda para concessionárias e distribuição na rede.

Ao final, o artigo tem por objetivo realizar um comparativo entre as vantagens e desvantagens da produção de energia térmica pelas indústrias moveleiras e madeireiras, com enfoque em critérios econômicos, sociais e ambientais.

### **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **2.1 Sistema de Produção Mais Limpa (P+L)**

Alves (2007) com foco em uma estratégia ambiental preventiva e integrada, define a produção mais limpa como o uso otimizado da matéria-prima – inclusive na geração de energia-, e a redução da geração de resíduos e poluentes, observando os efeitos do produto durante sua produção e em todo seu ciclo de vida.



Em 1992, a Newsletter of Cleaner Production (periódico da UNEP sobre a Produção mais Limpa) publicou quatro asserções que procuram explicar o significado de Produção mais Limpa (BAAS, 1995):

- Produção mais Limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva para processos e produtos, a fim de se reduzirem os riscos para as pessoas e o meio ambiente;
- As técnicas de Produção mais Limpa incluem a conservação de matérias-primas e energia, a eliminação de material tóxico nos processos e a redução da quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos;
- A estratégia de Produção mais Limpa para produtos enfoca a redução dos impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do produto (desde a extração da matéria-prima até o definitivo descarte do produto);
- Produção mais Limpa é obtida pela aplicação de perícia, de melhoria tecnológica e mudanças de atitude.

A Produção mais Limpa diferencia-se da abordagem convencional pela forma como enxerga o sistema produtivo no campo ambiental e apoia-se tanto em mudanças tecnológicas quanto na forma de gerenciamento. Enquanto a abordagem convencional não focaliza os processos, nem interpreta suas ações e consequências, a abordagem da PML visualiza as atividades, diagnostica-as, efetua análises e indaga sempre as causas e os efeitos das ações. Assim, as tecnologias limpas levam a um aumento de produtividade resultante da economia de custos e racionalização dos resultados nos processos produtivos (FILHO *apud* GETZNER, 2007).

## 2.2 Energia Térmica a partir da madeira

Energia térmica é uma forma de energia que está associada à temperatura de um corpo sólido, fluído ou gás. De acordo com RIBEIRO (2012), o modelo microscópico da matéria indica que os corpos estão em constante movimento, vibração ou rotação, de forma que possuem energia cinética. A autora acrescenta que a energia térmica de um corpo macroscópico corresponde à energia cinética de seus constituintes microscópicos. À transferência de energia térmica de um sistema termodinâmico a outro se dá o nome de calor.

A energia térmica (e o calor) mede-se em unidade de energia: Joule no sistema SI, mas também é habitual usar a caloria. Historicamente, a definição de caloria é a quantidade de calor (energia) necessária para elevar em 1 grau Celsius a temperatura de 1 grama de água (RIBEIRO, 2012).

Em termo de produção de energia, a madeira sempre ofereceu histórica contribuição para o desenvolvimento da humanidade, tendo sido sua primeira fonte de energia, inicialmente empregada para aquecimento e cocção de alimentos (BRITO, 2007). Ao longo dos tempos, passou a ser utilizada como combustível sólido, líquido e gasoso, em processos para a geração de energia térmica, mecânica e elétrica.

Hoje, a madeira ainda continua participando da matriz energética mundial, com maior ou menor intensidade, dependendo da região considerada. Seu uso é afetado por variáveis como: nível de desenvolvimento do país, disponibilidade de florestas, questões ambientais e sua competição econômica com outras fontes energéticas, como petróleo, gás natural, hidreletricidade, energia nuclear etc (BRITO, 2007, p. 185).

A madeira, na sua forma direta como lenha ou do seu derivado, o carvão vegetal, é combustível vital para o preparo de alimentos para um enorme número de famílias e comunidades em diversas regiões do planeta. De acordo com BRITO (2007, p. 185), estima-se que, a cada seis pessoas, duas utilizam a madeira como a principal fonte de energia, particularmente para famílias de países em desenvolvimento, sustentando processos de secagens, cozimentos, fermentações, produções de eletricidade etc.



No caso das indústrias moveleiras, o resíduo madeirável, quando recebe o tratamento adequado, pode ser utilizado na geração de energia térmica e elétrica, em cogeneradoras, que podem ser utilizadas no local de geração (energia térmica) ou em outras regiões, longe do local de geração (energia elétrica), afirma BRAND (2012).

Os resíduos utilizados podem ter origem florestal, industrial e urbana, e, quanto à qualidade, as variáveis mais importantes são teor de umidade (influencia diretamente em qualquer tipo de uso, e principalmente para a geração de energia, pois quanto maior a umidade, menor o poder calórico), tamanho do material (granulométrica), nível de contaminação com outros materiais (pedras, terra, pregos), nível de degradação, densidade do material e poder calorífico quando o uso é geração de energia (BRAND, 2012)

De acordo com dados da Aneel, a geração térmica é responsável por 20% da matriz energética do país, somando 764 térmicas, e o custo do MW (Megawatts) gerado a partir do resíduo de madeira é 20% menor que o produzido pelo óleo diesel.

Segundo ELIAS (2000) há um evidente interesse das empresas do segmento na procura por este tipo de tecnologia, porém muitas vezes encontram dificuldades, que para concessão de financiamento, ou pela falta de política de longo prazo, específica para o incentivo à utilização de energia renovável.

### **2.3 Vantagens e desvantagens da produção de energia térmica na indústria moveleira, a partir do uso do resíduo da madeira**

As vantagens do uso dos resíduos madeiráveis nas empresas moveleiras são: o pequeno espaço que as caldeiras ocupam, custo baixo na construção e do combustível da caldeira, que construídas no próprio espaço industrial, economizam no transporte da energia.

Esta atividade, além de resolver um problema ambiental, dando destinação correta aos resíduos gerados pela indústria madeireira, constituem uma fonte limpa e renovável de energia, além de mostrar-se viável do ponto de vista econômico e social.

Outrossim, empresas que possuem grandes gastos com energia elétrica, podem minimizar esse custo, a partir do uso da energia térmica através das caldeiras, e, ainda, vender o excedente da produção de energia, caso houver.

Para GRAUER(2008), existem algumas vantagens indiretas na utilização dos resíduos do processo de fabricação (serragem, cavacos e pedaços de madeira) para a própria produção de energia, consistente na redução do volume de resíduo do processo industrial.

FROEHLICH (2012) aponta os principais benefícios que uma empresa do ramo madeireiro pode obter com a implantação de um sistema de aproveitamento dos resíduos gerados na sua produção para geração de energia: a) redução dos custos com energia para manter a sua produção; b) aumento da receita através da comercialização do excedente para terceiros; c) elimina problemas com a armazenagem desses resíduos; d) diminui os impactos ambientais causados pelo desperdício; e, e) contribui com a racionalização da matéria-prima, a madeira.

Assim, ainda que não utilizado o resíduo da madeira para produção de energia, este pode ser incluído no sistema P+L, pois as empresas podem receber lucro com a venda dos restos de madeira, que normalmente é vendida para termelétricas.

O resíduo da madeira também pode ser vendido para a confecção de painéis de madeira, confecção de pequenos objetos e utensílios domésticos, produção de compostos para adubação e produção de mudas, no paisagismo, como material inerte de decoração e para a produção de celulose e papel.

A única desvantagem identificada está no custo para instalação da usina de geração de energia que, além da caldeira, necessita de equipamentos e softwares para monitoramento do processo de geração de energia e de distribuição, seja para a própria empresa, seja para envio



para a rede de distribuição, em caso de excedente; bem para controle da emissão de partículas poluentes no meio ambiente (GRAUER, 2008).

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este estudo utilizou-se do método dedutivo, o qual parte da teoria para a ocorrência do fenômeno, isto é, da teoria para a prática (LAKATOS, 2010).

Quanto à técnica de pesquisa, que corresponde ao conjunto de processos que a ciência utiliza-se para atingir os objetivos de pesquisa (LAKATOS, 2010), adotou-se a pesquisa bibliográfica, utilizando-se de fontes bibliográficas extraídas de livros e artigos de revistas físicas e on-line.

Para a análise dos dados, optou-se pela pesquisa qualitativa e pesquisa de campo, com entrevista de proprietários de indústrias dos ramos moveleiro e madeireiro.

#### **3.1 Características do objeto de estudo**

Este trabalho teve como objeto de estudo, na etapa qualitativa e de pesquisa de campo, empresas moveleiras e madeireiras que se utilizam ou não da energia térmica. Foram realizadas visitas em empresas madeireiras e moveleiras da região da Serra Gaúcha, a fim de realizar um comparativo das vantagens e desvantagens da geração de energia a partir de resíduos de madeiras. A pesquisa foi realizada entre os meses de abril a junho de 2014.

#### **3.2 Etapas metodológicas da pesquisa**

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de identificar se há vantagens para a indústria moveleira vender os resíduos de madeira ou utilizá-lo para produzir energia térmica. Como método de abordagem, seguindo os pressupostos de LAKATOS (2010), adotou-se a teoria para a pesquisa de campo, com a realização de visitas em indústrias moveleiras e madeireiras, onde foram realizadas entrevistas para identificar os benefícios de geração de energia térmica a partir dos resíduos, buscando-se compreender o processo tanto pelos aspectos econômicos (custo de produção e redução de consumo de energia externa) ou do benefício advindo com a venda do resíduo para terceiros, bem como os aspectos ambientais envolvidos com o descarte da sobra da madeira utilizada no processo produtivo, sob o enfoque do Sistema P+L.

### **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A apresentação dos resultados nessa pesquisa realizar-se-á com base nas informações obtidas através da pesquisa de campo realizada e com os referenciais teóricos apresentados.

Através dos dados levantados, constatou-se que as empresas madeireiras que utilizam a energia térmica têm gastos reduzidos com o consumo de energia convencional, entretanto, perde o lucro adquirido com a venda dos resíduos de madeira para terceiros. Constatou-se com a presente pesquisa que aproximadamente 80% das empresas pesquisadas opta por vender os resíduos, visando lucro.

A análise também foi realizada a partir de aspectos sociais e ambientais, bem como econômicos, considerando a produção de energia térmica pelas empresas moveleiras e madeireiras, a partir de seus resíduos de madeiras, oriundos de seus sistemas de produção.

No que se refere aos benefícios sociais advindo da produção de energia a partir de resíduos de madeira, observou-se uma possibilidade de melhoria na condição de vida através de energia elétrica produzida e lançada na rede de distribuição de concessionárias, gerando conforto e desenvolvimento para a população do município onde a “usina” encontra-se instalada, isso porque, em muitos casos, a energia produzida não é totalmente consumida, efetuando-se a venda do excedente para as concessionárias de distribuição de energia.



Também pode-se apontar, como benefício social, a partir da produção de energia local, a fixação da população local, evitando o êxodo para a capital; a aplicação de impostos gerados em saúde, educação e segurança; e, a geração de trabalho e renda.

Sobre os benefícios ambientais, identificou-se que o processo de geração de energia térmica, através de caldeiras, possibilita a destinação correta dos resíduos das indústrias moveleiras e madeireiras, a redução de CO<sub>2</sub> na atmosfera através da queima adequada dos resíduos de madeira, a eliminação da produção de metano da biomassa dos resíduos, e a substituição das usinas geradoras de energia a diesel responsável pela emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) reconhecidamente alguns dos principais gases do efeito estufa.

No que se refere aos benefícios econômicos, conclui-se que este processo reduz o consumo de energia da rede externa e, por conseguinte, dos custos referentes ao consumo de energia.

Também se identificou, como benefício econômico, a arrecadação de valores com a venda da energia excedente para distribuidoras de energia, ou venda do resíduo para termelétricas ou pequenas usinas.

Sendo assim, as empresas que possuem a caldeira para produção de energia térmica diminuem ou zeram o custo com energia, porém, aquelas que optam por vender os resíduos madeiráveis, obtêm lucros, por vezes, maior do que o correspondente com a redução de consumo de energia elétrica.

Portanto, da análise de resultados extrai-se que cada empresa precisa fazer um levantamento do valor despendido com o consumo de energia elétrica e orçar o custo de instalação de uma usina de produção de energia térmica (convertida em energia elétrica) para ver se realmente é viável, de acordo com seu consumo. Também é necessário fazer um comparativo com o valor adquirido, no caso de venda do resíduo para um terceiro, o que se mostra mais vantajoso para empresas de pequeno porte.

É importante destacar que o estudo não se objetivou com o presente estudo esgotar o assunto, mas buscar formas alternativas de produção de energia para um segmento específico – indústrias moveleira e madeireira – para que a partir de então, busquem-se formas de viabilizar a implementação desses sistemas alternativos, a partir da análise criteriosa para cada caso específico.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A preocupação em conciliar o desenvolvimento econômico à qualidade de vida representa um desafio para as presentes e futuras gerações, o que se reflete nas relações de produção, principalmente no que se refere ao consumo de energia.

Nesse aspecto, o Sistema de Produção Mais Limpa (P+L) busca reduzir, ou até mesmo, acabar com o descarte de resíduos no meio ambiente, agregando valor econômico ao destarte, dando a ele destinação econômica, sendo no próprio sistema produtivo, ou em outro diverso.

Sendo assim, conclui-se com o presente estudo, que o Sistema P+L é perfeitamente aplicável às indústrias moveleiras e madeireiras, no que se refere aos resíduos madeiráveis.

Atualmente, essas empresas destinam seus resíduos à produção de energia térmica, a qual pode ser utilizada pela própria empresa, ou com a possibilidade de venda do excedente para companhias distribuidoras de energia elétrica. Nesse processo, é agregado valor econômico ao resíduo, além de reduzir os danos ao meio ambiente, atuando de forma preventiva na estratégia ambiental.

Ao final do estudo, atingiu-se o objetivo inicial proposto para a pesquisa consistente na identificação de fontes alternativas de energia nos sistemas de produção moveleira,



encontrando, na energia térmica, produzida a partir dos resíduos madeiráveis, uma solução viável.

Também reconhece-se as vantagens sociais, ambientais e econômicas na produção de energia térmica advinda da biomassa (madeira), a partir dos resultados obtidos, principalmente no que se refere a eliminação de um resíduo, na produção de energia por fonte alternativa, redução de consumo de energia elétrica, e conseqüentemente, redução de custo com energia, além de aspectos sociais como geração de renda e emprego.

Por fim, a única desvantagem identificada na utilização de resíduos da madeira para produção de energia é o alto custo para implantação da usina, entretanto, a médio prazo, o valor é recuperado, além do mais, as vantagens ambientais também devem ser consideradas neste caso.

É importante referir que cada caso deve ser detalhadamente analisado para verificar as vantagens específicas em cada situação, pois, através do estudo, pode-se observar que a quantidade de consumo de energia é o que define se a instalação de uma usina geradora de energia é aconselhável ou não, além dos demais fatores do sistema P+L, inclusive fatores ambientais que devem ser mensurados na análise.

### REFERÊNCIAS

ALVES, Salete Martins; OLIVEIRA, João Fernando Gomes de Oliveira. **Adequação ambiental dos processos usinagem utilizando Produção mais Limpa como estratégia de gestão ambiental**. Produção, v. 17, n. 1, p. 129-138, Jan./Abr. 2007.

BAAS, L. W. **Cleaner production: beyond projects**. Journal of Cleaner Production, Great Britain, v. 3, p. 55-59, 1995.

BRAND, Martha Andreia. **Energia de Biomassa Florestal**. Ed. Interciência, 2012.

BRITO, José Otávio. **O uso energético da madeira**. Artigo publicado na Revista Estudo Avançados nº 21. v. 59. p. 185-193. Ano 2007.

ELIAS, Martha. **Geração de Energia**. Disponível em: <[http://www.revistareferencia.com.br/index2.php?principal=ver\\_conteudo.php&uid=237&edicao2](http://www.revistareferencia.com.br/index2.php?principal=ver_conteudo.php&uid=237&edicao2)>. Acesso em: 10. Jun. 2014.

FILHO, Julio Cesar Gomes da Silva; CALÁBRIA, Felipe Alves; SILVA, Gisele Cristina Sena; MEDEIROS, Denise Dumke. **Aplicação da Produção mais Limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua**. Prod. vol.17 no.1 São Paulo Jan./Apr. 2007.

FROEHLICH, Anderson Gheller; JUSTEN, Gelciomar Simão; LUPPI, Lierge; MORAES, Suzana. **Utilização de biomassa para geração de energia: estudo de caso em uma indústria madeireira de Aripuanã-MT**. VIII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. 8 e 9 de junho de 2012. Disponível em: <[http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg8/anais/t12\\_0477\\_2445.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg8/anais/t12_0477_2445.pdf)> Acesso em: 22 nov. 2015.

GRAUER, Andreas; KAWANO, Mauricy. **Aproveitamento de resíduos para biomassa é rentável**. Revista da Madeira. Ed. 10. Ano 2008.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 5. ed.: São Paulo: Atlas, 2010.



RIBEIRO, Amandine Cunha Ricardo. **Energia Térmica**. Artigo apresentado à disciplina de Biologia da UTAD, 2012. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAMxwAH/energia-termica>. Acesso em: 10. jun. 2014.