

VI-018 – AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL COM FOCO NO CICLO DE VIDA DE PAINÉIS OBTIDOS A PARTIR DA CASCA DE COCO VERDE

Ana Lúcia Feitoza Freire⁽¹⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC. Mestre em Recursos Naturais pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Professora do Instituto Federal do Ceará (IFCE).

Maria Cléa Brito de Figueirêdo

Graduada em Ciências da Computação pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Science and Technology Studies, pelo Rensselaer Polytechnic Institute, doutorado em Engenharia Civil com área de concentração em saneamento ambiental e pós-doutorado em avaliação do ciclo de vida de produtos pela Wageningen University. Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical.

Morsyleide de Freitas Rosa

Engenheira química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestrado e doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical.

Celso Pires de Araújo Júnior

Licenciado em química pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Mestre em Engenharia e Ciências de Materiais pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

Endereço⁽¹⁾: Rua América, 501 - Bairro Planalto Airton Senna - Fortaleza - Ceará - CEP: 60766-125 - Brasil - Tel: (88) 9921-7782 - e-mail: anafeitoza@ifce.edu.br.

RESUMO

Esse trabalho avalia o impacto ambiental considerando o ciclo de vida do painel de casca de coco verde. A unidade funcional é um painel com área de 0,011m², 5 mm de espessura e massa de 71g. O sistema de produto compreende os processos: beneficiamento da casca, transporte, produção de energia e produção do painel. A produção do painel é um macroprocesso composto pelos processos unitários: peneiramento do pó e secagem em estufa, moagem da fibra, secagem da fibra em estufa e prensagem do painel. Os impactos foram avaliados pelo método CML (2001) para as categorias acidificação, eutrofização, aquecimento global e depleção da camada de ozônio e modelados no software de ACV simapro. Os resultados apontaram que os principais pontos críticos do painel ocorrem nas fases de prensagem do painel devido ao consumo de energia; no beneficiamento da casca de coco verde em função dos efluentes gerados no processamento da casca e na lavagem do pó e o transporte, devido à queima de combustíveis fósseis.

PALAVRAS-CHAVE: Impacto ambiental, casca de coco verde, painéis, desempenho ambiental.

INTRODUÇÃO

Painéis de fibras são fabricados usualmente utilizando fibras de madeiras de florestas plantadas de pinus ou eucalipto (PIEKARSKI, 2013). Os painéis em geral, surgiram para suprir a demanda gerada pela escassez de madeira maciça e pelo seu alto custo.

Existem dois tipos de painéis, os que são fabricados com madeira reconstituída e os que são feitos com madeira processada mecanicamente (MATTOS, et. al. 2008). Os painéis de madeira processada mecanicamente são formados por lâminas ou sarrafos de madeira, tendo como exemplo compensados e laminados. Já os painéis reconstituídos são feitos com fibras ou partículas de madeira reconstituída, tendo como principais representantes o aglomerado/MDP (Medium Density Particleboard), o MDF (Medium Density Fiberboard) (SILVA, 2012), o HDF (High Density Fiberboard) e o SDF (Super Density Fiberboard). O HDF e o SDF apresentam maior densidade e por isso tem menor espessura (MATTOS, et. al. 2008). Fazem parte ainda desta categoria, outros tipos de compósitos, como os de madeira-plástica e outros obtidos de materiais lignocelulósicos (SILVA, 2012).

Segundo Mattos, et. al. (2008), o mercado de painéis no Brasil tem crescido consideravelmente e a tendência é que prospere ainda mais, pois tem sido uma alternativa para substituição da madeira maciça. As indústrias brasileiras de Painéis aglomerados/MDP, MDF e seus correlatos HDF e SDF, utilizam, preferencialmente, cavacos de madeira de florestas plantadas de pinus e eucalipto. Essa matéria prima confere uma maior qualidade ao produto, como cor e uniformidade (MATTOS, et. al. 2008), sendo aglomerada em condições estabelecidas de temperatura e pressão.

No entanto, novos painéis reconstituídos estão sendo desenvolvidos utilizando fibras vegetais provenientes de resíduos da agroindústria, como a casca de coco verde, podendo ser mais uma opção sustentável de redução do uso de madeira e resinas sintéticas. A produção de painéis obtidos a partir da casca de coco verde possibilita a destinação correta dessa biomassa, ainda disposta como resíduo por muitas indústrias de água de coco. Dessa forma, as cascas de coco verde, deixam de ser um problema na área de resíduos sólidos urbanos, podendo tornar-se uma solução inteligente, sustentável e economicamente viável.

Este trabalho avalia o impacto ambiental do painel de fibras elaborado a partir da casca de coco verde, numa abordagem do berço ao portão. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) desse produto possibilita identificar os possíveis impactos relacionados ao ciclo de vida desse novo produto para que ações de redução de impactos possam ser definidas e adotadas antes do escalonamento de sua produção e difusão da tecnologia para o setor agroindustrial. Essa avaliação aponta qual etapa do ciclo de vida do produto é a maior responsável pelos impactos e quais consumos e emissões devem ser reduzidos.

MATERIAIS E MÉTODOS

DEFINIÇÃO DE OBJETIVO, ESCOPO DO ESTUDO, UNIDADE FUNCIONAL E CRITÉRIOS DE ALOCAÇÃO

O principal objetivo deste estudo consiste em avaliar o impacto ambiental do painel obtido a partir da casca de coco verde. A ACV do painel de Casca de Coco Verde compreende os seguintes processos unitários: beneficiamento da casca de coco verde, transporte da matéria prima e o macroprocesso de produção dos painéis de casca de coco verde. O macroprocesso de produção de painéis compreende os seguintes processos unitários: peneiramento do pó e secagem em estufa, moagem da fibra, secagem da fibra em estufa e prensagem do painel (Figura 1).

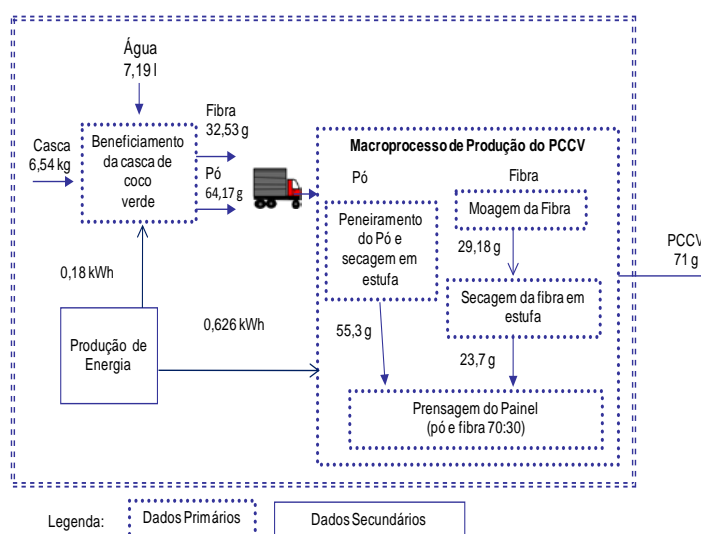


Figura 1: sistema de produto

A Unidade Funcional é um painel de fibra de casca de coco verde com $0,011\text{m}^2$, 5 mm de espessura e massa de 71g. Foi utilizado o critério de alocação mássica no processo de beneficiamento da casca de coco. Os dados que envolvem a etapa de processamento da casca de coco verde foram coletados em visitas e entrevistas a unidades produtivas no estado do Ceará. Já os dados referentes à produção dos painéis foram coletados no

laboratório de Tecnologia da Biomassa da Embrapa Agroindústria Tropical, onde o produto está sendo desenvolvido, por meio da realização de balanços de massa e energia.

O painel possui densidade de 1297 kg/m³ sendo, portanto considerado um HDF de acordo com a norma da ABNT 15316-1:2006, podendo ter aplicação em diversos setores como indústrias moveleiras e construção civil;

CATEGORIAS E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Foram selecionadas quatro categorias de impacto com abordagem midpoint, sendo elas: eutrofização, aquecimento global, depleção da camada de ozônio e acidificação. O método de avaliação de impactos utilizado foi o CML 2000 e os dados foram modelados no software de ACV, SIMAPRO.

RESULTADOS

INVENTÁRIO DE CONSUMOS E EMISSÕES

Os insumos utilizados, os resíduos gerados e as emissões produzidas nos processos de beneficiamento da casca e produção do painel de casca de coco verde podem ser observados na Tabela 1. Os valores de entrada e saída das etapas de beneficiamento da casca e produção do painel são referentes a unidade funcional deste estudo. Na etapa de beneficiamento da casca de coco verde, o diesel consumido é referente ao transporte da matéria-prima processada e seca, no caso, pó e fibra até o pólo moveleiro de Marco-CE.

Tabela 1: Inventário de entradas e saídas

Etapa 1. Beneficiamento da casca de coco verde					
Materiais/Energia	Quantidade	Unidade	Produtos/Resíduos	Quantidade	Unidade
Casca de coco verde	6,54	g	Líquido da casca de coco verde (LCCV)	0,70	kg
Energia	0,18	kWh	Pó de casca de coco verde (CCV)	3,30	kg
			Fibra de casca de coco verde (CCV)	0,056	g
			Resíduo da prensa	2,48	kg
			OG (mg/L)	0,39	mg
			SST (mg/L)	5,11	mg
			NTK (mg/L)	0,10	mg
			DQO (mg/L)	45,71	mg
			DBO (mg/L)	26,07	mg
			Fósforo total (mg/L)	0,03	mg
Lavagem do pó					
Materiais/Energia	Quantidade	Unidade	Produtos/Resíduos	Quantidade	Unidade
Água	7,19	l	Efluente (Líquido da Lavagem do pó da CCV)	6,01	l
Pó da Casca de Coco Verde	3,30	kg	Pó da casca de coco verde lavado	4,48	kg
			OG (mg/L)	0,029	mg
			SST (mg/L)	3,97	mg
			NTK (mg/L)	0,05	mg
			DQO (mg/L)	37,26	mg
			DBO (mg/L)	30,71	mg
			Fósforo total(mg/L)	0,20	mg
Etapa 2: Produção dos Painéis PCCV e PCCVR					
Preparação do Pó (secagem ao sol e peneiramento do pó)					
Materiais/Energia	Quantidade	Unidade	Produtos/Resíduos	Quantidade	Unidade
Pó da Casca de Coco Verde	303,89	kg	Pó da Casca de Coco Verde peneirado	64,17	g
			Resíduos de pó/fibra	239,72	g
Preparação do Pó (Peneiramento do Pó e secagem em estufa)					

Materiais/Energia	Quantidade	Unidade	Produtos/Resíduos	Quantidade	Unidade
Pó da Casca de Coco Verde peneirado	64,17	g	Pó da Casca de Coco Verde (CCV) peneirado e seco	55,3	g
Energia	0,08	kWh			
Preparação da fibra (Secagem da fibra ao sol)					
Materiais/Energia	Quantidade	Unidade	Produtos/Resíduos	Quantidade	Unidade
Fibra da Casca de Coco Verde	56,11	g	Fibra da Casca de Coco seca ao sol	32,53	g
Preparação da fibra (Moagem da Fibra)					
Entradas			Saídas		
Materiais/Energia	Quantidade	Unidade	Produtos/Resíduos	Quantidade	Unidade
Fibra da Casca de Coco Verde seca	32,53	g	Fibra da Casca de Coco Verde Moída (CCV)	29,18	g
Energia	0,04	kWh	Resíduos de fibra	2,68	g
Preparação da fibra (Secagem da fibra em estufa de circulação de ar)					
Materiais/Energia	Quantidade	Unidade	Produtos/Resíduos	Quantidade	Unidade
Fibra da Casca de Coco Verde moída	29,18	g	Fibra da Casca de Coco Verde moída e seca	23,7	g
Energia	0,036	kWh			
Prensagem do Painei					
Materiais/Energia	Quantidade	Unidade	Produtos/Resíduos	Quantidade	Unidade
Pó da casca de coco verde	55,3	g	Painei de Casca de coco verde (PCCV)	71	g
Fibra da casca de coco verde	23,7	g			
Energia	0,55	kWh			

Comparando as etapas de beneficiamento da casca e produção do painei de casca de coco verde, ocorre maior consumo de energia elétrica na produção do painei de coco verde. A etapa de beneficiamento da casca gera emissões para a água em função dos efluentes gerados pelo Líquido da Casca de Coco Verde (LCCV) e Líquido da lavagem do pó (LLP).

AVALIAÇÃO DE IMPACTO

A avaliação dos impactos associados com a produção do painei de casca de coco verde foi realizada utilizando o método de avaliação de impacto CML (2001). Quatro categorias de impacto foram selecionadas, que são: acidificação, eutrofização, aquecimento global e depleção da camada de ozônio. Os principais pontos críticos identificados por categoria de impacto são apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Principais pontos críticos do painei.

Categorias de impacto	Pontos críticos	Processo unitário
Acidificação	Consumo de energia Operação do caminhão	Prensagem do painei Transporte
Eutrofização	Efluentes gerados (LCCV e LLP)	Beneficiamento da casca de coco verde
Aquecimento global	Consumo de energia operação do caminhão	Prensagem do painei Transporte
Depleção da camada de ozônio	Consumo de energia Operação do caminhão	Prensagem do painei Transporte

A contribuição dos impactos ambientais potenciais no ciclo de vida do painei é apresentada na tabela 3.

Tabela 3: Contribuição dos impactos ambientais potenciais por categoria de impacto.

Categorias de impacto	Beneficiamento da casca de coco	Peneiramento do pó e secagem em estufa	Moagem da fibra	Secagem da fibra em estufa	Prensagem do painel	Transporte
Acidificação (kg SO ₂ -eq)	2,14e-05	2,94e-05	1,52e-05	1,31e-05	2,25e-04	2,77e-04
Eutrofização (PO ₄ -eq)	1,73e-03	1,50e-05	2,26e-05	6,69e-06	1,15e-04	7,35e-05
Aquecimento global (CO ₂ -eq)	2,27e-02	2,30e-02	1,20e-02	1,02e-02	1,76e-01	5,11e-02
Depleção da camada de ozônio (CFC-eq)	8,52e-10	8,64e-10	4,50e-10	3,85e-10	6,61e-09	8,22e-09

Os principais consumos e emissões responsáveis por cada categoria de impacto são:

ACIDIFICAÇÃO

A prensagem do painel contribuiu com 38,6% dos impactos em acidificação, devido ao consumo de energia. O processo que contribui para os impactos na produção de energia elétrica é o de fabricação dos fios de cobre para transmissão e distribuição de energia. O transporte contribuiu com 47% devido à queima do diesel na operação do caminhão.

EUTROFIZAÇÃO

O beneficiamento da casca de coco contribuiu com 88% dos impactos para eutrofização em função dos efluentes gerados, principalmente o LCCV (Líquido da Casca de Coco Verde) e o LLP (Líquido da Lavagem do Pó).

AQUECIMENTO GLOBAL

A prensagem do painel foi responsável por 59,6% dos impactos devido ao consumo de energia. Isso se deve a produção de eletricidade a partir de usina hidrelétrica e a queima de gás natural e carvão em usinas termelétricas. Na produção de energia hidrelétrica ocorrem emissões de substâncias como dióxido de carbono, monóxido de carbono e metano pela mudança no uso da terra na etapa de construção de hidroelétricas (de florestas para reservatórios). O transporte respondeu por 17,3% dos impactos, devido à queima de combustível (diesel) na operação do caminhão.

DEPLEÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO

O transporte contribui com 47% dos impactos para a depleção da camada de ozônio, devido à queima de diesel na operação do caminhão. A prensagem do painel contribuiu com 38% dos impactos em virtude do consumo de energia. O processo que contribui para os impactos da cadeia de produção de energia é a queima de gás natural em usinas termelétricas.

CONCLUSÕES

Dentre as principais conclusões deste estudo destacam-se:

A etapa de beneficiamento da casca de coco gera emissões para a água devido aos efluentes gerados, que são o LCCV e o LLP.

Comparando as etapas do ciclo de vida do painel, observa-se que ocorre maior consumo de energia elétrica na prensagem do painel.

Os principais pontos críticos identificados na avaliação ocorrem nas etapas de prensagem, beneficiamento da casca de coco verde e transporte. O primeiro ponto crítico está relacionado à energia requerida para realização da prensagem do painel. O segundo refere-se aos efluentes gerados no processamento da casca de coco e na lavagem do pó que são o LCCV (Líquido da Casca de Coco Verde), e o LLP (Líquido da Lavagem do Pó) e o terceiro se refere à queima de combustíveis fósseis na operação do caminhão.

POSSIBILIDADES DE MELHORIA

A melhoria do desempenho ambiental dos painéis ocorre principalmente quando o consumo de energia ao longo do ciclo de vida desse produto é reduzido. Para tanto, o pré-tratamento da matéria prima é uma alternativa na eliminação de constituintes que promovem absorção de água pelo painel, que tradicionalmente são retirados pela ação do calor, e consequentemente reduz o consumo de energia do processo de prensagem.

O pré-tratamento segundo Torquato (2008) é realizado para amolecer as fibras ou partículas de madeira, facilitando a operação do desfibrador e com isso reduz o consumo de energia.

Em relação aos efluentes gerados no beneficiamento da casca de coco verde, sugere-se o tratamento destes para redução da carga orgânica, bem como avaliar o seu potencial como fonte de nitrogênio, fósforo e potássio na fertilização de culturas. Segundo Mattos et al. (2012), estudos investigam o potencial de reuso dos efluentes do processo de beneficiamento da casca de coco verde como fonte de taninos para a formulação de resinas fenólicas para fabricação de adesivos, e utilização para fins fitoterápicos; além da sua utilização como fonte de potássio, na fertilização agrícola de culturas tolerantes a alta salinidade, em função da sua elevada condutividade elétrica. Freitas Neto et al. (2006), avaliou o potencial de aproveitamento de biogás empregando um reator anaeróbio no tratamento do LCCV.

Para minimizar os impactos do transporte, sugere-se adotar o uso de combustíveis produzidos a partir de fontes renováveis, como o biodiesel, de modo a diminuir as emissões pela queima dos mesmos, na operação do caminhão. Segundo Bermann (2008), o uso de biodiesel reduz as principais emissões associadas ao diesel derivado do petróleo, como óxidos de enxofre e material particulado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PIEKARSKI, C. M. Proposta de Melhoria do Desempenho Ambiental Associado ao Ciclo de Vida da Produção do Pannel de Madeira MDF. 2013. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.
2. MATTOS, R. L. G.; GONÇALVES, R. M.; CHAGAS, F. B. Painéis de Madeira no Brasil: Panorama e Perspectivas. BNDES Setorial, n. 27, p. 121-156, 2008.
3. SILVA, D. A. L. Avaliação do Ciclo de Vida da Produção do Pannel MDP no Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2012.
4. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 15316-1: Chapas de fibras de média densidade. Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro, 2006.
5. TORQUATO, L. P. Caracterização dos Painéis MDF Comerciais Produzidos no Brasil. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). – Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

6. MATTOS, A. L. A.; ROSA, M. F.; CRISÓSTOMO, L. A.; BEZERRA, F. C.; CORREIA, D.; VERAS, L. G. C. Beneficiamento da casca de coco verde. Disponível em: http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3830.pdf. Acesso em: 01 abril 2012.
7. FREITAS NETO, M. A.; LEITÃO, R. C.; ROSA, M. F.; ARAÚJO, A. M.; FARIAS FILHO, A. L.; BRITO, C. R. F.; VIANA, M. B.; SANTAELLA, S. T. Perspectivas do aproveitamento energetico do biogás gerado durante o tratamento anaeróbio do liquido da casca de coco verde.2006. Disponível em: <http://www.cpamn.embrapa.br/agrobioenergia/trabalhos/112.PDF>. Acesso em: 12.fev.2015.
8. BERMANN, C. Crise Ambiental e as energias renováveis. Cienc. Cult. Vol. 60, n.3. São Paulo setembro, 2008. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252008000300010. Acesso em: 12 fev. 2015.