

Mesa de Trabalho: 3 - Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente

AUTORES

1) Francisco Prancacio Araújo de Carvalho

Título: Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente/ PRODEMA - UFPI – TROPEN / Professor Dep. Economia UFPI.

Instituição: Universidade Federal do Piauí.

Endereço Postal:

Rua: Beco da Lua

Nº: 2202

Bairro: Piçarreira I

Teresina - PI

CEP: 64055-405

Fone: (86) 3232-6064 / 9979-1880

E-mail: prancacio@ig.com.br
prancacio@hotmail.com

2) Jaíra Maria Alcobaça Gomes

Título: Doutora em Economia Aplicada - ESALQ – USP / Pesquisadora UFPI-TROPEN / Professora Dep. Economia UFPI.

Instituição: Universidade Federal do Piauí.

Rua: Luiza Amélia Brandão

Nº: 916

Bairro: São Cristóvão

Teresina – PI

CEP: 64056-170

Fone / fax: (86) 3215-5535 / 215-5566

E-mail: jairamag@uol.com.br

ECO-EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE PÓ CERÍFERO DE CARNAÚBA

RESUMO

A *Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore (carnaúba) tem como produto de maior valor econômico um material ceroso que reveste as folhas, usado na fabricação de cera, matéria-prima de inúmeros produtos industriais. O Brasil é o único país produtor de cera de carnaúba, tendo como um dos principais influentes o estado do Piauí, que possui, na cera, significativa participação nas exportações. Neste Estado, as condições naturais do município de Campo Maior favorecem grande incidência da carnaubeira e suas tradições históricas na produção de pó e cera, tornam-no um pólo regional. O objetivo geral é analisar, na produção de pó cerífero de carnaúba, os elementos e indicadores de eco-eficiência – associação de eficiência econômica com baixo impacto ambiental. Os específicos são: avaliar qualitativamente a produção de pó cerífero, verificando o consumo de materiais e de energia, emissão de substâncias tóxicas, existência de reciclagem de materiais e uso de recursos renováveis e; construir e analisar indicadores de eco-eficiência. A fonte dos dados foi de pesquisa direta através de questionário aplicado junto ao produtor de pó, em carnaubal localizado na Fazenda Experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Campo Maior (PI). Os resultados foram: o exíguo progresso tecnológico na produção de pó de carnaúba, principalmente, do corte a secagem evidenciam baixo desenvolvimento econômico que está associado a pouca melhoria nas condições do trabalho, reduzida remuneração do trabalho e baixa articulação entre trabalhadores; a produção de pó possui intenso uso de materiais, gerando relativamente baixo nível de produto por materiais e, portanto, muitos resíduos sólidos, entretanto, os materiais são orgânicos e renováveis, consome-se, essencialmente, energia solar; o consumo de diesel combustível no transporte do pó e batção das folhas da carnaúba contribuem para emissão de poluentes, mas esse consumo é eficiente gerando baixo impacto. Conclui-se que essa atividade gera pouco impacto sobre a natureza.

Palavras-chaves: Pó Cerífero de Carnaúba; Eco-eficiência; Região Nordeste; Piauí.

1 INTRODUÇÃO

A carnaúba foi considerada “árvore da vida” por apresentar numerosas e importantes finalidades, pelo naturalista Humboldt quando, no século XVIII, conheceu-a em terra brasileira. É uma palmeira nativa do Brasil, embora cresça com facilidade em qualquer clima tropical e existam palmeiras da carnaúba, na África Equatorial, no Ceilão, no Equador, na Tailândia e na Colômbia. No ambiente seco das caatingas do Nordeste, especialmente nos estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, ela se encontra em condições de exploração econômica. É um tipo de planta adaptada ao clima seco e se desenvolve de forma espaçada em solos arenosos e alagadiços, várzeas e margens dos rios de regiões de clima quente.

A mais relevante atividade associada à exploração econômica da carnaúba no estado do Piauí inicia-se pela extração de um material ceroso ou cutícula que reveste as folhas. Esse material é resultado de uma condição genética da planta, um mecanismo natural de defesa contra agentes externos, principalmente a incidência de elevadas temperaturas, que evita a

perda excessiva de água e mantém o equilíbrio de água no interior da planta. Essa cutícula depois de extraída é chamada de pó de carnaúba e torna-se matéria-prima básica para produção da cera, que tem grande importância para indústria química, eletrônica, cosmética, alimentícia e farmacêutica. O Brasil é o único país do mundo que produz e exporta cera de carnaúba.

O objetivo geral é analisar os elementos e indicadores de eco-eficiência, associação de eficiência econômica com baixo impacto ambiental, na produção de pó de carnaúba, em Campo Maior (PI). Especificamente, avaliar o consumo de materiais e consumo de energia nessa atividade produtiva, identificar as emissões de substâncias tóxicas, a existência de reciclagem de materiais e o uso de recursos renováveis.

A metodologia consistiu na construção e análise de indicadores de eco-eficiência na produção de pó cerífero, descritos pelo World Business Council for Sustentabilidade Development (WBCSD). A pesquisa direta, realizada em dezembro de 2004, forneceu as informações e os dados necessários.

O artigo compõe-se de três seções principais: a primeira aborda as mudanças no ambiente dos negócios com o advento da questão ambiental, a segunda a delimitação da área de estudo e os procedimentos para cálculo dos indicadores e, a terceira analisa os elementos e indicadores de eco-eficiência na produção de pó de carnaúba.

2 ECO-EFICIÊNCIA: A EMPRESA E O MEIO AMBIENTE

As mudanças de compreensão e comportamento sobre o meio ambiente elevaram as demandas pela eficiência econômica de processos e produtos, criando premissas convergentes entre o meio ambiente e o desenvolvimento de atividades empresariais. Entretanto, a adoção da gestão ambiental pelas empresas não se processou de forma generalizada e imediata, pois era limitada diante da concepção de que lucro e meio ambiente eram adversários naturais. Acreditava-se que as medidas de gestão ambiental, além de reduzir lucros, obrigariam repasse de custos aos consumidores, elevando preços. Essa concepção resultava do alto custo da tecnologia ambiental, em virtude de não estar essa tecnologia nem tão disponível nem tão aperfeiçoada quanto hoje. Em alguns anos, os custos da tecnologia ambiental se alteraram e a concepção de altos custos foi transformada.

[...] em poucos anos, ficou patente que as tecnologias ambientais tinham um potencial inverso, isto é, reduziam custos por meio de uma melhor racionalização dos processos produtivos, particularmente no uso de insumos e no desperdício, levando à rápida disseminação da gestão ambiental baseada no gerenciamento da qualidade total (VINHA, 2003, p.176).

As condições favoráveis aos negócios, resultantes do barateamento dos custos das tecnologias ambientais criaram um cenário promissor para as empresas, ampliando a rentabilidade com racionalização de processos e respeito o meio ambiente. Esse é o modelo de gestão eco-eficiente.

Stephan Schmidheiny, empresário suíço fundador do WBCSD, afirma que o termo eco-eficiência surge da necessidade de apresentar uma proposta empresarial de atuação na área ambiental para a Conferência do Rio, em 1992. Buscava-se um conceito que sintetizasse a finalidade de negócios engajados numa perspectiva de desenvolvimento sustentável e, em 1991, o WBCSD definiu eco-eficiência como o melhor termo para exprimir eficiência econômica e ecológica. Essa noção vem sendo disseminada em empresas, universidades e organizações, estabelecendo-se como um instrumento de mensuração e avaliação de desempenho empresarial e que desperta maior atenção por parte dos governos e sociedades.

A eco-eficiência é alcançada mediante o fornecimento de bens e serviços a preços competitivos que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida, ao mesmo tempo em que reduz progressivamente o impacto ambiental e o consumo de recursos ao longo do ciclo de vida, a um nível no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada da Terra. (CEBDS, 2004).

A eco-eficiência visa a produção sustentável de bens e serviços para a sociedade, agregada de valor, não pela ampliação do consumo de recursos naturais, mas sim, pela sua redução e, minimização ou eliminação da geração de qualquer tipo de poluição.

Ao aliar desempenho econômico com melhorias ambientais, o conceito não se contrapõe a concepção de limite do crescimento econômico e ao processo de acumulação de capital. Por essa razão, é bem aceito por grande parte dos empresários. Configura-se, na verdade, como promotor do desenvolvimento sustentável, ampliando, de maneira prática e objetiva, os fundamentos da sustentabilidade, construídos pelos manifestos sociais e individuais do movimento ambientalista.

Os sete elementos da eco-eficiência, segundo Almeida (2002), são: 1. redução do consumo de materiais com bens e serviços; 2. redução do consumo de energia com bens e serviços; 3. redução da emissão de substâncias tóxicas; 4. intensificação da reciclagem de materiais; 5. maximização do uso sustentável de recursos renováveis; 6. prolongamento da durabilidade dos produtos; 7. agregação de valor aos bens e serviços.

Esses elementos podem ser vistos como correlacionados com três objetivos: o primeiro diz respeito à **redução do consumo de recursos** que inclui a minimização da utilização de energia, materiais, água e solo, englobando a reciclabilidade e a durabilidade do produto e fechando o ciclo dos materiais; o segundo, **redução do impacto na natureza**, que inclui a

minimização de emissões gasosas, descargas líquidas, eliminação de desperdícios e dispersão de substâncias tóxicas, assim como o fomento da utilização sustentável dos recursos renováveis; e o terceiro, **aumentar o valor do produto ou serviço** que significa beneficiar os clientes através da funcionalidade, flexibilidade e modularidade dos produtos, criando serviços adicionais (tais como: manutenção, serviços de melhoria e troca), concentrando-se na venda das necessidades funcionais que os clientes, de fato, querem. Vender um serviço, em vez do produto em si, favorece a possibilidade de o cliente receber a mesma necessidade funcional com menos materiais e recursos. Do mesmo modo, melhora as perspectivas de fechar o ciclo dos materiais, porque a responsabilidade e a propriedade e, por conseguinte, a preocupação pela utilização eficiente fica do lado do fornecedor de serviços (WBCSD, 2004a).

Calcula-se a eco-eficiência a partir da fórmula básica que quantifica a relação entre valor do produto ou serviço e a influência ambiental.

$$\text{Eco-eficiência} = \text{Valor do produto ou serviço} / \text{Influência ambiental}$$

O valor do produto ou serviço pode ser expresso pela quantidade do produto vendido ou vendas líquidas. A influência ambiental, inclui aspectos relacionados a criação de bens e serviços e ao seu consumo ou utilização, como, por exemplo, o uso de matérias-primas e insumos, assim como, resíduos, sejam líquidos, sólidos ou gasosos causados pela produção e consumo de bem ou serviço.

Concretizar os elementos da eco-eficiência em processos dinâmicos nas empresas, incorre em dificuldades que inspiram determinação e empenho do empresariado. Este deve manter uma cultura progressiva de desenvolvimento eco-eficiente, empenhando-se na educação ambiental e treinamento dos seus funcionários, assim como no investimento em sistemas de gestão e avaliação ambiental de modo a promover resultados eficientes em processos e produtos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O universo da pesquisa é representado pelo estado do Piauí, onde se desenvolve grande parte da extração do pó cerífero e produção de cera de carnaúba da região Nordeste do Brasil. A maior concentração da produção de pó cerífero, historicamente, encontra-se na microrregião de Campo Maior. Os fatores que determinaram a escolha do município de Campo Maior para realização desse estudo foram:

1. Dispõem de condições naturais propícias para o desenvolvimento da carnaúba, pois seus altos índices de pluviometria média durante o ano, condições do solo,

clima e relevo, contribuem para gerar áreas alagadiças no período chuvoso, ambientes favoráveis para disseminação natural da carnaubeira. A forte insolação em um período seco bem definido favorece a produção do pó cerífero de carnaúba;

2. A sociedade campomaiorense empenha-se, tradicionalmente, na atividade de exploração da carnaúba, gerando oportunidades de trabalho e renda nos seus diversos segmentos de aproveitamento, principalmente artesanato, produção de pó cerífero e produção de cera de carnaúba.
3. Na microrregião de Campo Maior todos os municípios produzem pó cerífero, sendo o município de Campo Maior um dos principais responsáveis por essa dinâmica produtiva, representando, historicamente, o maior produtor regional;
4. Encontram-se indústrias de cera artesanais e modernas responsáveis por uma significativa parcela da produção e exportação de cera do estado do Piauí e região Nordeste.

A fonte dos dados foi proveniente de pesquisa direta, com aplicação de questionário composto por duas dimensões, uma econômica e outra ambiental, em 22 de dezembro de 2004, junto ao produtor de pó cerífero, em carnaubal que se encontra na Fazenda Experimental da EMBRAPA, em Campo Maior (PI). Dele extraiu-se 600 000,00 folhas que renderam 3 390,00 kg (quilogramas) de pó, em 2004. Gomes, Santos e Araújo [entre 2003 e 2005] pesquisando 39 carnaubais em 28 municípios do Estado, identificaram uma produção média de folha de 455 897,00 por carnaubal e um rendimento médio, em pó, de 3 572,26 kg. O carnaubal selecionado tem capacidade produtiva próxima da média do Piauí. Como não existem grandes diferenciações na organização do trabalho, nem no grau de tecnologia da produção e produtividade nos demais carnaubais do município e, nem mesmo no Estado, esse carnaubal foi representativo para viabilizar o estudo, permitindo, ainda, outros estudos para comparações futuras.

A partir das informações e dos dados referentes à produção no ano de 2004, fez-se uma análise do processo, seguida de uma avaliação qualitativa e quantitativa, em que se identificaram, respectivamente, as implicações causadas na produção de pó cerífero pela utilização de energia, insumos e resíduos gerados e; a construção e análise de indicadores que refletissem o grau de impacto sobre o meio ambiente. Esses indicadores foram divididos em indicadores de valor, oriundos da dimensão econômica e, indicadores de influência ambiental, oriundos da dimensão ambiental. Ao final, consolidaram-se esses indicadores, em indicadores sínteses que medem a razão entre as dimensões de valor e ambiental.

No **processo de produção de pó cerífero**, os dados de ordem econômica do carnaubal que produziu 600 000,00 folhas em 2004, das quais 150 000,00 olho (folha jovem, broto) e 450 000,00 palhas (folha maturada), gerando um produto de 3 390,00 kg de pó, sendo 26,99% olho e 73,01 % palha, possibilitaram a construção dos seguintes indicadores de valor:

a . quantidade de pó produzido – foi informada pelo produtor em kg; é uma medida importante para se auferir futuramente o crescimento econômico de uma atividade. É um indicador que revela a dimensão do negócio e permite verificar, quando comparado com o consumo dos insumos necessários para produzi-lo, o grau de impacto ambiental da atividade e as possíveis tomadas de decisões para reduzi-lo.

b. lucro líquido na produção de pó – o lucro líquido, em Reais (R\$), foi calculado somando-se todas as receitas da venda menos as despesas de produção e venda. O lucro líquido na produção de pó substituiu o indicador **vendas líquidas** referenciado por WBCSD (2004b), por ser um indicador mais próximo da realidade estudada. É uma premissa aceitável que o produtor busque lucros, pois caso contrário, pode sair da atividade. O valor do lucro líquido na produção de pó foi obtido, retirando-se do faturamento, produto da quantidade produzida e preço médio do pó entre outubro e novembro de 2004, período da produção e venda, todos os custos de produção e venda, informados pelo produtor.

Os dados de ordem ambiental na **produção de pó cerífero**, determinaram a construção dos seguintes indicadores de influência ambiental:

c. consumo de energia – soma da energia consumida, representada pela energia solar, usada na secagem das folhas de carnaúba e energia derivada da queima do diesel combustível usada na batção. A energia solar foi determinada de duas formas: 1. Pela perda de água das folhas, considerando um ambiente com concentração de calor em que a água evapora a 540 cal/g (caloria / grama). Encontrou-se o total de água evaporada em gramas das folhas e, multiplicou-se por 540 cal/g, assim obteve-se o total de energia gasta para evaporar a água das 600 000,00 folhas da carnaúba; 2. Pelo total de irradiação global dia na área selecionada que de acordo com Martins, Pereira e Echer (2005) é em seu limite menor igual a 5 700,00 Wh/m² (watt hora / metro quadrado). Determinou-se a área, em m², e o número de dias necessários para secagem das folhas, multiplicou-se por 5 700,00 Wh/m² e pelo número de dias, encontrando-se o total de energia que incidiu naquele espaço usado na secagem das folhas. A energia derivada do consumo de óleo diesel combustível foi calculada considerando o potencial energético do diesel, referenciado por United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD, 2004) como sendo 45,01 GJ/t (gigajoule / tonelada). Assim, converteu-se a quantidade de litro de diesel queimado, na batção das folhas e transporte do

pó, para toneladas, levando em conta 1 185 litros por toneladas (UNCTAD, 2004) e, multiplicou-se por 45,01, chegando-se ao total de energia consumida derivada do diesel. Depois se fez a conversão de medidas. A quantidade de pó cerífero **(a)** dividido pelo consumo de energia **(c)** determina o indicador consolidado: exigência de energia por kg de pó cerífero produzido. O lucro líquido **(b)** dividido pelo consumo de energia **(c)** mostra o indicador consolidado lucro líquido gerado por consumo de energia;

d. emissões gasosas que contribuem para o efeito estufa – total de emissões de CO₂ (dióxido de carbono), em kg, gerada pela queima do diesel combustível. A UNCTAD (2004) descreve o fator de conversão para o diesel na ordem de 74,07 toneladas de CO₂ por TJ (terajoule) de energia usada. Multiplicando-se o total de energia gerada pelo diesel, por esse fator de conversão, encontra-se a quantidade de CO₂ emitida na produção de pó. O indicador consolidado, mostra a contribuição para o efeito estufa por kg de pó cerífero **(a)/(d)** e o lucro líquido gerado por kg de CO₂ emitido **(b)/(d)**.

e. consumo de materiais – quantidade de material consumido no processo de produção de pó, em kg, representado pelo peso total de folhas da carnaúba, divididas em olho e palha. Este foi obtido, considerando-se o valor médio do peso de cada folha encontrado em um experimento realizado por Costa Filho (2002) que pesou a folha em seu estado natural no dia do corte. A palha teve peso de 264g e o olho 240g, logo, multiplicou-se o total de 150 000,00 olhos retirados no carnaubal por 240g e as 450 000,00 palhas por 264, a soma representou o peso total das folhas verdes. Ao final, calcularam-se os indicadores consolidados, o primeiro é dado pela quantidade de pó **(a)** dividido pelo consumo de materiais **(e)** que mede o consumo de materiais por kg de pó cerífero e, o segundo, pela razão entre o lucro líquido **(b)** e o consumo de materiais **(e)**, medindo o lucro gerado por kg de material consumido;

f. resíduos sólidos – quantidade de resíduo, em kg, gerado na produção de pó, indicado pela soma do peso total dos talos ou pecíolos cortados das folhas que são desperdiçados e, o peso total de bagana, folha triturada pela máquina despejada no terreno. Cada folha cortada gera um talo. O peso dos talos foi calculado através da média dos pesos de uma amostra de 18 talos verdes retirados logo após o corte das folhas. Fez-se, também, o mesmo teste para as folhas verdes e observou-se a mesma média de peso obtida por Costa Filho (2002). A quantidade de bagana foi obtida, considerando-se o peso das folhas olho seca com pó, 68g cada e, palhas secas com pó de 128g cada folha (Costa Filho, 2002). Esses pesos médios foram multiplicados pelas 150 000,00 folhas olho e 450 000,00 palhas, obtendo-se o peso total dos olhos e das palhas secas com pó, retirou-se de cada peso o total de pó olho obtido e o total de pó palha, assim obteve-se o somatório que corresponde ao total de bagana gerada. A soma do

peso dos pecíolos e baganas gera o total de resíduos. O indicador consolidado mede a quantidade de produto gerado por kg de resíduo (a)/(f) e, lucro gerado por kg de resíduos (b)/(f);

g. consumo de embalagens – é soma dos pesos das embalagens, em kg, usadas para acondicionar os 3 390,00 kg de pó cerífero produzidos. Em um saco comporta de 20 a 22 kg de pó olho e de 23 a 28 kg de pó palha, então, considerou-se a média do peso em cada saco para cada tipo de pó e, estimou-se o total de sacos pela produção total de 2 475,00 kg de pó palha e 915,00 kg de pó olho. O peso médio de cada saco seco é de 200 g, informado pelo produtor. O indicador consolidado mede a relação entre o produto gerado e o peso das embalagens (a)/(g) e, o lucro e as embalagens (b)/(g).

De forma sintética, o Quadro 1, mostra os indicadores de eco-eficiência para o processo de extração do pó cerífero.

DIMENSÃO	INDICADORES DE ECO-EFICIÊNCIA	
	INDICADORES GERAIS	INDICADORES CONSOLIDADOS (1)
		Valor do pó cerífero (a) ou (b) Influência Ambiental (c) ou (d) ou (e) ou (f) ou (g)
ECONÔMICA (Valor do Pó Cerífero)	a. Quantidade de pó cerífero produzido b. Lucro líquido na produção de pó	a / c. Exigência de energia por kg de pó cerífero. b / c. Exigência de energia por kg lucro líquido.
AMBIENTAL (Influência Ambiental)	c. Consumo de energia: óleo diesel combustível	a / d. Contribuição para o efeito estufa por kg de pó cerífero. b / d. Contribuição para o efeito estufa por lucro líquido.
	d. Emissões de gases do motor de bater palha com efeito estufa	a / e. Consumo de materiais por kg de pó cerífero. b / e. Consumo de materiais por lucro líquido.
	e. Consumo de material: folhas de carnaúba	a / f. Resíduos sólidos por kg de pó cerífero. b / f. Resíduos sólidos por lucro líquido.
	f. Resíduos sólidos: Talo e bagana	a / g. Consumo de embalagem por kg de pó cerífero. b / g. Consumo de embalagem por lucro líquido.
	g. Consumo de embalagens	

Quadro 1 - Indicadores de eco-eficiência na produção de pó cerífero de carnaúba no município de Campo Maior (PI).

Fonte: Os autores (2004).

Esses indicadores foram utilizados para se avaliar a eco-eficiência no processo de produção de pó de carnaúba.

4 ECO-EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE PÓ CERÍFERO DE CARNAÚBA

O processo de produção de pó inicia-se com a retirada das folhas. As folhas de uma carnaubeira são chamadas, pelos negociantes envolvidos na sua exploração econômica, de palha e olho. O olho é uma folha jovem, broto terminal ou folha central, ainda não aberta, em fase de desenvolvimento que cresce em sentido ascendente. A palha é uma folha em maior

estágio de desenvolvimento e dispõe de abertura completa, formando uma estrutura similar a um leque. Dessas denominações surgem o pó olho extraído das folhas olho e o pó palha obtido das folhas consideradas palha.

Antes de iniciar-se a produção de pó um agente produtivo, geralmente, um arrendatário, pessoa que arrenda o carnaubal por um período determinado, forma e comanda uma ou várias equipes para explorar um ou mais carnaubais. Uma equipe deve conter: vareiro - pessoa que maneja a foice (equipamento cortante similar a uma faca, entretanto, com formato de curva que é suspenso por uma vara, geralmente de bambu), responsável pelo corte das folhas; desenganchador - desengancha as folhas que ficam suspensas em outras vegetações; aparador - recolhe as folhas do chão e forma os feixes, um conjunto de folhas amarradas para facilitar o manejo; carregador - faz o transporte até o lastro; lastreiro - distribui e organiza as folhas no lastro para iniciar-se o processo de secagem; o cozinheiro - responsável pela preparação do alimento para todos. Depois das folhas secas, inicia-se o processo de batição por uma outra equipe, que extrai o pó de carnaúba.

A descrição do processo de produção pó foi definida em cinco etapas:

1. corte das folhas - é um processo sem muitos aparatos técnicos com mão-de-obra hábil. O processo de corte é iniciado quando o vareiro conduz a foice sob uma vara de aproximadamente 10 metros em movimentos descendentes, ceifando as folhas inferiores até deixar, em geral, apenas algumas folhas olho.

2. formação de feixes - quando as folhas estão juntas sobre o solo, são apanhadas pelo aparador que em movimentos ágeis corta o talo ou pecíolo e acumula-as em um dos braços, formando um conjunto de folhas que são amarradas por uma embira de carnaúba, dando origem aos feixes. São construídos feixes de olhos e de palhas, compostos, em média, por 25 folhas que ficam ao chão para serem transportados.

3. transporte - com os feixes prontos, um trabalhador / carregador coloca-os, essencialmente, em “animais rústicos” como jumentos, equipados com uma canga de madeira que leva cerca de 12 a 18 feixes. Os animais são tocados até o lastro, local preparado para secagem das folhas, onde são descarregados os feixes.

4. secagem - com os feixes no lastro, o trabalhador do lastro (lastreiro), desmancha-os e estende sobre o terreno, separadamente, os olhos e as palhas. As palhas são empilhadas, formando uma sobreposição que varia de um a cinco unidades e os olhos são colocados um a um sem sobreposição. O tempo médio de secagem de ambas as folhas está entre um e cinco dias ao sol, sendo que quanto menor a sobreposição de folhas, menor o tempo de secagem. Caso a batição, processo final para retirada do pó das folhas, seja manual, a folha deve passar

por uma riscagem, cortes feitos no mesmo sentido das nervuras, sem desfazer sua estrutura básica. Na batição mecânica, as folhas são estendidas sem alteração de formato natural.

5. batição - depois de secos, os olhos e as palhas são batidos separadamente, gerando produtos diferenciados. Na batição manual, as folhas secas são colocadas em um espaço fechado onde são batidas com um cacete / porrete, geralmente de madeira, até liberarem o pó cerífero. Depois, este é colocado em sacos para ser comercializado ou usado na fabricação tradicional de cera. As folhas resultantes desse processo podem ser usadas no artesanato, adubo orgânico, indústria de celulose (em estudo), cobertura de casas etc. Na batição mecânica, as folhas secas são colocadas na máquina de bater, que liberam o pó cerífero por um lado, e a bagana por outro. O pó é direcionado ao minhocão, grande saco de tecido que o retém. A bagana, folha triturada, é lançada ao ambiente externo. No minhocão, o pó é ensacado, estando pronto para ser usado nas indústrias produtoras de cera, seja artesanal ou moderna. A bagana pode ser utilizada na indústria de celulose e na adubação. A máquina de bater, em geral, é ligada em uma engrenagem do motor de um caminhão, ou tem um sistema independente com motor próprio.

Terminado o processo de produção de pó, há a distribuição, transporte do pó cerífero até o ponto de venda ou local de transformação do pó, respectivamente, armazéns de pó de carnaúba e indústrias de produção de cera de carnaúba.

O processo produtivo de pó não teve grandes mudanças no padrão tecnológico ao longo da história, do corte a secagem, mantém-se, ainda, a mesma estrutura do início da atividade. É necessário um capital de giro inicial capaz de remunerar a mão-de-obra, mobilizada na produção com diárias entre R\$ 10,00 e R\$ 15,00. Os equipamentos e/ou instrumentos de trabalho são de baixo custo, foice com uma vara de bambu, facão e faca. Utilizam-se para o transporte animais como mulas e jumentos, também de baixo custo e, em muitas vezes, são animais de uso doméstico do responsável pela produção. O método de organização do trabalho não sofreu importantes mudanças e a mão-de-obra é pouco qualificada, mas com habilidades práticas para manuseio dos instrumentos do trabalho e boa coordenação motora.

De acordo com SEBRAE-CE (1994), considerando dados das indústrias de cera do estado do Piauí e Ceará, o pó olho rende de 72% a 90% em cera, sendo que a média de rendimento de 80% serve como referência do preço do pó, rendimentos maiores e/ou menores que 80% (variando para mais ou para menos em 1%) tem adicionais ou desconto de preço no mercado. O rendimento do pó obtido da palha varia entre 45% e 70% de cera e, a média de 60% (variando para mais ou para menos em 1%) de rendimento é considerada a referência

básica, rendimentos maiores ou menores têm adicionais ou descontos nos preços. A melhor qualidade do pó olho propicia, também, melhor preço de mercado.

A quantidade ofertada de pó de carnaúba no mercado em determinado período depende essencialmente: da quantidade de carnaubais explorados; do preço da cera no mercado internacional; custo de produção do pó e interesse dos proprietários do carnaubal em arrendá-lo ou explorá-lo.

A produção de pó tem um mercado com importantes entraves no padrão tecnológico. Não há uma estrutura produtiva formalizada, o negócio é montado apenas no período da safra com uso de mão-de-obra informal. É uma atividade extrativa que depende de melhorias no processo produtivo para ampliar o nível de produtividade, essencialmente, melhorias na organização do trabalho, incorporação de máquinas e equipamentos e nas condições genéticas de cultivo das plantas para aumentar a capacidade produtiva.

4.1 Elementos e indicadores de eco-eficiência na produção de pó de carnaúba

No processo de produção de pó cerífero, identificou-se o impacto ambiental relacionado com: consumo de energia, emissões de substância que contribuem para o efeito estufa, consumo de materiais, resíduos sólidos e consumo de embalagem. Esses impactos foram analisados conjuntamente em quatro sub-seções: a primeira, consumo de energia e emissão de substâncias tóxicas; a segunda, consumo de materiais e reciclagem; a terceira, uso sustentável dos recursos renováveis e, a quarta, durabilidade e agregação de valor. Em cada sub-seção analisaram-se os indicadores gerais de influência ambiental.

A atividade de produção de pó cerífero de carnaúba desenvolveu-se no carnaubal da EMBRAPA, em Campo Maior, entre outubro e novembro de 2004, totalizando 45 dias de trabalho. Segundo arrendatário do carnaubal, foram extraídas 600 000,00 folhas, gerando uma produção de 3 390,00 kg de pó e R\$ 1 713,88 de lucro líquido, considerando o total das receitas subtraído de todos os custos de produção e comercialização.

O investimento total para iniciar o processo de produção foi de R\$ 200,00, em que R\$ 100,00 foi gasto com o uso de animais para o transporte. Os outros R\$ 100,00 foram gastos com a compra de três foices de R\$ 26,34, somando R\$ 79,00 e mais R\$ 21,00 com a aquisição de seis facas de R\$ 3,50 cada. É um processo com baixo uso de capital e intenso em mão-de-obra.

A Tabela 1 apresenta os indicadores de eco-eficiência para a dimensão **valor do pó cerífero** detalhados em quantidade produzida e lucro líquido.

Tabela 1 – Quantidade produzida e lucro líquido na produção de pó cerífero.

Indicadores de Eco-eficiência		
	Valor do pó cerífero	Unidade
A	Quantidade produzida	kg
B	Lucro líquido	R\$

Fonte: Pesquisa direta (2004)

Das 600 000,00 folhas extraídas, 150 000,00 foram olho e 450 000,00 palhas, gerando 915,00 kg de pó olho, 26,99 % da produção e, 2 475,00 kg de pó palha, 73,01 % da produção. A Tabela 2 expõe o percentual da quantidade produzida e das receitas, provenientes da comercialização do pó tipo olho e palha extraídos do carnaubal estudado.

Tabela 2 – Quantidade produzida, preço e receitas da produção e comercialização do pó cerífero.

Descrição	Quantidade (kg)	%	Preço (1)	Receitas (R\$)	%
1. Pó olho	915,00	26,99	5,550	5 078,25	56,57
2. Pó palha	2 475,00	73,01	1,575	3 898,13	43,43
Total	3 390,00	100,00	2,648	8 976,38	100,00

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Nota: (1) Preço médio, em R\$, entre outubro e novembro de 2004, obtido a partir de pesquisa direta de Gomes, Santos e Araújo [entre 2003 e 2005].

Mesmo a produção de pó palha sendo superior, 73,01 %, a quantidade produzida de pó olho, gerou a maior parte das receitas, 56,57 %. Essa diferença ocorre em função do preço de pó olho ser mais valorizado no mercado, devido um maior nível de qualidade e rentabilidade em cera.

A Tabela 3 exhibe o total dos custos efetivados no processo de produção e comercialização do pó cerífero de carnaúba.

Tabela 3 - Custos de produção e comercialização do pó cerífero.

Descrição	Quantidade	Valor em R\$
Total do Custo fixo		550,00
1. Aluguel do carnaubal	1	550,00
Total dos custos variáveis		6 780,00
1. Mão-de-obra sem encargos	9	4 410,00
2. Batição e distribuição / transporte	1	1 695,00
3. Alimentação	1	675,00
Custo Total (Fixo + Variável)		7 330,00

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Os custos totais de produção e venda foram de R\$ 7 330,00, sendo que os custos variáveis representaram 92,50 % do total dos custos e o custo fixo, 7,50 %. O aluguel foi o único custo fixo declarado, pago pela concessão de uso do carnaubal. Os custos de mão-de-obra corresponderam ao emprego de nove trabalhadores durante o processo de corte,

transporte ao lastro e secagem das folhas. Dois deles receberam a diária de R\$ 15,00, cinco receberam uma diária de R\$ 10,00 e os outros dois receberam R\$ 9,00 por dia. Isso gerou um montante de despesas em diárias de R\$ 4 410, nos 45 dias trabalhados.

O custo de alimentação diária de cada trabalhador, de acordo com o informante, foi, em média, de R\$ 1,50, gerando um custo de total em alimentação, inclusive com o consumo do arrendatário, de R\$ 675,00.

Na batção, cada kg de pó foi batido e transportado (levado até o armazém) pelo preço de R\$ 0,50, totalizando um custo de R\$ 1 694,50. No processo analisado a máquina de bater palha era do dono de armazém que a usou acoplada num caminhão, gerando uma capacidade de 100 000,00 folhas batidas em oito horas. No referido processo, empregaram-se sete trabalhadores, sendo um motorista e seis trabalhadores para manuseio da máquina de bater. Por cada quilograma de pó batido, o dono do armazém recebeu R\$ 0,50 e pagou R\$ 0,13 para remuneração dos seis trabalhadores da máquina, gerando uma média de R\$ 73,43 para cada trabalhador empenhado em seis dias de trabalho. O motorista tinha emprego fixo e recebia um salário mensal de R\$ 400,00.

A produção de pó de carnaúba gerou um total de 17 empregos diretos, dez empregos no carnaubal, sendo nove trabalhadores e um arrendatário, mais sete trabalhadores na máquina de bater palha.

Considerando-se a informalidade da atividade, em que não há o pagamento de encargos sociais e impostos e, desconsiderando-se eventuais custos fixos como depreciação e pró-labore, não declarado pelo informante, o lucro operacional corresponde ao lucro líquido que foi de R\$ 1 646,38 (Tabela 4).

Tabela 4 – Total das receita, custo total e lucro líquido na produção de pó cerífero.

Descrição	Quantidade (kg)	Valor (R\$)
1. Receita total	3 390,00	8 976,38
2. Custo total	3 390,00	7 330,00
3. Lucro líquido (1-2)	3 390,00	1 646,38

Fonte: Pesquisa direta (2004).

A relação entre lucro líquido e investimento mostra uma rentabilidade de 823,19 % e entre lucro líquido e receita mostra uma lucratividade de 18,34 %. A formalização da atividade poderia inviabilizá-la.

4.1.1 Consumo de energia e emissões de substâncias tóxicas

Avaliando a atividade de produção de pó quanto ao consumo de energia detectou-se o uso de duas formas de energia: energia solar e energia oriunda da queima do diesel combustível.

A energia solar usada na secagem das folhas de carnaúba é natural e renovável, seus efeitos estão em equilíbrio com o ecossistema. O consumo de energia solar ocorreu associado à ação dos outros condicionantes naturais como a ação do vento, altitude, dentre outros, não gerou impactos ambientais, portanto o consumo de energia na extração de pó atende o elemento de eco-eficiência, “redução de emissões de substâncias tóxicas”. Como a energia para secar as folhas é natural e renovável favorece o elemento de “maximização do uso sustentável de recursos renováveis”, assim como para “agregar valor ao produto”, pois a condição de naturalidade valoriza o consumo. Vale destacar, que a energia solar não gera custos diretos ao processo.

O maior impacto ambiental dessa atividade quanto ao consumo de energia surge no processo de batição mecânica das folhas, e na distribuição. Na batição mecânica, utilizou-se uma máquina ligada ao motor de um caminhão movido a diesel que foi, também, responsável pelo transporte do pó. A queima do óleo combustível diesel gera emissão de substâncias que prejudicam o equilíbrio ambiental, afeta o elemento de eco-eficiência “redução da emissão de substâncias tóxicas”.

Para Braun, Appel e Schmal (2003), a queima do diesel gera importantes problemas à saúde humana como doenças respiratórias e inclusive, câncer. Os autores mostram que existem dois tipos de emissões pela queima do diesel, as que não causam danos à saúde humana como, a exemplo, dióxido de carbono (CO_2) e a água (H_2O) e, as que causam como, emissões de monóxido de carbono (CO), de hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Os motores a diesel por trabalharem em temperaturas mais baixas que os motores a gasolina, produzem menos dessas substâncias, no entanto, produzem elevados níveis de materiais particulados (MP) e de outros compostos responsáveis pelo odor do diesel. Segundo Oliveira (2005), a queima do diesel desempenha um papel significativo no desenvolvimento de mutações gênicas das plantas, ou seja, acelera mudanças genéticas. No ser humano pode, também, estar ocorrendo a aceleração de mudanças genéticas, provocando problemas ainda pouco conhecidos.

De qualquer forma, o diesel gera impactos em sua produção e distribuição e contribui potencialmente, quanto ao seu consumo, para chuva ácida, efeito estufa e prejuízos à saúde humana. Mas, o efeito das emissões do diesel depende, essencialmente, de sua concentração no ar. É importante destacar, que a batição de folhas de carnaúba utiliza apenas uma máquina engrenada em motor movido a diesel que dependendo da capacidade, pode bater entre 100 e 400 mil folhas por dia. Por isso, parece pouco significativa a poluição gerada pela queima do diesel nesse processo. Além do mais, a queima ocorre no próprio carnaubal em que há

concentração da mata nativa o que facilita a absorção de CO₂, apesar de não absorver todas as substâncias emitidas que prejudicam o ambiente.

Os indicadores encontrados para o consumo de energia solar tiveram dois resultados, um levou em conta a evaporação da água das folhas e o outro, a irradiação global. Os cálculos pela evaporação da água das folhas da carnaúba, considerando 540 cal/g, um estado físico com concentração de calor, gerou o consumo total de energia, na produção de pó, de 708,65 TWh (terawatt hora) e, os cálculos com a irradiação global de 5 700,00 Wh/m² (Martins, Pereira e Echer, 2005), o consumo total de energia foi de 13,68 MWh (megawatt hora), portanto uma diferença muito ampla. O primeiro consumo refere-se a necessidade de energia para evaporar a água das folhas, em uma situação de concentração de calor, como no aquecimento artificial da água em um recipiente. O segundo, relaciona-se a irradiação solar emitida na área usada para secar as folhas durante os três dias. Esse grande valor obtido pela evaporação da água das folhas em um modelo de concentração de calor pode não mostrar o comportamento da realidade, pois no ambiente natural, outros fatores, como vento, altitude e outros, influenciam na evaporação. O consumo de energia, considerando a irradiação global, também, não esclarece o comportamento real, porque não corresponde necessariamente, a energia consumida e sim a energia que chega na área. Esses fatores, e o fato da energia solar não gerar impacto, levaram a desconsideração do uso do indicador de energia solar.

O indicador de energia usado refere-se ao consumo de diesel. Na batção de 100 000,00 folhas gastaram-se cerca de 8 litros de óleo diesel combustível perfazendo, um gasto total de 48 litros na batção de 600 000,00 folhas consumidas em 2004, entretanto, o caminhão foi deslocado seis vezes em uma distância de 7 km para bater, perfazendo uma distância de 42 km. Estimou-se, portanto um consumo total de 60 litros de diesel. A Tabela 5 expõe o indicador de eco-eficiência referente ao consumo de energia na produção de pó de carnaúba.

Tabela 5 – Consumo de energia no processo de produção de pó.

Indicador de Eco-eficiência		
Influência Ambiental	Valor	Unidade
C Consumo de energia (60 litros diesel) (1)	8,20	TWh

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Nota: (1) Os 60 litros ou 50,63 kg de diesel, considerando 1 185 l/t (litro / tonelada) em UNCTAD (2004), multiplicados pelos poder calórico de 45,01 GJ/t (gigajoule / tonelada), gerou um consumo de 2,279 GJ (gigajoule). Este foi transformado em TWh considerando que kWh = 10/36 J e o fator de conversão de giga (G) para tera (T).

O consumo de 8,20 TWh correspondeu, portanto, a energia necessária para mover a máquina de bater palha e fazer o transporte da produção do pó do carnaubal ao ponto de venda.

As principais emissões, derivadas da queima do diesel, contribuíram potencialmente, para o efeito estufa e problemas de saúde humana, vegetal e animal. A Tabela 6 apresenta as emissões geradas no processo de produção de pó.

Tabela 6 - Emissões que contribuíram, potencialmente, para o efeito estufa no processo de produção de pó.

Indicador de Eco-eficiência		
Influência Ambiental	Valor	Unidade
D Emissões do diesel (CO ₂) (1)	168,80	kg

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Nota: (1) Os 60 litros de diesel geraram 2,279 GJ ou 0,002279 TJ. A UNCTAD (2004), destaca o fator de conversão para o diesel na ordem de 74,07 toneladas de CO₂ por TJ (terajoule) de energia usada. Multiplicando-se 0,002279 por 74,07 temos o consumo de 0,16880 t de CO₂ ou 168,80 kg.

A emissão de 168,80 kg de CO₂ equivalente é relativamente pequena devido ao baixo uso de diesel combustível nessa atividade. Há a possibilidade da absorção de grande parte dos gases emitidos pela biomassa nativa, não provocando sérios impactos ao meio ambiente. A redução de emissões seria possível com a busca de alternativas energéticas e melhorias técnicas nas máquinas equipamentos e processos ou, pelo menos na redução da participação no nível de poluição como o uso de biodiesel ao invés de diesel, por ser uma fonte de energia renovável que gera menos poluentes.

4.1.2 Consumo de materiais e reciclagem

O material utilizado na produção de pó foi basicamente a folha da carnaubeira. O processo de extração da folha feito de forma adequada, não degrada o carnaubal. Pouco se conhece sobre os danos do corte das folhas ao desenvolvimento do ciclo de vida da planta, apesar dos agentes produtivos envolvidos afirmarem não existir qualquer prejuízo. As folhas cortadas são repostas naturalmente pela planta e podem ser extraídas novamente na safra seguinte. Como já se destacou, de acordo com Gomes, Santos e Araújo [entre 2003 e 2005] o período de corte das folhas ocorre, geralmente, no estágio de frutificação da carnaubeira, portanto, os frutos podem ser cortados, reduzindo a capacidade de reprodução da espécie a longo prazo. Outro fator importante quanto manejo dos carnaubais, relaciona-se ao seu uso na prática de outras atividades como a criação de gado e plantios com queima da área, que podem gerar sérios problemas de degradação ambiental.

Identificou-se, na produção de pó, um grande consumo de folha e baixo aproveitamento de sua matéria componente, isso gera desperdício e infringe o elemento de eco-eficiência, “redução do consumo de materiais”. De acordo com Costa Filho (2002), o peso da folha verde varia de 240g a 264g e o peso efetivamente usado na fabricação de pó está entre 5,5g e 6,10g por folha. Isso representa, em média, um uso aproximado de apenas 2% do peso da folha verde colhida no campo.

Mas, essa situação é revertida devido o processo contribuir favoravelmente para dois outros, “intensificação da reciclagem de materiais” e “maximização do uso sustentável de recursos renováveis” - as folhas retiradas das carnaubeiras são substituídas por outras que rebrotam naturalmente e podem ser utilizadas. Os resíduos gerados pela produção de pó tem amplo grau de reciclagem, pois a bagana resultante da batção mecânica é substancialmente utilizada na adubação. As folhas resultantes do processo manual de batção são utilizadas na cobertura de casas e no artesanato, em que se confeccionam vassouras, balaios, cestos, tapetes e inúmeros outros objetos úteis ao ser humano.

Considerando os pesos das 600 000,00 folhas verdes retiradas para o processo, o indicador de eco-eficiência, consumo de materiais, apresenta-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Consumo de materiais na produção de pó.

Indicador de Eco-eficiência				
Influência Ambiental	Folhas Verdes	Peso (1)		
		Unitário	Total	Unidade
E Consumo de materiais	600 000,00	0,258	154 800,00	kg
e ₁ Palhas	450 000,00	0,264	118 800,00	kg
e ₂ Olhos	150 000,00	0,240	36 000,00	kg

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Nota: (1) O peso unitário do olho e da palha foi obtido com base em Costa Filho (2002).

O consumo de 154 800,00 kg de folhas para fabricação de apenas 3 390,00 kg de pó cerífero comprova grande consumo de materiais por unidade de produto gerado. A compensação para esse demasiado uso de material e pouco aproveitamento no processo é que o resíduo gerado pela batção, a bagana, é aproveitado em outros processos, especialmente agricultura. O talo que é cortado da folha e descartado logo no início do processo, contribuem, também, para formação de resíduos sólidos.

Os resíduos sólidos liberados nesse processo foram compostos por bagana e talos, ambos são biodegradáveis e aproveitados em outras atividades. A Tabela 8 os apresenta.

Tabela 8 – Resíduos sólidos na produção de pó.

Indicador de Eco-eficiência				
	Influência Ambiental	Valor	Unidade	%
F	Resíduos sólidos	95 280,00	kg	100,00
f ₁	Talos (1)	30 870,00	kg	32,40
f ₂	Bagana (2)	64 410,00	kg	67,60

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Nota: (1) O peso médio de cada talo foi de 51,45g, encontrado a partir do peso de uma amostra de 18 talos verdes após o corte. Esse peso multiplicado pelo total de 600 000,00 talos liberados no processo, um para cada folha, gerou o peso total de 30 870,00 kg de talos desperdiçados no processo.

(2) O peso da bagana foi obtido, pela soma de dois produtos: 1. Peso da folha olho seca com pó e número de folhas olhos retiradas (68g x 150 000,00 olhos = 10 200 kg); 2. Peso das palhas secas como pó e número de palhas retiradas (128g x 450 000,00 palhas = 57 600,00 kg). Da soma desses produtos retirou-se os 3 390 kg de pó produzido, assim, obteve-se o total de 64 410,00 kg de bagana. O peso da folha olho e da palha estão em (Costa Filho, 2002).

O peso dos talos representou 32,40 % de todos os resíduos gerados. Esse resíduo, sem qualquer aproveitamento no processo, é usado na fabricação de caixas de abelha, podendo, também, ser empregado na geração de calor com a queima e no artesanato. Deve-se ressaltar que os talos são ainda, pouco aproveitados, transformando-se naturalmente em adubo.

A maior parte dos resíduos 67,60%, representada pela bagana, é aproveitada na agricultura, é uma matéria orgânica não tóxica, folhas trituradas pela máquina que, quando sobreposta ao solo, torna-se um bom adubo, com grande capacidade de retenção da umidade no solo e, importantes propriedades nutricionais.

Observa-se, portanto, intensa formação de resíduos, compensada pelo fato de tanto o talo, quanto a bagana serem naturais, renováveis e aproveitáveis e, mesmo lançados ao solo, são materiais orgânicos naturalmente degradáveis. O maior emprego de talos no artesanato ampliaria a redução do grau de desperdício e outras formas de aplicação da bagana como na indústria de celulose melhoraria o grau de aproveitamento.

O manejo das folhas é um fator que incorre em perdas de pó, pois o processo tradicional de secagem das folhas ao sol gera desperdício por ação do vento e do transporte. Na secagem, a ação do vento dissipa o pó e depois de secas as folhas são empilhadas em blocos, chamados cupim, para se iniciar o processo de batção, que também gera prejuízos. O movimento das folhas cria perdas porque o pó solta facilmente. Na fase de transporte do pó, até o ponto de venda, ocorrem perdas significativas, por inadequação das embalagens. A atividade de extração do pó de carnaúba necessita de melhorias na secagem, batção e transporte, através de mudanças na organização do trabalho e nas técnicas de produção, reduzindo desperdício e ampliando a produtividade, a qualidade e a eficiência no processo.

Uma das formas de ampliar a eficiência econômica e ambiental no uso de materiais e na geração de resíduos é aumentando a produtividade. Estudos de Costa Filho (2002), mostram que é possível com uso de estruturas de secadores solares, aumentar a produtividade do pó. Segundo o autor, o uso de secadores, gerou um aumento em 34% na produção do pó olho e 22% na produção do pó palha. Entretanto, essas estruturas apresentam problemas por serem fixas e de capacidade de armazenamento de folhas reduzida. Há estudos para tornar essas estruturas móveis.

Os sacos usados na embalagem do pó de carnaúba são produtos reciclados, aproveitados de outras atividades, especialmente da agricultura em que se empacotam grãos brutos como arroz. Devido sua estrutura física, formada por entrelaçamento de fibras sintéticas, contribuem para o desperdício, pois ficam importantes espaços vazios com o uso, devido a textura muito fina do pó, no momento do empacotamento e manejo, gera perdas significativas.

A embalagem do pó de carnaúba tem características que não se adequam ao uso nessa atividade. Entrevista realizada com dono de armazém mostrou que, apenas no manejo necessário para compra e venda, há uma perda que varia entre 100 e 200 gramas de pó por embalagem que acomodam entre 20 e 28 kg de pó, ou seja, uma perda média entre 0,4 e 1% em cada saco. A Tabela 9 destaca o consumo de embalagens na produção de pó.

Tabela 9 – Consumo de embalagens na produção de pó.

Indicador de Eco-eficiência		
Influência Ambiental	Valor	Unidade
G Consumo de Embalagens (1)	27,60	kg

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Nota: (1) Cada saco tem um peso médio de 200g. Em cada saco cabe de 25 a 28 kg de pó palha e de 20 a 22 kg de pó olho. Para acondicionar a produção de pó palha (2 475kg), considerando a média de 26,5 kg por saco, utilizaram-se 94 sacos, ou seja, 18,8 kg (200g x 94 sacos). Para acondicionar a produção de olho (915 kg), considerando a média de 21 kg por saco, utilizaram-se 44 sacos, ou melhor, 8,8 kg. A soma dos pesos dos sacos usados nas embalagens do pó palha e pó olho gerou o consumo de embalagem.

Foram apenas 27,60 kg de embalagem para armazenar a produção dos 3 390 kg de pó. É importante destacar que as embalagens são amplamente reaproveitada na produção de pó, pois os produtores quando vendem o pó recebem-nas de volta, fazendo reutilização continuamente, em sucessivas safras. Elas são resistentes e inutilizáveis apenas quando não têm mais condições técnicas de uso. Os problemas surgem quanto ao impacto final ao meio ambiente quando as embalagens são descartadas, pois são de difícil degradação. Recomenda-se

pesquisas e estudos que promovam embalagens mais adequadas, possibilitando ganhos de produtividade.

4.1.3 Uso sustentável dos recursos renováveis

No processo de produção de pó identificou-se o consumo de energia solar, uma energia renovável de fonte natural sem degradação ambiental, portanto em se tratando do consumo de energia há uma maximização do uso sustentável de energia renovável, pois a energia derivada do diesel é relativamente pequena.

Quanto ao consumo de materiais a única fonte foi a folha da carnaubeira que é também um recurso renovável e como o corte da folha não cria sérios riscos, nem degrada a área explorada, há um uso sustentável desse recurso. Deve-se ter cuidado com o cultivo de culturas alimentícias desenvolvidas no carnaubal e com um manejo adequado da carnaubeira para não provocar a degradação ambiental da área.

O grande consumo de materiais na fabricação do pó, gerando grande quantidade de resíduos sólidos não prejudica a manutenção da sustentabilidade da atividade, pois, isso não cria empecilhos a continuidade da produção, nem degrada os recursos naturais renováveis e, além do mais, o resíduo gerado não é tóxico, nem contamina curso d'água, mas sim, é naturalmente degradável e ainda reutilizável, pois a bagana é usada como adubo.

A batção e o transporte do pó até o armazém ou indústria, são as únicas formas importantes geradoras de maior impacto sobre a natureza, pois o uso do diesel emite substância que prejudicam a saúde humana e contribuem potencialmente para o aquecimento global. Mas, esses efeitos foram reduzidos pela pequena quantidade de diesel utilizada, e pela condição de desenvolver-se junto à natureza o que facilita a absorção das emissões. Mas de qualquer forma, o diesel é um recurso não renovável e poluente.

4.1.4 Durabilidade e agregação de valor

O pó cerífero é não perecível, contribui para agregação de valor a outros produtos e, também, para o aumento da durabilidade, pois é um isolante de alta capacidade que protege a superfície em que é adicionado. O pó é um insumo básico da fabricação da cera e dele a propriedade essencial de agregar valor a outros produtos na medida em que é natural e não tóxico e que sua composição química amplia a durabilidade e a qualidade dos produtos que ele auxilia na composição. O processo de produção agrega valor ao pó, na própria condição de ser um produto intermediário com baixa agressão ambiental, ser renovável e natural. A ampliação desse valor seria possível com o contínuo melhoramento de todo o processo, garantido um pó com uso cada vez menor de recurso adicionado de qualidade superior.

4.1.5 Indicadores de eco-eficiência consolidados

O indicador consolidado mostra a razão entre a dimensão do valor do pó cerífero e a influência ambiental. O **valor do pó** foi representado pela quantidade de pó produzido (**A**) e lucro líquido (**B**) e a **influência ambiental** pelos indicadores, consumo de energia (**C**), emissões do diesel (CO₂) (**D**), consumo de materiais (**E**), geração de resíduos sólidos (**F**), consumo de embalagens (**G**). Dois indicadores foram calculados, o indicador consolidado 1 e indicador consolidado 2. O indicador consolidado 1, destaca a relação, isoladamente, entre a quantidade de pó e energia, emissões, material, resíduos sólidos e embalagens. O indicador consolidado 2 expõe a razão entre o lucro líquido e energia, emissões, material, resíduos sólidos e embalagens.

A Tabela 10 apresenta os indicadores consolidados encontrados no processo de produção de pó.

Tabela 10 – Indicadores consolidados de eco-eficiência na produção de pó.

Indicadores Eco-eficiência	Indicador Consolidado 1			Indicador Consolidado 2		
	Fórmula	Valor	Unid.	Fórmula	Valor	Unid.
C Consumo de energia	A ÷ C	413,41	kg/TWh	B ÷ C	200,78	R\$/TWh
D Emissões do diesel (CO₂)	A ÷ D	20,08	kg/kg	B ÷ D	9,75	R\$/kg
E Consumo de materiais	A ÷ E	0,02	Kg/kg	B ÷ E	0,01	R\$/kg
e ₁ Palhas	A ÷ e₁	0,03	Kg/kg	B ÷ e₁	0,01	R\$/kg
e ₂ Olhos	A ÷ e₂	0,09	Kg/kg	B ÷ e₂	0,05	R\$/kg
F Resíduos sólidos	A ÷ F	0,04	kg/kg	B ÷ F	0,02	R\$/kg
f ₁ Talos	A ÷ f₁	0,11	kg/kg	B ÷ f₁	0,05	R\$/kg
f ₂ Bagana	A ÷ f₂	0,05	kg/kg	B ÷ f₂	0,03	R\$/kg
G Consumo de Embalagens	A ÷ G	122,83	kg/kg	B ÷ G	59,65	R\$/kg

Fonte: Pesquisa direta (2004).

O indicador Consolidado 1 relacionado ao consumo de energia exhibe que para cada TWh de energia consumida, gerou-se 413,41 kg de pó cerífero. Isso significa que cada litro de diesel gerou 56,50 kg de pó, portanto, do ponto de vista de eficiência de produto por energia consumida, o diesel é eficiente, contudo ressalta-se que a queima do diesel emite substâncias que prejudicam o meio ambiente, e a energia solar é limpa. O Indicador consolidado 2 mostra uma contribuição de 200,78 ao lucro líquido para cada TWh de energia consumida, também apresenta eficiência. Cada litro de diesel criou cerca de R\$ 27,44 de lucro. Essa eficiência no consumo de energia de diesel, aliada ao consumo de energia solar favorece ao baixo impacto no consumo de energia na produção de pó.

Em termos relativos, as **emissões aéreas** provenientes do diesel, indicam certo grau de eficiência, mesmo não havendo parâmetros comparativos, isto se torna, na verdade, o início de sua construção. O indicador consolidado 1 mostra que cada kg de emissão de CO₂ gera 20,08 kg de pó e o indicador consolidado 2 indica que cada kg de emissão produz R\$ 9,75 de lucro líquido.

Quanto ao **consumo de materiais**, o indicador consolidado 1 de 0,02 kg/kg mostra que cada kg de folha verde consumida gerou apenas 0,02 kg de pó cerífero. Isso implica em pouca eficiência, consubstanciando um grande consumo de materiais por kg de pó produzido. O Indicador Consolidado 2 de 0,01 R\$/kg exibe pouca agregação de valor por consumo de folha, na medida em que cada kg de material consumido gerou apenas um centavo de Real, em lucro líquido. O consumo de materiais é um indicador que merece atenção para que haja aumento de eficiência, mas as condições de produção de pó não apresentam grande mobilidade para melhorias de eficiência desse indicador, pois a produção de pó por folha é naturalmente baixa, devido o aproveitamento apenas da cutícula. Rejeita-se no processo a maior parte do peso das folhas, por isso, é importante a reciclagem dos resíduos gerados.

Os **resíduos sólidos** revelaram no indicador consolidado 1 que para cada quilograma de resíduo, produziu-se apenas 0,04 kg de pó e, o indicador consolidado 2 evidencia que cada quilograma de resíduo desprendido no processo criou, apenas R\$ 0,02 de lucro líquido. Esses indicadores sinalizam pouca eficiência na geração de resíduos sólidos na extração de pó, ou seja, há uma grande formação de resíduo e pouca geração de lucro por produto. Apesar dos talos apresentarem maior grau de eficiência (0,11) que a bagana (0,05), esse nem mesmo foi usado na produção. Como já se destacou o aproveitamento da bagana e as características naturais desses resíduos criam uma compensação nessa geração de resíduos.

O **consumo de embalagem** por produto gerado reflete um indicador consolidado 1 de 122,83 kg/kg, evidenciando que para cada kg de embalagem, empacota-se 122,83 kg de pó cerífero. Em termos relativos, o consumo de embalagens apresenta grande eficiência, tanto na relação entre produto por embalagem, quanto na geração de valor por produto (indicador consolidado 2), pois para cada quilograma de embalagem consumida, gerou-se R\$ 59,65 de lucro líquido. Mesmo com amplo grau de eficiência, essas embalagens têm grande reutilização o que favorecem o meio ambiente, no entanto, apresentam problemas que geram perdas de pó e não são biodegradáveis.

Pode-se inferir, mesmo sem uma avaliação temporal de desempenho dessa atividade, que a produção do pó cerífero tem pouco impacto sobre o meio ambiente e assim, é ambientalmente sustentável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da eco-eficiência na produção de pó mostrou que houve grande consumo de material (folhas) por kg de produto e ampla formação de resíduos sólidos (bagana e talo), no entanto, o material usado é renovável, orgânico e não tóxico. Os resíduos têm essas mesmas qualidades e reaproveitamento em outros processos, principalmente na agricultura, como adubo. O consumo de energia deu-se pelo uso da energia solar e diesel, sendo que este teve amplo grau de eficiência, reduzindo o efeito potencial na contribuição para o efeito estufa. As embalagens são eficientes na relação com o pó fabricado e reaproveitadas amplamente no processo, entretanto, apresentam problemas técnicos, espaços vazios resultantes dos entrelaçamentos das fibras de sua composição, que geram perdas de pó no manejo. Recomenda-se, portanto, estudos técnicos que permitam a descoberta de embalagens que gere menores perdas de pó. A produção de pó é, portanto, uma atividade que tem uso sustentável de recursos renováveis, minimiza a emissão de substâncias tóxicas na medida em que apresenta um indicador relativamente eficiente de emissões aéreas e, agrega valor aos produtos pela condição de naturalidade. Deve haver cautela no processo de exploração da planta em face ao baixo nível de conhecimento da agroecologia da planta e, a forma de exploração dos carnaubais, principalmente quando é utilizado para o uso de outras atividades como a agricultura.

O estudo apresentou um conjunto de dificuldades quanto ao acesso de dados ao longo do tempo, pois não foi possível identificar a produção ocorrida em anos anteriores no mesmo carnaubal, impossibilitando, assim, a investigação temporal que permitiria a avaliação do desempenho. Entretanto, as informações e os dados foram suficientes para entender o grau de impacto ambiental, mesmo não sendo possível também comparações com outras atividades similares, pois ainda não existem estudos que permitam essas observações. A existência de parâmetros a serem utilizados foi um fator importante, pois como é um trabalho pioneiro, não há um estabelecimento de qual nível de impacto que poderia ser considerado pequeno ou grande nessas atividades e nem mesmo em atividades similares.

Conclui-se que a produção de pó, mesmo não adotando por parte de seu agente produtivo, os princípios de eco-eficiência como uma prática, é ambientalmente pouco agressiva pelas próprias características do processo. A tomada do conceito de eco-eficiência

como premissa na produção de pó poderia garantir, ao longo do tempo, redução do impacto ambiental dessa atividade e manutenção e/ou elevação do desempenho econômico.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova fronteira, 2002.

BRAUN, S.; APPEL, L. G. e SCHMAL, M. **A poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas à diesel – a questão dos particulados. Estratégias atuais para redução e controle das emissões e tendências futuras**. Química Nova, v. 27, n. 03, p. 472 – 482, 2003.

CEBDS (Conselho Empresarial Brasileiro para Desenvolvimento Sustentável). **Ecoeficiência**. Disponível em: <<http://www.cebds.com>>. Acesso em: 20 mar. 2004.

COSTA FILHO, R. T. da. **Uso alternativo da energia solar na elevação do rendimento de pó cerífero da carnaúba (*Copernicia prunifera*, Moore)**. Teresina: Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, 2002.

GOMES, J. M. A. (Coord.); SANTOS, K. B. dos e ARAÚJO, J. L. de. **Projeto cadeia produtiva da carnaúba no estado do Piauí: diagnósticos e cenários - FINEP, MCT, Fundo Verde Amarelo**. Teresina: Universidade Federal do Piauí / TROPEN, entre 2003 e 2005.

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. e ECHER, M. P. de S. **Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geoestacionário – o Projeto Swera**. In: Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 2, p. 145 – 159, (2004). Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br>>. Acesso em: 04 fev. 2005.

OLIVEIRA, D. dos S. **Avaliação do potencial mutagênico dos poluentes presentes na exaustão de motor a diesel por meio do bioensaio TRAD-SH**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SEBRAE-CE (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Ceará). **Colhendo e beneficiando a cera de carnaúba com qualidade**. Fortaleza: SEBRAE, 1994, 28 p.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **Manual for the preparers and users of eco-efficiency indicators**. Version 1.1, United Nations, New York and Geneva, 2004.

VINHA, V. da. As empresas e o desenvolvimento sustentável: da eco-eficiência à responsabilidade social corporativa. In: LUSTOSA, M. C.; MAY, P. H.; VINHA, V. da. (Org.). **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p.173-196.

WBCSD(World Business Council for Sustentabilidade Development). **Eco-efficiency - creating more value with less impact**. October, 2000. Disponível em: <<http://www.wbcsd.ch>>. Acesso em: 28 mar. 2004a.

WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). Medir a eco-eficiência: um guia para comunicar o desempenho da empresa. Portugal: **Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (BCSD - Portugal)**, 2000. Disponível em: <<http://www.wbcsd.ch>>. Acesso em: 28 mar. 2004b.