



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

(UFPI)

**Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste
(TROPEN)**

**Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente
(PRODEMA)**

Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente

(MDMA)

**ECO-EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE PÓ E CERA DE CARNAÚBA NO MUNICÍPIO DE
CAMPO MAIOR (PI)**

FRANCISCO PRANCACIO ARAÚJO DE CARVALHO

TERESINA

2005

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA
COMUNITÁRIA JORN. CARLOS CASTELO BRANCO - UFPI**

C331e

Carvalho, Francisco Prancacio Araújo de.
Eco-eficiência na Produção de Pó e Cera de
Carnaúba no Município de Campo Maior (PI) /
Francisco Prancacio Araújo de Carvalho. - Teresina,
2005.

157f. : il.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio
Ambiente) – Universidade Federal do Piauí.

1. Carnaúba - Pó. 2. Carnaúba - Cera. 3. Impacto
Ambiental - Campo Maior (PI). I. Título.

C.D.D. – 338.476 651 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ (UFPI)
Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (TROPEN)
Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (MDMA)

FRANCISCO PRANCACIO ARAÚJO DE CARVALHO

**ECO-EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE PÓ E CERA DE CARNAÚBA NO
MUNICÍPIO DE CAMPO MAIOR (PI)**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN), como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Prof^a Dr^a Jaíra Maria Alcobaça Gomes

TERESINA

2005

FRANCISCO PRANCACIO ARAÚJO DE CARVALHO

**ECO-EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE PÓ E CERA DE CARNAÚBA NO
MUNICÍPIO DE CAMPO MAIOR (PI)**

Dissertação aprovada no Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN), como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Teresina, 29 de agosto de 2005.

Profª. Dra. Jaíra Maria Alcobaça Gomes
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)

Profª. Dra. Maria do Socorro Lira Monteiro
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)

Prof. Dr. Marcos Vinícius Assunção
Universidade Federal do Ceará

Dedico esse trabalho a todos os que buscam no conhecimento, a trilha de seu destino. A minha família, em especial meu pai Pedro *in memoriam*, minha mãe Isabel e meus irmãos Pedro Filho, Analice e Hallanna e, a Josiane.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primordialmente a Deus por se revelar na permissão de fazer-me pensar racionalmente, confortando a ilusão de entender o impossível e construindo na destruição criativa de cada idéia, aquilo que seria possível e humildemente melhor diante da limitada e ativa capacidade. Agradeço ainda as instituições sem as quais este trabalho seria impossível, especialmente, a Universidade Federal do Piauí (UFPI) e Núcleo de Referências em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (TROPEN), onde está instalado o Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente PRODEMA / TROPEN / UFPI. Ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) que tem estruturado o conhecimento para além do mecanicismo, numa proposta de interdisciplinaridade. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo. Ao apoio e equipe do Projeto Cadeia Produtiva da Carnaúba no Estado do Piauí: Diagnósticos e Cenários – FNDCT – CT – VERDE – AMARELO - TROPEN / UFPI, especialmente, Maria de Fátima Vieira Crespo, Deyanne Cavalcante Bezerra Casé, Maria dos Milagres Sanny Lopes Garcia, José Natanael Fontinele de Carvalho, Weldo da Luz Nascimento, Antônio Marcos Dantas Silva e Alex de Sousa Lima. Agradeço também a equipe do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) por, de forma indireta, contribuir com valiosa bibliografia *on-line*. A Pedro Soares da Silva, Vitória Vieira de Oliveira e Solange de Sousa Lopes Araújo pelas contribuições com dados junto à biblioteca do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE – Piauí. Ao Senhor Antônio Francisco Félix de Andrade, José Luis Félix de Andrade e Klésia Alice Felipe de Araújo Carvalho pelas informações e dados na indústria de cera e ao Sr. Antônio Pires da Silva no Carnaubal. Minha orientadora Jaíra Maria Alcobaça Gomes pela sua competência, paciência, suporte intelectual e moral e apoio junto ao Projeto Cadeia Produtiva da Carnaúba no Estado do Piauí: Diagnósticos e Cenários. A todos os professores do curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente em especial, Jaíra Maria Alcobaça Gomes, Marta Celina Linhares Sales, Maria do Socorro Lira Monteiro, José Machado Moita Neto, João Batista Lopes, José Luis Lopes de Araújo, Francisco de Assis Veloso Filho, Washington Luis de Sousa Bonfim, Gérson Albuquerque de Araújo Neto, e Antônio Alberto Jorge Farias Castro com importante apoio junto à coordenação do TROPEN. Aos Professores Marcos Vinícius Assunção, Maria do Socorro Lira Monteiro e Roseli Farias Melo de Barros pelas contribuições na banca de

defesa. A equipe do laboratório de botânica no TROPEN, em especial, Maura Rejane de Araújo Mendes, Joxleide Mendes da Costa, Edna Maria Ferreira Chaves, José Sidney Barros Ruth Raquel Farias Castro, Rigoberto de Sousa Albino e Nívea Maria Carneiro Farias Castro pelas contribuições na área de biologia e geologia. Ao apoio da equipe do Herbário Graziela Barroso no TROPEN, em especial, Maria Mousinha de Sousa e Elisangela Fátima da Silva. Ao Professor José Machado Moita Neto pela ajuda nos critérios de determinação de alguns indicadores. A Senhora Maridete Alcobaça Brito pelo seu inigualável apoio na Secretaria do Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente e solidariedade maternal. A minha namorada Josiane de Carvalho Soares que ajudou a transformar angústias e frustrações em edificação concreta do domínio da emoção, auxiliando na correção do texto final e com apoio afetivo nos momentos mais difíceis. A meu grande amigo João Soares da Silva Filho pelas leituras com importantes contribuições, incansável senso de humor, disposição em ajudar todos, humanismo e caráter. Aos colegas da turma de mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente 2003-2005, por termos caminhados juntos nessa empreitada, especialmente, Aracy Alves de Araújo, Janaina Martins Vasconcelos, Joxleide Mendes da Costa, Maria Sueli Rodrigues de Sousa, Juliana Portela do Rego Monteiro, Edna Maria Ferreira Chaves, Ana Helena Mendes Lustosa, Francisca Cardoso da Silva Lima, Adriana Maria Viana Nunes Pinheiro, Raimundo Wilson Pereira dos Santos, José Sidney Barros, Flávio Jorge de Oliveira, Hamilton Godim de Alencar Araripe, Josafá Ribeiro dos Santos e Adão Firmino Leal. Ao Sr. João Batista de Sousa Araújo pelo seu importante trabalho junto a Secretaria do TROPEN e ao Sr. José de Ribamar Andrade pelos serviços gerais, grandes amigos. A amiga Maria Sueli Rodrigues de Sousa pela correção ortográfica e apoio. A Cláudia Belchior Cavalcante pela tradução do resumo para o Inglês. Ao Sérgio Roberto Pinto e Farilde Silva de Oliveira junto a Federal Cópias no CCHL/UFPI. A toda minha família, principalmente, meu pai Pedro Alves de Carvalho (*in memorian*), minha mãe Isabel Araújo Rodrigues de Carvalho e meus Irmãos Pedro Alves de Carvalho Filho, Raimunda Analice Araújo de Carvalho e Hallanna Aparecida Araújo de Carvalho pelo apoio emocional. Agradeço a todos que contribuíram, de forma direta e indireta, para construção desse trabalho.

RESUMO

A *Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore ou carnaúba tem aproveitamento integral, com produto de maior valor econômico numa cutícula que reveste as folhas, usada na fabricação de cera, matéria-prima de inúmeros produtos industriais. O Brasil é o único país produtor da referida cera e o estado do Piauí um dos principais produtores, que teve no mencionado produto, o terceiro maior faturamento nas exportações em 2004. Na citada unidade da federação, as condições naturais do município de Campo Maior favorecem grande incidência da carnaubeira e sua tradição histórica na produção de pó e cera estrutura os elos produtivos fundamentais, tornando-o um importante pólo regional da atividade. Nesse contexto, o presente trabalho adotou como objetivo geral, analisar, na produção de pó e cera, em Campo Maior, os elementos e indicadores de eco-eficiência – associação de eficiência econômica com baixo impacto ambiental. Especificamente os objetivos foram: avaliar qualitativamente a produção de pó e cera, verificando o consumo de materiais e de energia, emissão de substâncias tóxicas, existência de reciclagem de materiais e uso de recursos renováveis; construir e analisar indicadores de eco-eficiência. Para atingir os referidos objetivos, trabalhou-se com uma metodologia que consistiu na determinação de carnaubal que apresentasse o padrão técnico predominante da atividade de exploração de pó. O carnaubal escolhido encontra-se na fazenda experimental da EMBRAPA, em Campo Maior. Como não existem grandes diferenciações na organização do trabalho nem no grau de tecnologia da produção nos demais carnaubais do município nem mesmo no Piauí, esse carnaubal foi representativo para viabilizar o estudo, permitindo, também, outros estudos para comparações futuras. Depois houve a seleção de indústria de cera com tecnologia de produção moderna representativa do padrão técnico e de participação no mercado de cera. Quanto ao padrão técnico, todas as indústrias do Estado têm grau similar de tecnologia e organização do trabalho, entretanto a empresa selecionada é a maior em termos de volume de produção e exportação. Em 2004, exportou mais de um terço de toda a cera vendida ao exterior pelo Piauí. A fonte dos dados foi proveniente de pesquisa direta: questionários aplicados junto ao produtor de cera e de pó. Os resultados são: o processo produtivo de pó possui intenso uso de materiais orgânicos e renováveis, consome, essencialmente, energia solar e emite baixo nível de poluição aérea; a produção industrial de cera impacta o meio ambiente com uso intenso de água, utilização da lenha como fonte energética, consumo de produtos químicos e emissão de poluentes, entretanto atende importantes elementos de eco-eficiência como a reutilização de materiais e consumo de materiais renováveis. Conclui-se que tanto a produção de pó, quanto a industrialização da cera, mesmo não adotando medidas concretas de redução de impacto, são, ambientalmente, pouco agressivas pelas próprias características dos processos.

Palavras-chave: Pó e Cera de Carnaúba. Impacto Ambiental – Eco-eficiência. Campo Maior (PI).

ABSTRACT

The *Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore or *carnaúba* has complete use as a product of great economical value extracted from a cuticle that covers the leaves. It is used to produce wax, which is the raw material for several industrial products. Brazil is the only producer of this wax, having the state of *Piauí* as one of its main producers, reaching the third largest revenues in the exports of 2004. Within the boundaries of this state, the natural conditions of *Campo Maior*, a small district, favor great incidence of *carnaubeira* tree and its historical tradition in the powder and wax production, structures the fundamental productive links, turning it an important regional pole of this activity. In this context, the present work has adopted as a general goal, to analyze the powder and wax production in *Campo Maior*, in order to find eco-efficiency elements and indicators - economical efficiency associated with low environmental impact. Specifically, this study aimed to: evaluate qualitative aspects within the powder and wax production; verify the materials and energy consumption, the presence of toxic substances emissions, recycling and use of renewable resources; build and analyze eco-efficiency indicators. In order to achieve these objectives, first it was determined where was located all *carnaúba* that presented the prevailing technical pattern of powder exploration. The set of *carnaúba* tree or *carnaubal*, which we have chosen, is located in the experimental farm of EMBRAPA in *Campo Maior*. As there were not great differentiations in the organization of the work process nor in the level of production technology on the other *carnaubais* from this district (not even in *Piauí*), that *carnaubal* was representative to make this study possible, allowing, also, other studies for future comparisons. Then, we have selected the wax industry equipped with modern technology, representative of both technical pattern and participation in the wax market. In relation to the technical pattern, all industries of the state have similar level of technology and organization of work process; however, the selected company is the largest one in terms of production and exported quantity. In 2004, it exported more than a third of the whole wax sold overseas by *Piauí*. The data source came from direct research: questionnaires applied to the wax and powder producer. The findings of this study are the following: the productive powder process has an intensive use of organic and renewable materials; it consumes, essentially, solar energy and produces low level of air pollution. The industrial wax production causes damages to the environment through intensive use of water and firewood as energy source and consumption of chemical products, which provokes pollutants emissions. However, it attends important eco-efficiency elements such as recycling and consumption of renewable materials. In conclusion, the powder production, as well as the wax industrialization, are, environmentally, less aggressive by its processes characteristics, even though they don't adopt concrete measures of impact reduction.

Keywords: Powder and *carnaúba* wax. Environmental impact - Eco-efficiency. *Campo Maior (PI)*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Média da produção de cera bruta e pó cerífero de carnaúba por microrregiões piauienses - 1990 a 2001 -----	53
Figura 2 - Percentual da produção média de cera bruta e pó cerífero de carnaúba em relação ao Piauí, por municípios piauienses - 1990 a 2001 -----	55
Figura 3 - Localização e limites geográficos do município de Campo Maior no estado do Piauí-----	58
Figura 4 - Balanço hídrico do município de Campo Maior (PI) -----	59
Figura 5 - Município de Campo Maior sobre a vegetação do estado do Piauí -----	61
Figura 6 - Imagem de Satélite do município de Campo Maior (PI) -----	62
Quadro 1 - Indicadores de eco-eficiência na produção de pó cerífero de carnaúba no município de Campo Maior (PI) -----	68
Quadro 2 - Indicadores de eco-eficiência na produção de cera de carnaúba no município de Campo Maior (PI) -----	73
Fotografia 1 - Carnaúba, com frutos, em carnaubal no município de Campo Maior (PI) ---	74
Fotografia 2 - Cutícula na folha olho da carnaúba em Campo Maior (PI)-----	76
Esquema 1 - Aproveitamento da carnaubeira-----	77
Fotografia 3 - Olhos e palhas na copa de uma carnaubeira em Campo Maior (PI)-----	81
Figura 7 - Etapas iniciais do processo de produção de pó cerífero de carnaúba -----	85
Figura 8 - Etapas finais do processo de produção de pó cerífero de carnaúba - batição mecânica das folhas-----	86
Fotografia 4 - Tipos de pó cerífero de carnaúba-----	86
Fotografia 5 - Queimada em um carnaubal em Campo Maior -----	95
Figura 9 - Embalagem usada para acondicionar o pó de carnaúba -----	99
Figura 10 - Etapas do processo artesanal de fabricação de cera-----	105
Gráfico 1 - Produção de cera bruta de carnaúba no estado do Piauí-----	106
Figura 11 - Processo de produção de cera de carnaúba na indústria moderna -----	107
Fotografia 6 - Tipos de cera escamada -----	109
Gráfico 2 - Produção de cera de carnaúba no processo industrial -----	112
Figura 12 - Argilas usadas na produção de cera de carnaúba-----	118
Figura 13 - Resíduos sólidos do processo de produção de cera – barro e borra -----	121
Fotografia 7 - Embalagem com cera -----	122
Figura 14 - Média Anual da irradiação solar global no território brasileiro [...] apresentado no "Atlas de Irradiação Solar do Brasil" publicado em 1998 -----	152

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade produzida e lucro líquido para o processo de produção de pó -----	89
Tabela 2 - Quantidade produzida, preço e receitas da produção e comercialização do pó cerífero -----	89
Tabela 3 - Custos de produção e comercialização do pó cerífero-----	90
Tabela 4 - Total das receita, custo total e lucro líquido para o processo de produção de pó -----	91
Tabela 5 - Consumo de energia no processo de produção de pó-----	94
Tabela 6 - Emissões que contribuiram, potencialmente, para o efeito estufa no processo de produção de pó-----	94
Tabela 7 - Consumo de materiais na produção de pó-----	96
Tabela 8 - Resíduos sólidos na produção de pó -----	97
Tabela 9 - Consumo de embalagens na produção de pó -----	99
Tabela 10 - Indicadores consolidados de eco-eficiência na produção de pó -----	102
Tabela 11 - Indicadores de valor na produção de cera de carnaúba -----	113
Tabela 12 - Consumo de energia na produção de cera de carnaúba -----	115
Tabela 13 - Emissões provocadas pelo consumo de lenha, diesel e eletricidade na produção de cera -----	115
Tabela 14 - Consumo de materiais no processo de produção de cera -----	119
Tabela 15 - Geração de resíduos sólidos na produção de cera -----	120
Tabela 16 - Consumo de embalagem na produção de cera -----	121
Tabela 17 - Consumo de água na produção de cera -----	123
Tabela 18 - Indicadores de eco-eficiência consolidados no processo de produção de cera -----	125
Tabela 19 - Net Caloric Values for Petroleum Products -----	153
Tabela 20 - Densities of petroleum products -----	154
Tabela 21 - Units and Conversions - Decimal Prefixes -----	155
Tabela 22 - CO ₂ Emission Factors of Petroleum Products, Coal and Coal Products, Gas and Biomass Fuels -----	156
Tabela 23 - Electricity-derived CO ₂ -Emission Factors for Non-OECD latin America-----	157

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO -----	11
2 A QUESTÃO AMBIENTAL E SUAS REPERCUSSÕES NA EMPRESA-----	14
2.1 Questão ambiental: Princípios e Difusões-----	15
2.2 As Mudanças nas Empresas com a Questão Ambiental -----	24
3 ECO-EFICIÊNCIA -----	31
3.1 Histórico e Conceito-----	32
3.2 Indicadores de Eco-eficiência -----	44
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DA ECO-EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE PÓ E CERA DE CARNAÚBA-----	52
4.1 Critérios de Construção e Análise dos Indicadores de Eco-eficiência-----	63
5 ECO-EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DO PÓ E CERA DE CARNAÚBA-----	74
5.1 Aproveitamento Econômico da Carnaúba-----	74
5.2 Eco-eficiência na Produção de Pó Cerífero de Carnaúba-----	80
5.2.1 O Processo de Produção de Pó Cerífero -----	80
5.2.2 Elementos e Indicadores de Eco-eficiência na Produção de Pó de Carnaúba-----	87
5.2.2.1 <i>Consumo de Energia e Emissões de Substâncias Tóxicas</i> -----	91
5.2.2.2 <i>Consumo de Materiais e Reciclagem</i> -----	95
5.2.2.3 <i>Uso Sustentável dos Recursos Renováveis</i> -----	100
5.2.2.4 <i>Durabilidade e Agregação de Valor</i> -----	101
5.2.2.5 <i>Indicadores de Eco-eficiência Consolidados</i> -----	101
5.3 Eco-eficiência na Produção de Cera de Carnaúba-----	104
5.3.1 O Processo de Produção de Cera-----	104
5.3.2 Elementos e Indicadores de Eco-eficiência na Produção de Cera -----	111
5.3.2.1 <i>Consumo de Energia e Emissões de Substâncias Tóxicas</i> -----	113
5.3.2.2 <i>Consumo de Materiais e Reciclagem</i> -----	117
5.3.2.3 <i>Uso Sustentável de Recursos Renováveis</i> -----	122
5.3.2.4 <i>Durabilidade e Agregação de Valor</i> -----	124
5.3.2.5 <i>Indicadores de Eco-eficiência Consolidados</i> -----	124
6 CONCLUSÃO-----	128
REFERÊNCIAS -----	131
APÊNDICES-----	136
ANEXOS -----	151

1 INTRODUÇÃO

A *Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore (carnaúba) foi considerada “árvore da vida”, devido suas numerosas e importantes finalidades, pelo naturalista Humboldt, quando, no século XVIII, conheceu-a em terras brasileiras. A carnaúba tem aproveitamento integral, os seus frutos servem de alimento, caules e folhas são utilizados como material de construção e artesanato e suas raízes têm princípios medicinais. Os seus diversos usos geram inúmeras cadeias de produção, mas um uso, em especial, que surge do proveito das folhas, a produção de cera de carnaúba, tem-se mostrado, historicamente, como uma atividade de grande importância econômica. A existência do material ceroso nas folhas da carnaúba é consequência de uma característica biológica para não perder água no período seco, ela produz uma camada de proteção que, extraída, transforma-se em pó, matéria-prima básica de uma cera de grande importância industrial. Esta entra na composição de inúmeros produtos, principalmente, da microeletrônica, medicamentos, cosméticos, alimentícia e indústria química em geral.

O Brasil é o único país do mundo que produz cera de carnaúba e o Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte são os principais produtores. No Piauí, os dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC, 2005) mostram que a cera ocupou o terceiro lugar na pauta de faturamento das exportações do Estado em 2004. Do ponto de vista municipal, Campo Maior (PI), historicamente, de acordo com dados da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura [entre 1990 e 2001] apresenta-se como o maior produtor de cera bruta, condição explicada pela sua situação em um ambiente natural e sócio-econômico favorável.

A literatura indica que a exploração da carnaubeira é uma atividade viável economicamente e que não traz danos ambientais, tendo em vista que o processo de exploração requer apenas a retirada das folhas que são repostas, naturalmente, no ano seguinte. Spinola (2002) afirma que apesar da intensa utilização de folhas, outras renascem na safra seguinte sem causar agressão ao meio ambiente, permitindo a total recuperação da árvore um ano depois. Considerando a importância da produção de pó e cera de carnaúba na composição da dinâmica econômica, histórica e social do Piauí e, especificamente, de Campo Maior, torna-se relevante verificar o grau de impacto ambiental dessas atividades, o que

fundamenta a realização do presente trabalho, o qual tem origem no problema de pesquisa formulado a partir da seguinte questão: os processos de produção de pó e cera de carnaúba são eco-eficientes?

Para isso, há que se considerar, como fundamental o conceito de eco-eficiência, o qual permite, através de seus indicadores, averiguar o desempenho econômico associado à redução de impacto sobre a natureza. Resultante de mudanças no comportamento social, acumulado ao longo do tempo, diante das preocupações ambientais, aprofundadas, principalmente, nos anos de 1960 e externadas com o conceito de desenvolvimento sustentável na década de 80, a eco-eficiência tornou-se um instrumento para promoção desse conceito no âmbito empresarial.

Por assim compreender, é que foi adotado como objetivo geral dessa investigação: analisar os elementos e indicadores de eco-eficiência na produção de pó e cera de carnaúba no município de Campo Maior (PI). Para efetivá-lo, trabalhou-se com os seguintes objetivos específicos:

1. avaliar, qualitativamente, a produção de pó e cera, verificando as características dos insumos utilizados e o possível efeito sobre a natureza através da identificação dos elementos de eco-eficiência;
2. construir e analisar indicadores de valor e de influência ambiental, para ambos os processos que permitam identificar o grau do consumo de energia e emissões aéreas, consumo de materiais e embalagens, formação de resíduos sólidos;
3. elaborar e investigar indicadores de eco-eficiência consolidados que considerem a relação entre indicadores de valor e de influência ambiental.

A metodologia consistiu na determinação de carnaubal que apresentasse o padrão técnico predominante da atividade de exploração de pó. O carnaubal escolhido encontra-se na fazenda experimental da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA), em Campo Maior (PI). Como não existem grandes diferenciações na organização do trabalho nem no grau de tecnologia da produção nos demais carnaubais do município nem mesmo no Piauí, esse carnaubal foi representativo para viabilizar o estudo, permitindo, também, outros estudos para comparações futuras. Depois houve a seleção de indústria de cera com tecnologia de produção moderna que representasse o padrão técnico e a participação no mercado de cera. Quanto ao padrão técnico, todas as indústrias do Estado têm grau similar de tecnologia e

organização do trabalho, entretanto a empresa selecionada é a maior em termos de volume de produção e exportação. Em 2004, exportou 35,61% de toda a cera vendida ao exterior. A principal fonte dos dados foi proveniente de pesquisa direta: questionários aplicados junto ao produtor de cera e de pó. A partir de então, fez-se uma avaliação qualitativa e quantitativa do grau de impacto de ambos os processos sobre o meio ambiente.

O estudo divide-se em seis capítulos. O primeiro trata da introdução, o segundo verifica a crise ambiental e suas repercussões na empresa. No terceiro, discute-se o conceito de eco-eficiência, no quarto, os procedimentos metodológicos, no quinto, analisam-se os elementos e indicadores de eco-eficiência na produção de pó e cera e, no último, apresenta-se a conclusão.

2 A QUESTÃO AMBIENTAL E SUAS REPERCUSSÕES NA EMPRESA

Com a queda do regime feudal e a estruturação do capitalismo, principalmente, depois da Revolução Industrial, prevaleceu, sobre a sociedade, um sistema de exploração da natureza de amplitude crescentemente grandiosa que gerou preocupações sociais com o meio ambiente que despertaram para questão ecológica, principalmente, a partir de 1960. Com a estruturação do conceito de desenvolvimento sustentável, no final dos anos 80, o meio ambiente passa de forma gradativa a incorporar-se nos negócios, despertando para a necessidade de mudanças no modelo de produção capitalista que incorpore novos paradigmas perpetuadores de condições sociais mais justas e, ambientalmente, sustentáveis.

As condições de mercado da atualidade não se tornaram mais brandas, reservam um ambiente econômico cada vez mais instável que se respalda numa economia amplamente internacionalizada e competitiva, exigindo das empresas tecnologias de ponta, qualificação em recursos humanos e gestão estratégica eficiente. A evolução e experiência acumulada pelos movimentos sociais tornaram o meio ambiente e a responsabilidade social, fatores fundamentais na determinação das condições de mercado e, portanto, criaram subsídios para estratégias empresariais indispensáveis para qualquer empresa permanecer no mercado.

Em sintonia com o exposto, é importante destacar que as empresas vêm evoluindo para além do âmbito original designado no ambiente microeconômico básico de o que produzir, como produzir e para quem produzir. Assumem preocupações macroeconômicas na medida em que se empenham na resolução de problemas sociais e ambientais, concretizando um modelo de reestruturação produtiva que caracteriza um novo cenário econômico no ambiente dos negócios com ferramentas importantes para melhoria da realidade social.

Este capítulo trata, portanto, de avaliar as bases históricas que alavancaram as preocupações ambientais pelas empresas e as mudanças reestruturantes assumidas no ambiente dos negócios. A primeira seção trata dos movimentos sociais históricos de consciência ambiental e a segunda, da inserção da questão ambiental nas empresas e suas repercussões no ambiente empresarial.

2.1 Questão ambiental: princípios e difusões

Antes de analisar especificamente a questão ambiental e sua repercussão nas empresas, é relevante averiguar as bases mitigadoras dos problemas ambientais, investigando o movimento social histórico de formação de uma consciência ambiental, geradora de mudanças no comportamento humano sobre a natureza, seja através da sociedade civil, seja do governo ou, especificamente, do empresariado.

Nesse sentido, crises entre sociedade e meio ambiente vêm acompanhando a história. Já na antiguidade apareceram focos de agressão ao meio ambiente. Joseph Tainter, em *The Collapse of Complex Civilizations*, cita o arqueólogo Robert McC. Adams que descreveu o sítio da antiga civilização suméria como um emaranhado de dunas, diques há muito em desuso e montes de cascalho de antigos assentamentos revelando apenas um relevo baixo, sem destaques. A vegetação era escassa e, em muitas áreas, quase totalmente ausente. Localizada na baixada central do Eufrates, a antiga civilização suméria do quarto milênio a.C. foi notável, superando qualquer outra que a tenha antecedido, entretanto, havia uma falha ambiental no desenho do sistema de irrigação, que viria a solapar a economia agrícola. Uma região vazia, desolada, hoje fora das fronteiras de cultivo e que outrora foi a civilização urbana e culta mais antiga do mundo (BROWN, 2004).

Besserman (2003) evidencia que a humanidade tem capacidade para destruir parte do meio natural em que vive hoje. Diz que a grande extinção feita por asteróides no término do Cretáceo há 65 milhões de anos, famosa pelo fim dos dinossauros, gerou um impacto 10 000,00 vezes superior ao de todo o arsenal nuclear existente hoje na Terra, assim a Humanidade pode destruir-se, mas não destruir o planeta. A grande extinção, no Permiano, há 235 milhões de anos, causou o desaparecimento de quase 90% das espécies. Portanto, no máximo, o ser humano provocaria uma grande extinção, ao final da qual uma nova era, com uma nova biodiversidade surgiria, e a humanidade certamente não estaria mais aqui. Para o autor a preocupação com o meio ambiente do planeta não deve ser consequência de uma postura paternalista em relação à natureza, mas, ao contrário, um conhecimento de nossa impotência e dependência, reconhecendo, dessa forma, como fundamento da consciência ecológica, também, o humanismo.

Evidencia-se com isso, que o meio ambiente, da mesma forma que cria as bases para o desenvolvimento da civilização, pode levá-la ao declínio e, foi no espectro de deteriorar as bases do desenvolvimento social e econômico que as sociedades evoluíram na conscientização sobre as questões ambientais. Gil (2003) aponta a caracterização de uma fantasia o fato de numa era antiga o ser humano ter vivido totalmente imerso na natureza, sem dela depender como uma entidade distinta, especial e específica, pois, para ele, não há comprovação de fatos conhecidos, a História e a Antropologia mostram o contrário, a humanidade, em suas várias formas de vida social, sempre estabeleceu uma linha divisória clara, uma demarcação nítida, entre ela mesma e o mundo natural, a natureza, para além de sua existência física seria, sempre, uma criação cultural.

É certo que a natureza é tratada de maneira diversa, dependendo de como a sociedade a compreende. O modo de vida indígena, certamente, é diferente do modo de vida de sociedades mais modernas. A estrutura cultural de uma sociedade representa, de fato, a dimensão da agressão ao meio ambiente imposta pelas suas formas de exploração da natureza direcionada à satisfação de suas necessidades, sejam básicas ou não. Mas, de forma geral, apesar de não haver, desde primórdios, uma vida humana indistinta na natureza, havia um certo equilíbrio natural na antiga Humanidade, devido substancialmente, a agressão ambiental não representar, significativamente, o desequilíbrio do ecossistema global.

Num passado distante, antes do controle do fogo pela espécie humana, a interação desta com a natureza era semelhante àquela dos animais mais próximos na cadeia evolutiva, como os grandes primatas. O controle do fogo abriu caminho para que essa interação assumisse características próprias cada vez mais distintas. Sobrevivem, entretanto, ainda hoje, amostras de povos, como Yanomamis, vivendo no neolítico, testemunhos vivos de que o controle do fogo por si só pode não levar a mudanças radicais e progressivas no modo de inserção da espécie humana na natureza. (ROMEIRO, 2003, p. 3).

O autor destaca que a forma de intervir na natureza se dá no contexto de cada cultura, podendo haver, portanto, povos como os Yanomamis ou mesmo outros mais evoluídos no sentido de usar o fogo como técnica agroflorestal e outros instrumentos, que sua intervenção na natureza não provoca nenhum desequilíbrio comprometedor do ecossistema, embora o modifique. Neste caso, o equilíbrio do ecossistema não poderia ser visto de forma estática, pois o ecossistema seria entendido como um sistema dinâmico que se modifica com as interações entre as diversas espécies nele contidas. Assim, a humanidade estaria diante de uma realidade por ela construída, entretanto inerente a um ambiente maior determinado pelo equilíbrio geral de todos os ecossistema do globo.

Evidencia-se, dessa forma, que o ser humano tem grande poder de transformação da realidade na medida em que interfere no equilíbrio natural. Crescimentos populacionais maiores, inovação tecnológica e progresso científico, sistemas políticos, sociais e econômicos, baseados na intensificação da exploração da natureza nas bases econômicas do capitalismo, tornaram mais evidente a demarcação nítida da Humanidade no meio ambiente, uma vez que levou a ampliação de problemas ambientais e a promulgação de um ambiente que poderia ser insustentável para perpetuar a vida humana e de outros seres vivos.

A experiência passada ampliou cada vez mais a agressão ao meio ambiente com mudanças na forma de inserção do ser humano sobre a natureza. Tanto a invenção da agricultura como a Revolução Industrial, geradoras de grandes capacidades de intervenção sobre a natureza, dão um salto suntuoso na modificação dos ecossistemas, porém da mesma forma, despertam para verificação de um limite ambiental capaz de barrar a perpetuação de todos os sistemas produtivos e, por conseguinte, a própria vida do planeta. Para Cavalcanti (2003, p. 165), “o desenvolvimento econômico não representa mais uma opção aberta, com possibilidades amplas para o mundo. A aceitação geral da idéia de desenvolvimento sustentável indica que se fixou voluntariamente um limite (superior) para o progresso material”. Como solução, não se deve pensar na deterioração das bases socialmente construídas de exploração da natureza, pois da mesma forma ela é a estrutura de manutenção dos sistemas sociais. O que se deve buscar é o respeito ao limite ambiental e a adequação dos meios produtivos para uma produção sustentável que amortize os efeitos no ambiente natural.

A questão ambiental tornou evidente a existência de um limite na capacidade do planeta atender as pressões sociais sobre os recursos naturais e o “movimento ambientalista” se estruturou como resultado do início de uma construção da consciência ambiental. Esta consciência, apesar de ter uma base incipiente e segmentada, alavancou mudanças no cenário social ao longo dos anos, criando o paradigma da sustentabilidade que, especificamente nas empresas, insere as premissas de responsabilidade social e ambiental, fontes de perpetuação e expansão de mercado. Portanto, o movimento ambientalista seria a fundamentação inicial da inserção da variável ambiental nas empresas, pois seus resultados instituíram, socialmente, o paradigma da produção sustentável.

Para se compreender o movimento ambientalista, deve-se partir do fato de que o referido movimento fundamenta-se na discussão da relação homem/natureza, o que Diegues (1996), chamou de enfoque “biocêntrico” e “antropocêntrico”. No primeiro, o mundo natural

é um todo, com valor em si mesmo, em que o homem é apenas uma parte como qualquer outro ser; no segundo, o homem tem direito de controle da natureza, considerando-a sem valor em si, como uma reserva para exploração humana. Em consonância, Leis (2001) já havia descrito que a humanidade vive duas realidades diferentes: a realidade do planeta Terra, como um sistema interativo e complexo e a realidade mundo, entendido como produto de transformação realizada pelo próprio homem.

As discussões dessas vertentes não levaram, ainda, à sua aceitação. Cada espécie luta numa ordem natural pela perpetuação de sua raça e busca suas formas de desenvolvimento. Algumas, em particular a dos seres humanos, tendem a ultrapassar os limites de ação sobre a natureza, o qual lhe foi reservado, e, assim, gerar desequilíbrios nos ecossistemas mantenedores da vida. Segundo Boff (2003), como espécie – *Homo sapiens et demens* –, temos ocupado já 83% do planeta, explorando para nosso proveito quase todos os recursos naturais, o que tem depredado os ecossistemas a ponto de a Terra ter superado já em 20% sua capacidade de suporte e regeneração. Diante da dinâmica da natureza, cada desequilíbrio sobre a ordem natural, como a ação desordenada dos seres humanos sobre o planeta, por exemplo, compõem-se em um novo equilíbrio, cumulativo das conseqüências degradantes anteriores e reduzido na capacidade de manutenção da vida e, portanto, da sustentabilidade do sistema social e ambiental.

O movimento ambientalista surge, de certa maneira, diante de inquietações quanto à agressão ambiental. Deu-se com preocupações diretamente ligadas à proteção da natureza, da vida selvagem, dos animais. Esse movimento ganhou um rumo ligado a reivindicações para oportunidades rurais de lazer, como resposta à vida conturbada das cidades industriais, veio ganhando força com auxílio de ativistas ecologistas, ideário romântico e evolução da ciência. Seu início não tem um marco definido, emergiu em lugares, tempos e motivos diferentes, partiu de fatos isolados e suas bases começam a se fundamentar a partir do século XIX, quando emergem instituições que se estruturaram. Suas influências foram: progresso científico; aumento da mobilidade pessoal; intensificação da indústria; disseminação dos assentamentos humanos e mudanças mais amplas nas relações sociais e econômicas (MCCORMICK, 1992).

O autor descreve com autoridade o movimento ambientalista e apesar de não apresentar um marco claro do seu início, destaca que o ambientalismo teve suas primeiras influências e desenvolvimento na Grã-Bretanha e nos Estados Unidos.

Na Grã-Bretanha, em 1824, a Society for the Protection for Animals luta em favor dos animais selvagens e entre 1850 e 1860 o ambientalismo luta contra os testes nucleares e injustiça racial. Mesmo havendo preocupação com o liberalismo econômico e a industrialização, o foco do movimento, na sua primeira fase, manteve-se voltado para a proteção da natureza. A luta pela vida selvagem, na Grã-Bretanha, foi uma consequência da tardia reação ao desenvolvimento. Com a depressão de 1880 e crise intelectual, a fonte de poder econômico e político era agora retratada como destruidora da moral e da ordem social, da saúde humana, dos valores tradicionais, do meio ambiente físico e da beleza natural, a luta contra a indústria toma rumo. Isso levou ao surgimento do movimento de interesse e o setor privado passa a buscar formas de lucrar com o meio ambiente. Como exemplo, o Pen Spaces and Foot Paths Preservation de 1865, foi o primeiro grupo de ambientalistas privado. Em 1893, foi criado o National Trust, com objetivo de proteger a herança natural e cultural. Mas foi somente depois da II Guerra Mundial que a proteção do *habitat* ganhou força e apoio na Grã-Bretanha.

Nos EUA, o crescimento pelo interesse ambiental teve um florescimento similar ao da Europa Ocidental, a partir de preocupações com o romantismo e história natural. De 1620 a 1870, a floresta era a principal fonte de energia nos EUA, o que forçou preocupações consecutivas com o meio ambiente. Em 1864, o Yosemite e o Mariposa Grove foram, por decreto, transferido para a Califórnia com intuito de promover lazer e recreação. Em 1872, foi criado o Parque Nacional de Yellowstone. O movimento ambientalista americano se dividiu em preservacionistas – preservar áreas virgens de qualquer uso que não fosse recreativo ou educacional – e conservacionistas – explorar os recursos naturais de modo racional e sustentável. Nasce a batalha entre a moralidade do povo contra “imoralidade” do privado com o anseio de lucro, que Pinchot e Roosevelt deram impulso apoiando o movimento com legislações e ações.

Depois da II Guerra, surge a luta pela eliminação da fome como prioridade da Organização das Nações Unidas (ONU), na medida em que se verifica que o mau gerenciamento dos recursos e o aumento da população geravam obstáculos para a solução da crise de alimentos. Depois de várias discussões entre os países na tentativa de criação da organização internacional de proteção da natureza e de consolidada a previsão do apocalipse, com auxílio da UNESCO a União Internacional para a Proteção da Natureza (IUPN) foi criada de forma híbrida (órgãos governamentais e não governamentais). Em 1949, a

Conferência Científica da ONU sobre a Natureza a Conservação e Utilização dos Recursos (UNSCUR) mostrava necessidade de cooperação entre os governos ocidentais sobre o meio ambiente e preocupações com o subdesenvolvimento (MCCORMICK, 1992).

A IUPN não dispunha de estrutura financeira consolidada e o World Wildlife Fund (WWF) foi criado para auxiliá-la no enfrentamento aos seus problemas financeiros. A IUPN e a WWF vinham engajadas no movimento ambientalista que passou a ampliar seu foco, antes ligado mais à conservação, surge como um novo movimento mais independente e ativista com preocupações ambientais muito mais amplas. Isso se deu no final dos anos 50 e início dos anos 60. Era um novo protesto preocupado com o estado do ambiente humano em relação a Terra. A natureza e os recursos naturais deixam de ser a única preocupação, que passa a abranger desde a superpopulação, poluição, ao custo da tecnologia e o crescimento econômico. A revolução do ambientalismo se aprofundou nos anos 70, as preocupações de uns poucos cientistas, administradores e grupos conservacionistas floresceram num fervente movimento de massas que correu o mundo industrializado com amplo apoio público. O materialismo, tecnologia, lucro e crescimento tornaram-se símbolos que ameaçavam a sociedade e o meio ambiente. Era um novo ambientalismo que, segundo Diegues (1996) nasceu com agitações de estudantes na Europa e EUA em 1968, como bandeiras de luta ao lado do antimilitarismo/pacifismo, direitos das minorias etc. A partir dos anos 80, os ecologistas começaram a formar os partidos verdes.

Na medida em que o movimento ambientalista se estrutura em sua nova fase geram-se os subsídios para o que veio se chamar desenvolvimento sustentável, uma nova visão de desenvolvimento para além da unicidade da renda como fator gerador de qualidade de vida e manutenção do meio ambiente no tempo e no espaço. Um modelo que incorpora várias dimensões intertemporais que se tornou o “horizonte” norteador dos princípios básicos das mudanças nas atitudes empresariais.

As discussões sobre os riscos da degradação do meio ambiente e preocupações com os limites do desenvolvimento do planeta, iniciados na década de 1960 e intensificados nos anos de 1970, levaram a ONU a promover uma Conferência sobre o Meio Ambiente em Estocolmo (Suécia) em 1972. Neste ano, Dennis L. Meadows e um grupo de pesquisadores do Clube de Roma publicaram o estudo “Limites do Crescimento”, concluindo que, mantidos os níveis de crescimento da população mundial, industrialização, poluição, produção de alimentos e exploração dos recursos naturais, o limite de desenvolvimento do planeta seria

alcançado algum dia dentro dos próximos cem anos, declinando de forma súbita e incomensurável a população mundial e a capacidade industrial. Para modificar essa tendência Meadows e outros propuseram o congelamento da população e do capital industrial, uma espécie de “crescimento zero” que gerasse estabilidade ecológica e econômica. As reações a esse estudo surgiram de teóricos do mundo todo, em destaque Solow, que fez veementes críticas e Mahhub ul Haq que levantou a tese de que os países desenvolvidos queriam “fechar a porta” do desenvolvimento aos países pobres, com uma justificativa ecológica (BRÜSEKE, 2003).

A Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL) entende a realidade da economia mundial em duas estruturas básicas, as economias desenvolvidas e as economias subdesenvolvidas. Furtado (1996) apontava, já em 1974, como um mito do progresso, a idéia segundo a qual o desenvolvimento econômico, tal qual vem sendo praticado pelos países que lideram a revolução industrial, pode ser universalizado. Por denunciar a incapacidade de tornar os padrões de consumo da minoria da humanidade dos países altamente industrializados, acessíveis às grandes massas de população do chamado Terceiro Mundo, o autor participa da discussão sobre os limites do crescimento econômico apresentadas em Estocolmo, 1972. Da mesma forma, desperta a sociedade para necessidades de reestruturações rumo a um processo de desenvolvimento mais igualitário e menos danoso ao meio ambiente. Brüseke (2003) apresenta a evolução dessas discussões, sintetizadas a seguir.

Desenvolvimento sustentável é um conceito em construção que surgiu das bases do movimento ambientalista na medida em que construiu o arcabouço para discussões internacionais sobre meio ambiente. No entendimento de Sachs, as bases para o desenvolvimento sustentável surgem do crescimento econômico e dos custos sociais latentes associados à degradação do meio ambiente. De Founex a Estocolmo e Bruntland, a ênfase era no crescimento econômico. A polêmica no Relatório de Bruntland de desenvolvimento qualitativo e quantitativo permitiu ver a questão do crescimento econômico, o meio ambiente, a redistribuição de renda e a vida futura. Com base nisso, é que se propõe o ecodesenvolvimento ou desenvolvimento sustentável.

Em 1973, Strong usou pela primeira vez o conceito de ecodesenvolvimento e Sachs formulou seus princípios básicos: a satisfação das necessidades básicas; solidariedade com as gerações futuras; participação da população envolvida; preservação dos recursos

naturais e do meio ambiente; elaboração de um sistema social que garanta o emprego, segurança social e respeito a outras culturas; programas de educação. Sachs preparou o terreno para o desenvolvimento sustentável. A declaração de Cocoyok em 1974, no sentido da discussão denuncia que a explosão da população tem como causa a falta de recurso, a pobreza gera desequilíbrio demográfico; a destruição é resultado da superutilização dos recursos; os países ricos têm um hiperconsumo e alta poluição. E o relatório Dag-Hammarskjöld de 1975, completa o de Cocoyok, na mesma discussão.

As discussões em torno do conceito de ecodesenvolvimento deram suporte ao desenvolvimento sustentável. Esta expressão foi consagrada em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente, conhecida como Comissão de Brundtland. O Relatório publicado em português com o nome “Nosso Futuro Comum” define: “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”. Com a definição deste conceito, o Relatório de Brundtland contribui substancialmente para discussão entre meio ambiente e desenvolvimento.

Brüseke (2003) destaca que o referido Relatório apresenta uma lista de medidas a serem adotadas pelo Estado Nacional: limitação do crescimento populacional; garantia de alimentação em longo prazo; preservação da biodiversidade e dos ecossistemas; diminuição do consumo de energia e o desenvolvimento de novas tecnologias de recursos renováveis; aumento da industrialização nos países não-industrializados com tecnologias adequadas; controle da urbanização e satisfação das necessidades básicas. As metas seriam: as organizações do desenvolvimento que devem adotar a estratégia do desenvolvimento sustentável; a comunidade internacional deve proteger os ecossistemas supranacionais, os oceanos, o espaço; as guerras devem ser banidas e a ONU deve implantar um programa de desenvolvimento sustentável. O Relatório não apresenta as críticas à sociedade industrial como documentos anteriores, o que facilitou na sua aceitação pela comunidade internacional.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, mostra a continuidade das divergências entre a questão ambiental e o desenvolvimento sócio-econômico e o Banco Mundial e UNESCO marcam uma nova filosofia de desenvolvimento que combina justiça social e prudência ecológica.

É importante frisar que o conceito de desenvolvimento sustentável é objeto de diferentes compreensões. A literatura destaca que, para a economia ambiental neoclássica, o meio ambiente é uma restrição relativa, pois o progresso científico e tecnológico poderá superar os obstáculos, entretanto, para os economistas ecológicos, apesar de considerarem importante o progresso científico e tecnológico, para aumentar a eficiência no uso dos recursos naturais, admitem que a natureza impõe o limite que o sistema econômico deve operar. É certo que a compreensão da questão ambiental não parte apenas de um fato histórico isolado, e sim do conjunto de fatos sociais, historicamente, construídos. Os determinantes das condições sociais e ambientais apóiam-se em elementos cumulativos da experiência humana que se estruturam através de todo um sistema de evolução social e, portanto, as questões ambientais são multidimensionais e devem ser analisadas nessa ótica, considerando um caráter multidisciplinar.

Os resultados dos movimentos sociais históricos apontam para a evolução na compreensão e avaliação do desenvolvimento. Em 1990, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) publicou o primeiro Relatório de Desenvolvimento Humano, em que se discute o significado e a mensuração desse desenvolvimento e propõe uma nova medida, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que mostra, de forma mais ampla, as condições de vida das pessoas, não apenas se baseando em parâmetro estritamente econômico, que se identifica com crescimento, mas através da combinação de renda, educação e longevidade. A partir desse novo conceito, o foco do desenvolvimento passa a ser as pessoas e a forma de ampliação de suas oportunidades. Sen (2000) propõe uma nova forma analítica de desenvolvimento, um desenvolvimento como liberdade que consubstancia com a ampliação das liberdades dos indivíduos e a redução das privações das mesmas.

Existem diversas abordagens em torno da questão do desenvolvimento, evoluídas no sentido de incorporar um número maior de variáveis que incorpore de forma mais ampla o desenvolvimento humano, entretanto avaliar o desenvolvimento sustentável incorre em dificuldades pela sua amplitude e complexidade. As formas de expressão do desenvolvimento estruturam-se diante de abstrações que não levam em conta todas as dimensões de sustentabilidade e, portanto, em muitos casos, desconsideram a questão ambiental.

Capra (2003) mostra que precisamos de uma definição operacional de sustentabilidade ecológica e a chave para esta definição está em reconhecer que não é necessário inventar comunidades humanas sustentáveis a partir do zero mas sim moldá-las de

acordo com os ecossistemas naturais, que são comunidades sustentáveis de plantas, animais e microrganismos. Portanto, o autor mostra que uma comunidade sustentável deve ser planejada de modo que os estilos de vida, negócios, atividades econômicas, estruturas físicas e tecnológicas não interfiram na capacidade da natureza em manter a vida. Assim, o primeiro passo para construir comunidades sustentáveis é compreender os princípios da organização que os ecossistemas desenvolveram para manter a teia da vida, o que ficou conhecido como “alfabetização ecológica” – nossa capacidade de compreender os princípios básicos de ecologia e a viver de acordo com eles.

É provável, até mesmo, que a concepção de desenvolvimento sustentável possa ser uma nova forma de perpetuar as condições de mercado e da propulsão do capitalismo. Mas, mesmo diante das pretensões, esse conceito tem sido uma interface fundamental nas reestruturações dos modelos de produção, consumo e no comportamento sócio-ambiental. As empresas têm o absorvido e, de alguma forma, iniciando o processo de redução de impactos ambientais em suas atividades.

2.2 As mudanças nas empresas com a questão ambiental

O processo de desenvolvimento econômico sob a égide do capitalismo, nasce com a crise do sistema de produção feudal baseado nas relações de produção servis. Para Marx, a decomposição da sociedade feudal, a partir do século XIV, liberou elementos para a formação da sociedade capitalista, através do processo de “acumulação primitiva”¹. O resultado histórico desse processo foi a sobrepujança da economia de mercado sobre qualquer outra forma de economia, estruturando o capitalismo que, a partir da Revolução Industrial, no século XVIII, intensificou seu processo de auto-expansão com contínua transformação nos métodos de produção.

¹ Processo de acumulação anterior à acumulação capitalista que deu origem ao sistema capitalismo. Marx (1996, p. 830) descreve como “[...] processo que retira ao trabalhador a propriedade de seus meios de trabalho, um processo que transforma em capital os meios sociais de subsistência e os de produção converte em assalariados os produtores diretos. A acumulação primitiva é apenas o processo histórico que dissocia o trabalhador dos meios de produção”.

As intensas transformações dinâmicas nos seus métodos de produção geraram modificações nas relações econômicas e sociais que solaparam conseqüências ambientais.

O processo de urbanização e o uso intensivo dos recursos naturais intensificaram-se concomitantemente à instalação e funcionamento das fábricas. Os países europeus, que iam se industrializando sem uma legislação que pudesse limitar os impactos das transformações sobre a população e também sobre o ambiente, passaram a conviver a partir de meados do século XVIII, entre outros fenômenos, com o aumento da poluição de rios por resíduos industriais e domiciliares, com a crescente devastação de matas e florestas para a produção de carvão vegetal, com alterações na estrutura do solo devidas à agricultura intensiva e da mineração e com a deterioração, de uma maneira geral, da qualidade de vida de uma parcela importante da população, principalmente do proletariado urbano que estava submetido a péssimas condições de vida e de trabalho (DUARTE FILHO, 2002, p.2).

Para o autor, a busca incessante por riqueza, principalmente, nos primórdios da industrialização, obscurecia problemas de maiores dimensões que poderiam ser gerados por novas formas de produção. A exploração humana dos recursos naturais ignorou a ecologia por muito tempo, intensificando a destruição de biótipos e da diversidade das comunidades de seres vivos, o que criou rupturas do ciclo de matéria e perturbação profunda do fluxo da energia nos ecossistemas.

Giuliani (1999, p. 9) evidencia que: “a questão ecológica mostra a incapacidade de um sistema social de produção e consumo de manter suas formas e ritmos de crescimento sem acabar destruindo as próprias condições de sua reprodução”. Para o autor, “a organização social e econômica” é responsável pela devastação social, ou seja, o empobrecimento do homem; a “organização técnico-produtiva”, a indústria é responsável pela devastação da natureza e; “a ideologia capitalista” é responsável pelo aniquilamento de qualquer forma de pensamento crítico e criativo. O tipo de relação da economia de mercado com vista na competitividade e no lucro traz problemas conseqüentes de pobreza e outras formas de desigualdades sociais. A indústria, seja no socialismo, seja no capitalismo, é instrumento da economia de mercado, pressuposto para realização do lucro e degrada o meio ambiente.

A ideologia capitalista não aniquilou o pensamento crítico e criativo na expansão do capitalismo, pois as externalidades geradas pelo seu desenvolvimento foram capazes de mobilizar os indivíduos e, por conseguinte, a sociedade diante da questão ambiental, mesmo que não tenha sido suficiente para resolver os problemas e conscientizar plenamente todos os indivíduos. A repercussão desse movimento foi o que deu origem às mudanças nas bases conceituais e práticas do desenvolvimento econômico que passou a incorporar as premissas

do desenvolvimento sustentável e, portanto, está mudando a própria forma de desenvolvimento do capitalismo com inserção da questão ambiental e também da responsabilidade social.

A aceitação da dimensão ambiental, pressionada pela expansão da consciência sobre esse limite material e as ações sociais convergentes de mudanças de atitude quanto à natureza, geraram o paradigma de se produzir mais com menos recursos, respeitando o meio ambiente. E, assim, as empresas, por pressões da sociedade civil e legislação ambiental, incorporam, inicialmente, a variável ambiental como sinônimo de custo e despesa. Entretanto, essa variável assume papel estratégico fundamental para manutenção e expansão de mercados, mudando o seu sentido original de custo ao sistema produtivo.

Não existe um fator crítico isolado determinante da incorporação da variável ambiental nos negócios. O processo adveio da mobilização de indivíduos de forma isolada, sociedade civil organizada, governo e comunidade empresarial. Dependeu e depende de um conjunto articulado de fatos históricos importantes formadores de consciência social e atitude empresarial no âmbito de tomada de decisões ambientalmente corretas, socialmente justas e, outrossim, lucrativas. A incorporação da variável ambiental nos negócios cresce, principalmente, com a concretização do paradigma de desenvolvimento sustentável a partir de sua definição em Bruntland, 1987. A incorporação de medidas a serem tomadas pelos Estados Nacionais evidencia, de forma mais realista, preocupações tanto com o crescimento econômico quanto com a natureza, intensificando, em nível global, as premissas de produção limpa. A valorização de bens ambientais, demarcada por uma demanda social mais consciente sobre as questões ambientais caracteriza um novo cenário que cria novos mercados para produtos, ambientalmente, sustentáveis.

A co-responsabilidade empresarial sobre as questões ambientais não se configura de forma simples, pois, no curto prazo, os custos empresariais se elevam, devido, substancialmente, às tecnologias serem mais caras, o que reduz a competitividade e amplia os riscos de mercado para as empresas entrantes. Entretanto, a demanda global no longo prazo, tende a generalizar o padrão competitivo, tornando os custos empresariais, relativamente, equiparados. Numa estrutura de mercado monopolista, não seria vantajoso o investimento inicial, entretanto as exigências da demanda por produtos sustentáveis e as pressões da legislação ambiental alavancariam investimentos. No mercado competitivo, as empresas não teriam estrutura para investir antes da generalização da tecnologia ambiental com redução de

custos. No oligopólio, haveria um cenário positivo, na medida em que as empresas buscariam diferenciação de produtos, incorporando o meio ambiente, como forma de expansão e conquista de novos mercados. A variável ambiental nas empresas, surge como uma forma estratégica para manutenção e perpetuação no mercado devido a exigências sociais que se reverteram em pressões de demanda.

A demanda ambiental das empresas no viés do movimento de conscientização social, impulsionada por alguns precursores, revela a não existência de um ecossistema de recursos ilimitados. Da mesma maneira, revela que as condições em que as empresas agem, na atualidade, não se limitam na gestão eficaz de variáveis ambientais.

O jornal “Financial Times” apresentou uma pesquisa em que os bens intangíveis como marca, reputação, capacidade de estabelecer parcerias e diálogos com os diferentes grupos sociais, definem, atualmente, de 75% e 90% do valor de uma empresa. Terrenos, máquinas e prédios correspondem a, no máximo, 25% do total. Diante das crescentes demandas sociais quanto ao cumprimento de legislação ambiental e dos direitos do consumidor, as empresas tornam-se cada vez mais pressionadas pela sociedade, correndo riscos no mercado. Para que a dimensão econômica seja administrada, simultaneamente, com as demandas sociais e ambientais dentro da noção de responsabilidade corporativa ampla, o primeiro passo é compreender e aceitar que a “Licença para Operar” há muito não é dada apenas pelas exigências governamentais, mas sim pelos consumidores e pela sociedade em geral (ALMEIDA, 2003a).

A atuação empresarial na atualidade é regida por um âmbito complexo e suas responsabilidades ampliaram-se muito nos últimos tempos. Para Backer (2002, p. 17), “os modelos nos quais baseiam-se os métodos e ferramentas de gestão e de planificação de empresa são mal adaptados à aceitação da responsabilidade em relação ao meio ambiente, que é, a partir de agora, da alçada de todo empresário”. As empresas ampliaram seus campos de atuação. Destinadas a resolver, no passado, apenas os problemas microeconômicos fundamentais de o que produzir, como produzir e para quem produzir, seus maiores desafios, na atualidade, são conciliar o desenvolvimento com a manutenção da qualidade ambiental, ou seja, adequar os instrumentos econômicos, historicamente degradantes do meio ambiente, em fatores adaptados à qualidade ambiental, conciliadores de melhoria na qualidade de vida no presente e no futuro. Nesse caso, a questão social assume, também, papel importante na composição da responsabilidade empresarial.

Donaire (1999) apresenta um esquema com as mudanças no ambiente dos negócios, comparando a visão tradicional da empresa com uma visão mais moderna e atualizada. O autor cita o esquema, descrito por Buchholz e outros, destacando a empresa tradicional dentro de uma concepção, meramente econômica, em que as mesmas buscam a maximização dos lucros e minimização dos custos e pouco além disso. Os aspectos políticos e sociais que influenciam os negócios não são considerados significativos e decisões internas das empresas não levam em consideração as repercussões sócio-políticas. É um esquema requisitado por setores empresariais conservadores e as leis e regulamentações emanadas pelo poder público dão apenas sustentação aos seus objetivos econômicos ou, no mínimo, não criam entraves.

Na visão moderna da empresa, o ambiente de negócios é muito mais complexo. A empresa é vista como instituição sócio-política e não há uma delimitação nítida de quais seriam suas verdadeiras responsabilidades sociais, portanto, o ambiente dos negócios é mais imprevisível e mutável. As decisões internas têm influências externas e as considerações de caráter social e político somam-se às considerações econômicas. Preocupações ecológicas, de segurança, defesa do consumidor, de qualidade dos produtos, de qualidade de vida, de ética empresarial, dentre outras, são incorporados aos procedimentos operacionais e administrativos das atuais empresas. É um ambiente que afeta todas as empresas, mesmo as que atuam no mercado doméstico devido à externalização da concorrência em nível internacional. Essas mudanças advieram dos novos conceitos sociais comuns em 1960 e 1970, que foram reformulados e estão presentes hoje, seja pela atuação da imprensa, da sociedade civil, seja dos governos que emanam novas leis e regulamentações oriundas daqueles conceitos.

As mudanças nas empresas ocorrem do ambiente meramente econômico para um âmbito social mais amplo que considera outras dimensões importantes, tanto para os empresários como para a sociedade, fundamentada em alterações no sistema social de produção que elevem a qualidade de vida de toda a sociedade. Nesse contexto, a questão ecológica torna-se uma variável significativa na determinação do caráter sócio-político das empresas uma vez que somam resultados econômicos favoráveis, além de gerar benefícios no ambiente social, transformando os negócios num espaço estrategicamente rentável que exigem cada vez mais procedimentos administrativos e operacionais, ecologicamente, corretos.

Apoiando-se na corrente de pensamento que defende a conciliação entre desenvolvimento econômico e meio ambiente, a estruturação da questão ambiental surge como uma nova face da realidade capitalista, uma reforma necessária para a perpetuação das condições de mercado que, de certa forma, promove melhorias nas condições sociais e no capitalismo. Mesmo surgindo com focos ativistas de uma ética e respeito à natureza numa vertente conservacionista, a questão ambiental se estrutura não como padrões de natureza com respeito e ética enraizados na cultura social, mas sim como uma forma de perpetuação das condições de mercado, diante da limitada capacidade de abastecimento do planeta Terra.

A questão econômica básica de que a acumulação de capital associada ao incremento tecnológico reduziria a absorção marginal de mão-de-obra e, portanto, criaria uma situação de insuficiência de demanda e declínio do capitalismo, é atenuada na medida em que as empresas empenham-se em ações que promovem benefícios sociais, repartem lucros com empregados e fazem gastos com o meio ambiente. Esses processos ampliam o efeito dinâmico da economia, elevando a demanda, a renda e o emprego. Portanto, é uma forma de distribuição de capital que tende a tornar o capitalismo menos injusto, trazendo melhorias na qualidade de vida das pessoas.

Entretanto, a generalização dessas mudanças é complexa e difícil. A conscientização plena sobre as questões ambientais e sociais nos vários organismos humanos é lenta e os padrões de exigências da sociedade por melhorias ambientais nos setores econômicos tradicionais não trazem resultados imediatos. Cresce a consciência que não se pode ter um bom desempenho econômico numa sociedade injusta. Entretanto, exige-se, ainda, longo período para que se reverta a heterogeneidade das empresas quanto ao meio ambiente e amplie a responsabilidade social, o que dificulta uma transição mais rápida para uma sociedade com preferências sustentáveis.

Atingir níveis superiores de sustentabilidade requer que as empresas atuem numa estrutura social e econômica sólida com uma previsão estável de sua conjuntura. Com o processo de globalização intensificado, aumenta o grau de incerteza e as expectativas quanto ao cenário econômico tornam-se cada vez mais complexas, exigindo das empresas grande dinamismo para conviver com ampla gama de informações importantes nas tomadas de decisões. O cenário atual requer que as empresas tenham dinamismo e eficiência em sua gestão, atuando no âmbito das dimensões econômica, ambiental, política, social e cultural. E, nesse caso, as empresas devem dispor de uma eficaz combinação entre ciência, tecnologia e

administração racional dos recursos. A contribuição para ações sociais e ambientais minoradoras das iniquidades sociais e ambientais despertam para uma tendência multidimensional que apresenta resultado direto no desenvolvimento dos mercados.

A tecnologia ambiental, legislação ambiental, produtos menos agressivos ao meio ambiente, responsabilidade social são questões presentes no atual contexto das tomadas de decisões empresariais. Entendê-las, não como limite e sim como vetor do desenvolvimento é importante no sentido de promover a saúde em nível global, qualidade da vida das pessoas, produção limpa, dentre outros fatores, estabelecendo as premissas do desenvolvimento sustentável. Não se pode generalizar que as condições de adequação ambiental abrangem todos os mercados na economia global nem que a gestão adequada do meio ambiente sobreponha as demais formas de gestão, entretanto é certo que o meio ambiente incorporou-se na agenda social e está presente na esfera do governo, sociedade civil e empresas. Estas, com uma nova roupagem, advinda de várias mudanças ocorridas tanto no âmbito social, organizacional, econômico e ambiental, têm responsabilidades muito maiores e importantes na sociedade.

O conceito de eco-eficiência é uma vertente prática importante para apoiar as tomadas de decisões nas empresas que absorvem a questão ambiental. É possível perceber que as medidas de contenção de problemas ambientais e racionalização sobre os recursos podem garantir a continuidade, economicamente lucrativa, de uma empresa. O capítulo seguinte trata do conceito de eco-eficiência.

3 ECO-EFICIÊNCIA

Na disposição da economia mundial, tanto em estruturas desenvolvidas quanto em subdesenvolvidas, os modelos de desenvolvimento massificaram ideologias prevalecentes de consumo em larga escala que absorveram e absorvem grandes quantidades de energias e exigem amplas somas de capitais. Ultrapassaram os limites culturais e da estrutura econômica e social das nações e forçaram o uso de tecnologias caras, sofisticadas e poluidoras que criam problemas gigantescos de soluções difíceis e dependentes. Resolver esses problemas requer complexidade e não é tarefa fácil, entretanto a herança do movimento ambientalista trouxe subsídios e experiências oportunas capazes de atenuar as conseqüências críticas do modelo de desenvolvimento. A eco-eficiência é um conceito que revela a propulsão do desenvolvimento sustentável.

Em 1991, o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) procurava um conceito que sintetizasse a finalidade dos negócios engajados numa perspectiva de desenvolvimento sustentável. O Conselho criou uma expressão nova chamada “eco-eficiência”. Hoje, esse conceito está disseminado em universidades, empresas, organizações, dentre outros. Tornou-se um instrumento para melhorar o desempenho empresarial despertando, também, atenção por parte dos governos e sociedades.

A eco-eficiência é um conceito atenuador, na vertente ambiental, dos problemas que afetam o modelo de desenvolvimento. Tem fundamental importância para os empresários na medida em que pode, quando incorporado como premissa na empresa, ampliar competitividade ao mesmo tempo em que traz melhorias ambientais e a qualidade de vida para sociedade.

Esse capítulo está dividido em duas partes. Na seção 3.1, verifica-se o conceito de eco-eficiência diante de um contexto histórico. Em 3.2, descrevem-se os indicadores de eco-eficiência.

3.1 Histórico e conceito

A organização social do sistema de produção dependeu e continua dependendo das condições do meio ambiente para o seu desenvolvimento. O ambiente organizacional dos negócios, historicamente, considerou a natureza de maneira passiva, desprezando a possibilidade de seu uso indiscriminado solapar as bases mantenedoras da produção e, portanto, desestruturar todos os sistemas produtivos, economias e sociedades.

Os processos produtivos sempre geraram resíduos. As reutilizações desses resíduos existem desde quando a produção de mercadorias se desenvolveu, mas a redução do ciclo de vida dos produtos, com adoção, cada vez mais intensa, de descartáveis em curto período de tempo, associada à generalização de demandas promovidas pela expansão do capital, elevaram o grau de pressão sobre a natureza e ampliaram desperdícios e externalidades negativas ao meio ambiente. Essas questões impulsionaram ações sociais e de governo reativas, impondo às empresas reduzir a demanda sobre os recursos naturais e eliminar emissões de efluentes e resíduos sólidos ou líquidos, danosos ao meio ambiente e a saúde humana, especificamente.

As crises ambientais e mobilizações sociais, conseqüentes, afetaram a conjuntura e estrutura dos negócios, ampliando as responsabilidades das empresas no âmbito social e ambiental. As mudanças na ótica ambiental elevaram as demandas pela racionalização de processos e produtos, criando premissas convergentes entre o meio ambiente e o desenvolvimento de atividades empresariais harmoniosas com mercados ambientalmente racionais.

Entretanto, a adoção da gestão do meio ambiente pelas empresas não se processou de forma generalizada e imediata, pois era barrada 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, segundo Vinha (2003), do custo da tecnologia ambiental ser alto em virtude de não estar nem tão disponível nem tão aperfeiçoado 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 ao meio ambiente. Esse é o modelo de gestão eco-eficiente.

A Eco-eficiência resulta, portanto, de mudanças no comportamento social e, especificamente, empresarial quanto ao trato da natureza. Incorpora-se a tomadas de decisões empresariais como uma variável externa, por pressão da conjuntura social. Entretanto, configurou-se como um modelo de gestão empresarial que transforma, substancialmente, o ambiente dos negócios, na medida em que visa reestruturar as formas de produção das empresas para reduzir externalidades negativas ao meio ambiente e criar processos que utilizem menos recursos para produzir mais bens e serviços qualitativamente superiores. A eco-eficiência também busca conter as bases expansivas dos problemas ambientais gerados pela escala de produção e consumo nas sociedades, pois atingem seu foco principal, as empresas.

Apesar da idéia de que prevenir a poluição e evitar desperdícios traz benefícios financeiros ser antiga, o termo eco-eficiência foi utilizado pela primeira em 1990, pelos investidores Schaltegger e Sturm, na cidade de Basileia. Em 1991, o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) o utilizou pela primeira vez. O livro “Changing Course” (Mudança de Rumo) escrito por Stephan Schmidheiny, empresário suíço fundador do WBCSD, definiu as empresas eco-eficientes como sendo aquelas que criam produtos e serviços mais úteis (com mais valor), reduzindo progressivamente o consumo de recurso e a poluição. De fato, esse termo foi absorvido pelo WBCSD pela necessidade de apresentar uma proposta empresarial de atuação na área ambiental para a Conferência do Rio em 1992. Dois outros livros consolidaram no segmento empresarial a idéia de eco-eficiência, o *Eco-efficiency – The business link to sustainable development* (Eco-eficiência – A ligação do mundo empresarial ao desenvolvimento sustentável) de Livio De Simone e Frank Popoff e, *Signals of Change* (Sinais de Mudanças), o relatório de progresso da Conferência das Nações Unidas “Rio+5”. (WBCSD, 2004b).

Instituindo uma estratégia de administração que une desempenho financeiro e ambiental para criar mais valor com menos impacto ecológico, o termo eco-eficiência foi o melhor encontrado para exprimir eficiência econômica e eficiência ecológica. Em 1993, no primeiro *workshop* sobre eco-eficiência, alargado a diversos grupos de interesses, os participantes acordaram

[...] eco-efficiency as being achieved by the delivery of competitively priced goods and services that satisfy human needs and bring quality of life, while progressively reducing ecological impacts and resource intensity throughout the life cycle, to a level at least in line with the Earth's estimated carrying capacity (WBCSD, 2004a, p.9).

Essa definição foi traduzida pelo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS, 2004a): “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”. 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. Para que haja respeito ao limite de capacidade de sustentação da Terra, é necessário que os diversos negócios identifiquem o nível de recursos e a melhor forma de explorá-los ou não, maximizando o uso sustentável.

Ao aliar desempenho econômico com melhorias ambientais, o conceito não cria aversão ao modelo de desenvolvimento econômico e ao processo de acumulação de capital e assim, 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.

Para Almeida (2003b), é raro encontrar a questão ambiental tratada de fato como parte integrante da sustentabilidade, pois esta resulta do equilíbrio entre as dimensões ambiental, econômica e social nos empreendimentos humanos. A atitude de tomar a dimensão ambiental, isoladamente, para o autor, é anacrônica e ultrapassada e resulta numa conduta burocrática que acaba por isolar os “verdes” em guetos, tanto nas empresas quanto nos governos.

Certamente, seguir parâmetros sustentáveis requer grandes esforços no âmbito social, econômico, político, cultural e ambiental. Embora não seja possível atingir sustentabilidade apenas resolvendo problemas ambientais, a eco-eficiência apresenta-se como um significativo avanço nessa área, principalmente, por atuar junto ao empresariado que, historicamente, despertou pouca responsabilidade para com a natureza. Ao estabelecer-se como uma contribuição empresarial para uma sociedade mais sustentável, a eco-eficiência pode ajudar as empresas a crescerem mais qualitativa que quantitativamente, provendo mais serviço, benefício e valor, em lugar de transformar mais materiais em energia e desperdício.

A eco-eficiência tem amplo grau de praticidade, na medida em que seus princípios não congregam estritamente parâmetros ideológicos de uma natureza intocada, pois os empresários não estariam dispostos a aumentar seus riscos no mercado com medidas que não conciliassem o uso racional dos recursos com rentabilidade. A ação direta na avaliação do sistema produtivo das empresas permite analisar os problemas ambientais incorridos pelo seu modo de produção e, portanto, alavancar medidas de aplicação prática de novos fundamentos, redutores da agressão ao meio ambiente e convergente com retorno financeiro. É pouco provável que alguma outra estrutura, que não a empresa, conheça mais a demanda e a pressão sobre os recursos, portanto a sua tomada de decisão para com a redução de desperdício, ao reduzir consumo de materiais e energia, emitir menos poluentes e maximizar uso renovável de recursos, dentre outras medidas, torna-a eco-eficiente, tendendo, assim para o respeito aos limites impostas pela natureza.

Não existe uma regra fechada para tornar uma empresa eco-eficiente. A sociedade e os empresários construíram práticas e acumularam experiências que direcionam medidas amenizadoras e/ou que eliminam geração de problemas ambientais e, por conseguinte, trazem melhorias econômicas. Cada empreendimento tem suas especificidades quanto ao grau de agressão à natureza, por isso, as ações eco-eficientes dependem de cada estrutura na qual a empresa se insere. Da mesma forma, a trajetória direcionada a práticas eco-eficientes é lenta e se implanta, de maneira diversa em diferentes empresas e setores, apesar de ser relevante qualquer que seja o setor ou empresa independente de suas dimensões. Na busca de quantificação da eco-eficiência, o WBCSD desenvolveu uma lista de indicadores de valor e ambientais de aplicação genérica e uma forma de expressar o desempenho pela razão desses indicadores. Reuniu, portanto, orientações práticas para as empresas sobre como implantar a eco-eficiência, apresentando instrumentos de medição da eco-eficiência e comunicando

desempenho. Os resultados desse trabalho foram publicados no Relatório *Measuring Eco-efficiency* (Medir a Eco-eficiência), em junho de 2000.

As incorporações de princípios eficientes nas empresas, não se estabelecem, necessariamente, como custos que alargam despesas e oneram os processos produtivos, mesmo medidas sem gastos significativos podem promover melhoria ambiental e, embora a maioria necessite de gastos de maior amplitude, no curto prazo, podem funcionar como um investimento de curto tempo de retorno e com alta taxa de lucratividade, pois reajustam os sistemas produtivos, tornando-os mais econômicos e produtivos. Ademais, melhora a imagem das empresas perante a sociedade, ampliando o nicho de mercado de produtos e serviços, ambientalmente, saudáveis.

Um passo importante para a busca da ecoeficiência na empresa é a implantação de um sistema de gestão ambiental, que através da criação de uma política ambiental gera benefícios econômicos, na medida em que racionaliza a produção e elimina desperdícios. Além de vantagens econômicas diretas, a busca da ecoeficiência acaba gerando também benefícios junto à opinião pública, aos consumidores e também às autoridades governamentais, segmentos da sociedade cada vez mais sensíveis aos esforços empresariais em prol da conservação ambiental (VEIGA, 2004).

É uma estratégia essencial para as empresas terem produção limpa e padrões de competitividade capazes de mantê-la no mercado. Processos eco-eficientes reduzem custos e preços relativos, aumentando vantagens mercadológicas, por isso a eco-eficiência cria maior potencial competitivo e expectativas positivas de demandas, principalmente, em setores e empresas vetores de problemas ambientais. A eco-eficiência exige das empresas uma gestão ambiental preventiva que avalie as etapas de produção e consumos dos produtos. A ação preventiva evita gastos maiores com medidas postergadas, além do que, evita desgastes diante do mercado que podem abalar a confiança no negócio. Vai além da redução da poluição e uso de recursos, cria um valor próprio que dá suporte e expansão de mercado.

Almeida (2002, p. 101) destaca que a eco-eficiência é “uma filosofia de gestão empresarial que incorpora a gestão ambiental”, uma forma de responsabilidade ambiental que estimula qualquer empresa, independente do porte ou localização a se tornarem competitivas, inovadoras e, ambientalmente, responsáveis.

Os sete elementos da eco-eficiência são:

- ✓ redução do consumo de materiais com bens e serviços;
- ✓ redução do consumo de energia com bens e serviços;
- ✓ redução da emissão de substâncias tóxicas;
- ✓ intensificação da reciclagem de materiais;
- ✓ maximização do uso sustentável de recursos renováveis;
- ✓ prolongamento da durabilidade dos produtos;
- ✓ agregação de valor aos bens e serviços (ALMEIDA, 2002, p.103).

O WBCSD (2004b, p. 15) destaca que estes elementos podem ser vistos como correlacionados com três objetivos alargados:

- 1. redução do consumo de recursos:**
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.
- 2. redução do impacto na natureza:**
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.
- 3. aumentar o valor do produto ou serviço:**
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 facto, 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 ficam do lado do fornecedor de serviços.

Concretizar esses elementos em processos dinâmicos nas empresas incorre em dificuldades que inspiram determinação e empenho do empresariado e da sociedade. Aquele 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. E a sociedade deve utilizar as suas diversas instituições na promoção da eco-eficiência, assim como punir empresas não eficientes quanto à questão ambiental.

O WBCSD recomenda instrumentos que as empresas devem aplicar para tornarem-se eco-eficientes, Almeida (2002) cita-os:

- ✓ sistema de gestão ambiental;
- ✓ certificação ambiental;
- ✓ análise do ciclo de vida;
- ✓ processos de produção mais limpa.

De acordo com Vilhena e Politi (2000, p. 8), um sistema de gestão ambiental é

[...] um conjunto de procedimentos que irão ajudar a empresa a entender, controlar e diminuir os impactos ambientais de suas atividades, produtos e/ou serviços. Está baseada no cumprimento da legislação ambiental vigente e na melhoria contínua do desempenho ambiental da empresa, isto é, não basta estar dentro da lei, mas deve haver também, uma clara decisão de melhorar cada vez mais o seu desempenho com relação ao meio ambiente.

O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) deve ter certificação, ou seja, um acompanhamento por organismo credenciado de controle. Este surgiu pela crescente demanda do mercado e não confiança dos padrões de qualidade emitido, exclusivamente, pelas empresas. Localizada na Suíça, a organização não-governamental International Standardization Organization (ISO) foi criada em 1947 para emitir a certificação voluntária e sua função é facilitar o intercâmbio eficiente de mercadorias e serviços, através da formulação e credenciamento de séries de normas, das quais a mais conhecida é a série 9000, destinada a certificar a qualidade geral de produtos e serviços.

O sistema de certificação ambiental mais geral na área ambiental é a série de normas da ISO 14000, criada em 1993 para padronizar procedimentos e ou ações em nível de gestão de qualidade ambiental em empresas por todo o planeta. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão que representa o Brasil na ISO. É importante destacar que a certificação ambiental incorre em custos, além de exigir certos padrões estruturais mínimos necessários nas empresas a serem implantadas a certificações, o que de certa forma dificulta a generalização dos processos de certificação ambiental, principalmente nas pequenas e médias empresas.

A análise do ciclo de vida dos produtos nasceu em 1980, na Europa, por pressão de ambientalistas que consideravam necessários cuidados ambientais não apenas na produção, mas também, nas etapas de consumo dos produtos. A análise do ciclo de vida é uma técnica para avaliação de impactos ambientais de um produto desde sua origem como matéria-prima até os resíduos finais resultantes de seu consumo.

A *Cleaner Production* ou Produção Mais Limpa são ajustes nos processos que permitam a redução de emissões e geração de resíduos. Pode dar-se através de pequenos ajustes ou implementação de novas tecnologias que melhoram a situação econômica da empresa na medida que reduzem impactos ambientais, permitem uso mais racional de matérias primas, melhoram a imagem do negócio e ainda trazem outras vantagens internas e

externas para as empresas. Pela definição do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a Produção Mais Limpa exige a melhoria contínua dos processos industriais, produtos e serviços, cuja realização, nas empresas, implicam em: 1. melhoria de sua situação econômica; 2. redução de impactos ambientais; 3. uso mais racional de matérias-primas e energia; 4. prioridade para programas de redução, reutilização e reciclagem de resíduos industriais; 5. redução do risco de acidentes; 6. diálogo permanente com as partes interessadas (CEMPRE, 2004).

Para que uma empresa torne-se eco-eficiente, não necessariamente, ela deve aderir a um Sistema de Gestão Ambiental, pois ela pode incorporar medidas práticas, por si só, que desenvolvam a eco-eficiência. Ressalva-se, entretanto que o Sistema dinamiza a gestão ambiental de forma sistematizada e eficiente, mas nem todas as empresas podem, ainda implementá-lo. De qualquer forma, as práticas eco-eficientes trazem vantagens. O CEBDS (2004b), apresenta algumas dessas vantagens:

- redução de custos devido a otimização do uso de recursos e da redução de capital destinado a infra-estrutura;
- minimizar o dano ambiental reduz riscos e responsabilidades derivadas;
- condições ótimas de segurança e saúde ocupacional;
- maior eficiência e competitividade, favorece a inovação;
- melhoria da imagem e aumento da confiança das partes interessadas;
- melhor relacionamento com os órgãos ambientais, com a comunidade do retorno e a mídia.

O conceito de eco-eficiência vem sendo adotado por empresas do mundo inteiro e atualmente, tornou-se uma estratégia empresarial indispensável seja qual for o setor ou empresa, consagra de forma irreversível, simultaneamente, aumento de eficiência, redução de poluição e melhora de rentabilidade, assegurando que sistemas de produção, produtos e serviços comprometam-se com uma performance econômica e ambientalmente corretas. A empresa que busca a eco-eficiência passa a adotar condutas efetivas que minimizam o consumo de matérias-primas e energia; reduzem a produção de resíduos e a toxicidade de produtos, ampliando sua vida útil e qualidade; aumenta o uso de matéria reciclada e de recursos renováveis, dentre outras.

O conhecimento de riscos e oportunidades concernentes ao meio ambiente eleva as chances de ações efetivas que promovam sucesso na busca da eco-eficiência, logo é essencial o entendimento e análise da cadeia produtiva de modo que a implementação da gestão

ambiental promova a superação dos problemas em cada elo da cadeia e desenvolva os potenciais benefícios, melhorando todo o processo produtivo.

As práticas eco-eficientes tendem a desenvolver maior cooperativismo intra e inter setorial, pois as medidas de gestão ambiental requerem compartilhamento de informação e parcerias dentro da cadeia produtiva dos produtos de maneira que haja resultado satisfatório em todos os elos, ou seja, deve haver qualidade ambiental desde a matéria-prima ao consumo dos produtos no mercado, pois negligência, em algumas das etapas, pode comprometer todo o processo de eco-eficiência.

Nem a sociedade pode suportar as dimensões da agressão ambiental impostas pelos sistemas produtivos nem as empresas podem resistir às demandas de mercado por inovações eco-eficientes, pois estas se tornaram responsáveis pela sobrevivência estratégica de qualquer negócio, um instrumento competitivo que promove, conseqüentemente, a saúde humana e dos ecossistemas de forma geral.

A dimensão ambiental é ampla e requer uma vasta gama de informações e variáveis que possam subsidiar análises e ações eco-eficientes. Atuações em determinada variável ambiental podem não apresentar o mesmo resultado, caso fosse em outra, ou haveria resultado satisfatório se houvesse o investimento em ambas variáveis. Sendo uma dimensão complexa, o meio ambiente requer extensa avaliação que pode incorrer em altos custos, gerando problemas na redução de impactos ambientais.

Uma das dificuldades referente à eco-eficiência está no fato da não homogeneização de parâmetros, ou seja, por cada empresa ou setor dispor de suas próprias peculiaridades como tamanho, grau de agressão ao meio ambiente, estrutura de mercado, dentre outros, surgem dificuldades na construção de um método geral que permita avaliar e resolver os problemas ambientais de qualquer setor ou empresa. Um outro fator relevante é o fato da eco-eficiência exigir um processo contínuo e, portanto, perpetuidade das medidas tomadas, através de empenho constante na busca de melhorias ambientais.

Destacou-se, nesse estudo, que a eco-eficiência é um processo de construção do desenvolvimento sustentável e como este não está, plenamente, estabelecido na sociedade, seus princípios são alvo de várias críticas e indefinições que se revelam em divergência entre os diversos atores sociais. Além do que é um conceito amplo que, de certa maneira, incorpora

as dimensões social e natural. Uma estratégia eco-eficiente, por si só, não abarca todas as dimensões necessárias ao desenvolvimento sustentável e, portanto, não seria capaz de promovê-lo de forma coerente e consistente. Na Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em 2002, Rio + 10, ocorrida em Joahanesburgo, o setor empresarial definiu sua ação de conduta não apenas no campo da eco-eficiência, incorporou também a responsabilidade social corporativa, tornando esses os dois pilares básicos do desenvolvimento sustentável no mundo empresarial.

Para Vinha (2003, p. 187), enquanto a eco-eficiência “significa a reorientação do padrão de produção no aspecto estritamente tecnológico, e a direção dos investimentos exclusivamente sinalizada para o mercado”, o desenvolvimento sustentável “representa a incorporação de aspirações sociais muito mais abrangentes, que passam tanto pela transformação profunda do processo de produção industrial quanto por mudanças institucionais negociadas entre os atores”. Mas, mesmo que, de forma indireta, práticas eco-eficientes trazem melhorias sociais, visto que a racionalização de processos melhora a saúde humana, conquanto não sejam suficientes. Por isso a responsabilidade social foi associada ao desenvolvimento sustentável, marcando uma nova fase na trajetória empresarial.

O conceito de desenvolvimento sustentável é oportuno no sentido de iniciar a retomada de uma concepção antiga na teoria econômica de que o investimento de longo prazo é mais sadio, pois a realidade da economia mundial vem se estabelecendo cada vez mais com grande movimento de capitais de curto prazo na busca de lucros financeiros. O princípio de perpetuação, continuidade, satisfação de necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades, gera conduta de ações empresariais de longo prazo e decisões de investimento produtivo.

Atingir metas ambientais, entretanto, exige além de continuidade temporal de práticas efetivas na área do meio ambiente, maturação no longo prazo. Portanto, a eco-eficiência requer investimentos de longo prazo, não obstante traga resultados de curto prazo. Os maiores problemas inerentes à tomada de decisões eco-eficientes de longo prazo, é que, muitas vezes, a conjuntura econômica de curto prazo exige mudanças não associadas às medidas ambientais tomadas para o longo prazo, deturpando o processo contínuo de mudanças a ser perseguido.

Muitas das economias subdesenvolvidas ainda buscam concretizar seus objetivos econômicos com métodos de produção atrasados e grande parte das empresas e a própria sociedade não tem plena convicção da importância ambiental. Nas economias desenvolvidas, grandes processos produtivos poluidores perduram por influência política e não pela incapacidade de reversão para processos com novas tecnologias. Então, as diversas estruturas sociais e de empresas requerem ainda longo período para estabelecer de maneira plena o primado da eco-eficiência.

As principais críticas a eco-eficiência sistematizadas pelo WBCSD são:

- o aumento relativo da eco-eficiência não é o suficiente, exige-se corte radical de recursos;
- alguns preferem chamar de eco-eficácia em vez de eco-eficiência, destacando a importância da inovação;
- usar menos recurso por produto falha na criação da sustentabilidade, se o número de unidade de produto continuar a crescer mais depressa do que o ganho produtividade de recursos;
- o incremento de melhorias na eficiência distraem a atenção da necessidade de inovação para atingir melhorias verdadeiras e mudanças de comportamento;
- a eco-eficiência não funciona em economias pobres, porque prevenir poluição é, demasiadamente, caro e requer obrigação legal e ajuda financeira substancial.

Apesar das críticas, muitas empresas têm alcançado sucesso no empreendimento de ações eco-eficientes. Um caso apresentado por Vilhena e Politi (2000) mostra que a Companhia de Bebidas das Américas (AMBEV) vem investindo na implementação de uma política de gestão ambiental, voltada para produção sem agressão ao ecossistema e valorização da consciência ambiental entre seus funcionários, consumidores e fornecedores.

Entre 1995 e 2000, apenas na Brahma os investimentos ambientais alcançaram a cifra de US\$ 36 milhões em estações de tratamento de despejos industriais e em melhorias e adequações ambientais e projetos, tais como reaproveitamento de subprodutos. As 41 estações de tratamento de efluentes industriais da Companhia têm capacidade para tratar 230 mil m³ de esgoto por dia, o equivalente ao saneamento básico de uma população de 5 milhões de habitantes. Os subprodutos como o bagaço de malte, são utilizados na dieta de gado leiteiro e

na piscicultura. O bagaço gerado é suficiente para alimentar 720 mil cabeças de gado que produzem cerca de 7 milhões de litros de leite por dia. A polpa dos rótulos das garrafas é utilizada na produção de papelão e as garrafas danificadas retornam para serem reaproveitadas.

Estas e outras ações da AMBEV têm trazido bons resultados para a empresa. Os resíduos sólidos já têm reaproveitamento na ordem de 94%, representando cerca de 2,3 milhões de toneladas por ano. Espera-se a redução de 9 milhões de m³/ano de redução no uso de recursos hídricos. A redução no peso das embalagens vem trazendo uma economia de 10 000,00 ton/ano de vidro (equivalente a 42 milhões de garrafas), 600 ton de PET (equivalente a 14 milhões de garrafas de refrigerante) e 1 800,00 ton de alumínio (equivalente a 12 milhões de latinhas). Já existem sete fábricas com certificação pela ISO 14 000.

A literatura internacional costumava apresentar uma correlação negativa entre desempenho ambiental e econômico, considerando que investir na contenção de problemas ambientais, significava ampliar custos e onerar o processo produtivo. Atualmente, vários estudos provam que empresas as quais têm condutas ambientalmente saudáveis, independente do tipo, setor ou dimensão, apresentam bom desempenho econômico. Os resultados práticos de medidas ambientais saudáveis assumem importância tanto para as empresas quanto para a sociedade.

Contudo, algumas questões importantes quanto ao conceito de eco-eficiência devem ser ressaltadas:

1. é recente e, portanto, não tem base metodológica consolidada. Não há um modelo fechado para análise de eco-eficiência, está, ainda, em construção, sujeito à apreciação empresarial e social. Além disso, o conceito incorpora o meio ambiente, uma dimensão que dispõe de difícil e complexa base investigativa;
2. o conceito não incorpora a responsabilidade social corporativa e, portanto, não atende ao pilar básico do desenvolvimento sustentável na ótica empresarial. Atualmente, a responsabilidade social corporativa tem sido o fator chave que associado à eco-eficiência, promove o desenvolvimento sustentável no âmbito da empresa;

3. a busca pela politização do conceito de eco-eficiência visa a homogeneização dos padrões de competitividade entre as economias. Como as economias têm estruturas diferentes, o conceito disseminado no campo político, gera legislações que punem as empresas através de multas por infrações ambientais, ampliando custos no curto prazo e maior pressão sobre empresas e economias mais fragilizadas;
4. é um conceito temporal e requer constante esforço e recursos para que sejam mantidos os desempenhos de indicadores eco-eficientes ao longo do tempo.

Existem vários desafios a serem superados na promoção de conceitos e procedimentos práticos que desenvolvam a eco-eficiência. Um desses desafios é a ampliação de conceitos de indicadores que sirvam de mensuração e sua disseminação ao longo da cadeia produtiva de cada produto para que haja uma integração das medidas de eco-eficiência em todo o processo produtivo e não apenas em alguns dos elos da cadeia. Apesar das dificuldades na obtenção de informações e na consecução de metodologias adequadas, alguns indicadores desenvolvidos apresentam importância na avaliação da eco-eficiência.

3.2 Indicadores de eco-eficiência

Em se tratando de um modelo que busca sustentabilidade ambiental e econômica, na promoção do desenvolvimento sustentável, depara-se com restrições na quantificação de parâmetros que o construa, pois esse é, ainda, um desafio para as sociedades. Para Almeida (2002), tanto no Brasil quanto no exterior, a sistematização de conceitos e rotinas na especificação e estimação de parâmetros que traduzam o grau de desenvolvimento sustentável, ainda não foram estabelecidos. É um processo em andamento que envolve em todo o mundo, empresas, instituições acadêmicas e organizações não-governamentais. Um dos mais consistentes esforços é do Global Reporting Initiative (GRI), um esforço internacional, iniciado em 1997, pela Coalition for Environmentally Responsible Economies (CERES), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e diversos *stakeholders*² para

² *Stakeholder* - termo em inglês amplamente utilizado para designar as **partes interessadas**, ou seja, qualquer indivíduo ou grupo que possa afetar o negócio, por meio de suas opiniões ou ações, ou ser por ele afetado: público interno, fornecedores, consumidores, comunidade, governo, acionistas, etc. Há uma tendência cada

desenvolver e institucionalizar diretrizes e padrões para os relatórios de desempenho ambiental, econômico e social. Participam empresas, ONGs, firmas de consultorias e associações empresariais.

A GRI abrange três dimensões de sustentabilidade citadas em Almeida (2002, p. 153):

econômica – Inclui informações financeiras, mas não apenas isso. Inclui salários e benefícios, produtividade dos trabalhadores, criação de empregos, despesas com pesquisa e desenvolvimento, despesas com terceirização e investimentos em recursos humanos, entre outros;

ambiental – Inclui, por exemplo, os impactos de processos, produtos e serviços sobre o ar, a água, o solo, a biodiversidade e a saúde humana;

social – Inclui, entre outros, dados sobre segurança do trabalho e saúde do trabalhador, direitos trabalhistas, rotatividade da mão-de-obra, direitos humanos e salários e condições de trabalho nas operações terceirizadas.

Estabelecer um entendimento significativo da complexa realidade social é, substancialmente, difícil e requer abstração teórica e complicadas metodologias. Quando se trata de meio ambiente, o grau de compreensão pode tornar-se ainda mais difícil. Entender, avaliar e mensurar o meio ambiente é amplamente caro, moroso e complicado. As diretrizes da GRI são formuladas para ajudar as empresas e organizações a produzirem relatórios de sustentabilidade consistentes, confiáveis e comparáveis, tanto com indicadores absolutos, quanto relativos.

Um dos meios para se mensurar o desenvolvimento sustentável é o cálculo da área biologicamente produtiva necessária para produzir os recursos utilizados e absorver os dejetos gerados por uma determinada população. Isso pode ser feito por um índice que reflete essa estimativa a “Pegada Ecológica” que converte os fluxos dos materiais apropriados por uma determinada população, em área de terra ou água (em hectares), requeridos para a produção ou assimilação desses materiais. O Índice do Processo de Sustentabilidade (SPI) também faz essa estimativa através do balanço entre o fluxo de energia e materiais para produzir bens e serviços e os recursos naturais apropriados para este fim.

vez maior em se considerar *stakeholder* quem se julgue como tal, e em cada situação a empresa deve procurar fazer um mapeamento dos *stakeholders* envolvidos.

Diante da realidade empresarial, os indicadores de desenvolvimento sustentável ampliaram sua base analítica com a inserção da variável social através do advento da responsabilidade social corporativa, constituindo-se, portanto, em indicadores mais amplos que os de eco-eficiência que incluem apenas as dimensões econômica e ambiental. A Comissão de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (CDS-ONU) publicou o documento “Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Estrutura e Metodologia” que apresentou 134 indicadores econômicos, sociais e ambientais, reduzidos a 57 indicadores, em 1999. O IBGE, a partir de 2002, passou a publicar indicadores de desenvolvimento sustentável que foi apresentado na Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável no mesmo ano em Joanesburgo no Rio+10.

Algumas recomendações atuais sobre estatísticas ambientais podem ser encontradas, de acordo com Besserman (2003), nas publicações da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), no relatório GEO (Global Environment Outlook), do PNUMA. Os manuais de estatísticas ambientais da ONU constituem um roteiro mais amplo com conceitos, orientações para coleta de dados, dentre outros. No Brasil, órgãos como IBGE, EMBRAPA, IBAMA, INPE, SOS Mata Atlântica, Instituto Socioambiental e Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESP), ONGs, dentre outros, além de importantes referências no trato de questões ambientais, apresentam avanço na produção de estatísticas ambientais.

Mas, afinal o que é um indicador? Quais seus limites e potencialidades? O indicador é uma mensuração que visa retratar e avaliar a evolução de determinado aspecto humano ou não humano.

Estatísticas e indicadores que ajudem no conhecimento da realidade que nos cerca desempenham um papel muito importante sob diferentes aspectos: orientam setores econômicos e sociais (governo, empresas, sindicatos, famílias, etc.) nas suas ações, são indispensáveis para os pesquisadores desenvolverem seus trabalhos e, principalmente, ajudam todos os cidadãos a formar suas diferentes visões de mundo, acompanhar o que se passa em suas sociedades e cobrar de seus governantes e de suas elites as ações e comportamentos que julgam necessários (BESSERMAN, 2003, p. 91).

Todo e qualquer indicador apresenta limitação, uma vez que omite substantivas variáveis para permitir a representação da realidade. A abstenção é uma necessidade básica na construção de um indicador, pois não é possível nem do ponto de vista teórico nem prático, representar de maneira fidedigna a complexidade do mundo real através de números. Mas a

omissão necessária, no estabelecimento da metodologia de um indicador, não restringe sua aplicabilidade nem reduz sua importância de mostrar a evolução de determinadas variáveis. Os indicadores permitem compreender a realidade avaliada, assim como detectar problemas e gerar subsídios que possam melhorar os seus desempenhos.

A United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) mostra que um indicador é uma medida utilizada para rastrear e mostrar o desempenho de um determinado elemento a partir da mensuração dos itens deste elemento. Os elementos são quesitos financeiros ou ambientais que devem ser considerados pelos acionistas ou parte interessada de uma organização, como: bens, renda, despesas, contribuição para o aquecimento global, requerimentos de energia, geração de resíduos, etc. Um item ou grupo de itens é a informação específica relacionada com um elemento, tais como: vendas, custo de bens, fonte de energia utilizada, tipo de resíduo. Por exemplo, um elemento seria a geração de resíduos, um item, o tipo de resíduo e um indicador, a quantidade de resíduo gerado, quantidade de resíduo gerado por unidade de produto ou quantidade de resíduo gerado por metro cúbico de água utilizada. Um elemento pode ter vários itens e vários indicadores.

Um indicador de eco-eficiência mede o nível de desempenho financeiro associado ao grau de impacto ambiental. O problema na sua construção é que não há nenhum consenso, regras ou padrões para reconhecimento, medida e avaliação de informações ambientais seja no âmbito de uma mesma indústria, seja em um grupo.

Entretanto, a contabilização desses indicadores serve como fonte de informações para uma ampla gama de usuários, seja na ótica empresarial, como importância na tomada de decisões econômicas, verificação de responsabilidade da administração, seja na social, como instrumento para ampliar a qualidade de vida das pessoas. A verificação temporal desses indicadores permite comparar desempenho, detectar problemas e identificar tendências, base para intervenções que visem melhorias ambientais e econômicas. Indicadores de eco-eficiência permitem o rastreamento do progresso alcançado em atingir as metas de desempenho ambiental estabelecidas por uma organização. Além disso, servem para comparar o grau de eco-eficiência entre diferentes empreendimentos, facilitam a comparação do desempenho ambiental entre duas organizações ou entre dois setores de uma mesma organização.

Os objetivos dos Indicadores de Eco-eficiência, de acordo com *A Manual for the Preparers and Users of Eco-efficiency Indicators* da United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD, 2004, p. 8, tradução nossa) são:

- 1 **prover informação** - o objetivo da eco-eficiência é informar, prover informação do desempenho ambiental de um empreendimento associado com seu desempenho financeiro, o que auxilia na determinação da habilidade de um empreendimento para adaptar-se a mudanças dentro do ambiente no qual opera;
- 2 **melhorar decisões de produção** - informação da eco-eficiência complementa demonstrações financeiras para que aumente a qualidade nas decisões de produção. A informação é útil para ampla gama de usuários que podem utilizá-las na tomada de decisões, economicamente, rentáveis e, ambientalmente, saudáveis, assim como, na avaliação do impacto de suas decisões;
- 3 **complementar demonstrações financeiras** – pode-se usar dados de eco-eficiência para prever o impacto de problemas ambientais que venham prejudicar o desempenho financeiro futuro.

Os indicadores funcionam tanto como uma importante ferramenta na tomada de decisões, que ampliem os ganhos financeiros da empresas, associados à redução de impacto, quanto como uma referência na prevenção de possíveis problemas ambientais que possam prejudicar a imagem e o desempenho econômico da empresa. O mesmo Manual avalia os indicadores de eco-eficiência sob dois aspectos. Um ambiental, descrito através das variáveis, uso de água, uso de energia, contribuição para o efeito estufa, substâncias nocivas a camada de ozônio e desperdício. Outro econômico, que considera itens financeiros como o valor agregado e valor-agregado líquido, renda, bens e serviços comprados. Os itens financeiros e as variáveis ambientais são consolidados na construção de cinco indicadores:

1. consumo de água por valor agregado líquido;
2. exigência de energia por unidade de valor agregado líquido;
3. contribuição para o efeito estufa por unidade de valor agregado líquido;
4. substâncias nocivas à camada de ozônio por unidade de valor agregado líquido;
5. resíduo gerado por unidade de valor agregado líquido.

Esta lista está em aberto, podendo ser adaptada sempre que novos problemas ambientais surjam ou sejam reavaliados pela sociedade. Pode ser, também, expandida para tratar de um setor ou indústria particular. A elaboração e aplicação de indicadores de eco-eficiência, abrangentes ou delimitados, que possam avaliar a formalidade de uma produção com eficiência ambiental e econômica, são de fundamental importância para as empresas, instituições e sociedade, pois sem aqueles, é extremamente incerto o grau de confiança do que venha a ser processo e produto eco-eficientes.

O WBCSD divide os indicadores de eco-eficiência em indicadores genéricos e indicadores específicos. Existe um número restrito de indicadores que são válidos para praticamente todos os negócios, estes são denominados de indicadores de “aplicação genérica”. Outros são utilizados pelas empresas por se adaptarem à sua especificidade, são denominados indicadores “específicos do negócio”. Os indicadores gerais aqui apresentados já foram rigorosamente testados num programa piloto com duração de um ano, envolvendo 22 empresas e 10 setores industriais. Os indicadores baseiam-se em oito princípios, que lhes asseguram o valor científico, a relevância ambiental, a precisão e a utilidade em todos os negócios em nível mundial (WBCSD, 2004c).

Os indicadores gerais referem-se a uma preocupação ambiental global ou valor do negócio, sendo os métodos de medição e as definições, genericamente, aceitas e estabelecidas. O WBCSD (2004c, p.17-18) descreve os indicadores de aplicação genérica em indicadores de valor e indicadores de influência ambiental.

Os indicadores de valor são:

A quantidade de produto / serviço produzido ou vendido é uma medida física ou de contagem do produto ou serviço produzido, entregue e vendido a clientes. É mais útil em situações de produto específico, tais como fábricas ou unidades de serviço. Pode ser medida em massa, volume ou número.

Vendas líquidas representam o total de vendas registradas menos descontos, devoluções e empréstimos.

Os indicadores de influência ambiental são:

Consumo de energia é uma questão global e relevante para todos os negócios em todos os sectores. O total da energia consumida é igual à energia comprada ou obtida (ex. carvão, gás natural) menos a energia vendida a terceiros para sua utilização (ex. electricidade, vapor).

Consumo de água é a soma de toda a água de abastecimento comprada a um fornecedor ou obtida a partir de fontes superficiais ou subterrâneas. A disponibilidade de água de abastecimento é um tema global. Embora em muitas áreas não haja uma preocupação local com a disponibilidade, é cada vez mais caro gerar água potável. A água de abastecimento inclui água de arrefecimento, mesmo se não houver contacto físico para processar materiais e exclui a água do mar.

Consumo de materiais é a soma do peso dos materiais comprados ou obtidos através de outras fontes, tais como a extracção, incluindo matérias-primas para conversão, outros materiais do processo (ex. catalizadores, solventes), e mercadorias pré- ou semiacabadas, componentes e módulos (ex. peças / componentes de automóveis, componentes de computadores). [...] Os materiais incluídos neste indicador excluem a água e os combustíveis, os quais são identificados por indicadores gerais independentes. Os materiais de embalagem são também excluídos deste indicador. A embalagem não se integra nos critérios de aplicação geral, porque, à partida, não é um aspecto com relevância para todos os negócios e não existe consenso quanto a uma metodologia adequada para a sua medição. Este aspecto deve ser considerado como um indicador específico do negócio para a utilização do produto.

Emissões de gases com efeito de estufa (GEE) incluem emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonetos e perfluorcarbonetos (HFC's e PFC's) e hexafluoreto de enxofre (SF₆) provenientes dos sistemas de combustão, reacções do processo e processos de tratamentos. A mudança climática associada ao aumento da concentração de gases com efeito de estufa é uma preocupação global e - porque está intimamente ligada às emissões provenientes de fontes energéticas - é uma questão relevante para todos os negócios. A definição das emissões GEE abrange todos os que estão registados no Anexo A do Protocolo de Quioto, sendo as suas contribuições aceites por todos, tal como consta do trabalho do Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas.

Emissões de substâncias deterioradoras da camada do ozono (SDCO) são uma preocupação global, definida pelo Protocolo de Montreal, que regista os grupos de gases que contribuem para este efeito e descreve o potencial do seu impacto. Esta questão é relevante para todos os negócios, apesar de os mercados específicos dos gases mais perigosos terem sido fortemente reduzidos, com a introdução de alternativas menos nefastas. Mesmo assim, o efeito permanecerá visível na camada de ozono da estratosfera durante muitas décadas ou mesmo séculos.

Os indicadores de **valor**, a quantidade do produto vendido e as vendas líquidas podem ser encontrados nos relatórios anuais das empresas. A medida básica depende do contexto de cada negócio, as quantidades podem ser expressas por quilograma (kg) ou unidades de produtos e as vendas em moeda nacional, Real (R\$) ou estrangeira. Em casos de empresas que apresentam produtos diferentes, somá-los, para se obter a quantidade produzida, gera limitações na agregação, pois cada produto tem sua peculiaridade, podendo ter relação diferenciada de impacto ambiental. Utilizar as vendas como indicador de valor é problemático, pois nem tudo o que é vendido representa a produção da empresa, pode haver

perdas de produtos e acumulação de estoque de um ano para outro, além disso, as variações nos preços dos produtos podem distorcer a medida de desempenho.

Indicadores de **influência ambiental** incluem aspectos relacionados a criação de bens e serviços e ao consumo ou utilização. Apresentam medidas quantitativas de consumo de energia, água, materiais e emissões de gases. O consumo de energia em cada negócio é facilmente medido pelo total de energia comprada, especialmente, energia elétrica, entretanto, o consumo de outras fontes de energia como lenha, óleo diesel e outras, requer sua transformação em outras unidades de medidas, exigindo, portanto, o conhecimento do potencial energético de cada fonte o que incorre em dificuldade devido a problemas metodológicos que permitam conhecer de forma ampla a realidade. A agregação em uma única unidade de medida pode mascarar o uso de fontes de energias não saudáveis. O consumo de água é de fácil medida, seja esta de uma fonte externa ou interna, basta que seja observado o seu volume. No consumo de materiais, soma de todos os materiais consumidos na fabricação do produto, deve-se fazer, também, a conversão em uma única unidade, o que pode gerar os mesmo problemas associados ao consumo de energia. As emissões de gases dependem do uso de metodologias complexas, mas já existem parâmetros que permitem estimar o grau de emissões pelo consumo de energia.

Os indicadores de valor do produto ou serviço e indicadores de influência ambiental são consolidados em indicadores síntese, medidos pela sua razão. O WBCSD descreve a fórmula básica.

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

Existem diversas formas para se calcular a eco-eficiência a partir da fórmula básica que quantifica a relação entre valor do produto ou serviço e a influência ambiental, pois tanto o valor do produto ou serviço, quanto a influência ambiental, incluem diversos indicadores que não podem ser consolidados em um único número. Indicadores adicionais poderão ter aplicação genérica tais como: indicadores de valor financeiro, emissões gasosas acidificantes e resíduos totais.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DA ECO-EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE PÓ E CERA DE CARNAÚBA

Este capítulo objetiva esclarecer a forma pela qual se determinou a área de estudo e os critérios de construção e análise dos indicadores de eco-eficiência, calculados na produção pó e cera de carnaúba.

O universo da pesquisa ficou representado pela atividade de produção de pó cerífero e cera de carnaúba no estado do Piauí. Na determinação da área de estudo, considerou-se a importância da produção de pó e cera nas microrregiões do Estado e definiu-se o município, historicamente, mais representativo nessa atividade.

Conforme já mencionado, o Piauí apresenta tradição na atividade de produção de pó e cera de carnaúba. De suas quinze microrregiões consideradas pelo IBGE, em média nove fabricam cera bruta³ e onze geram pó cerífero. A Figura 1 apresenta a média da produção entre 1990 a 2001 de cera bruta e pó de carnaúba por microrregiões do Estado.

³ A cera bruta é a cera que não passa pelo processo de transformação industrial, é feita de maneira artesanal.

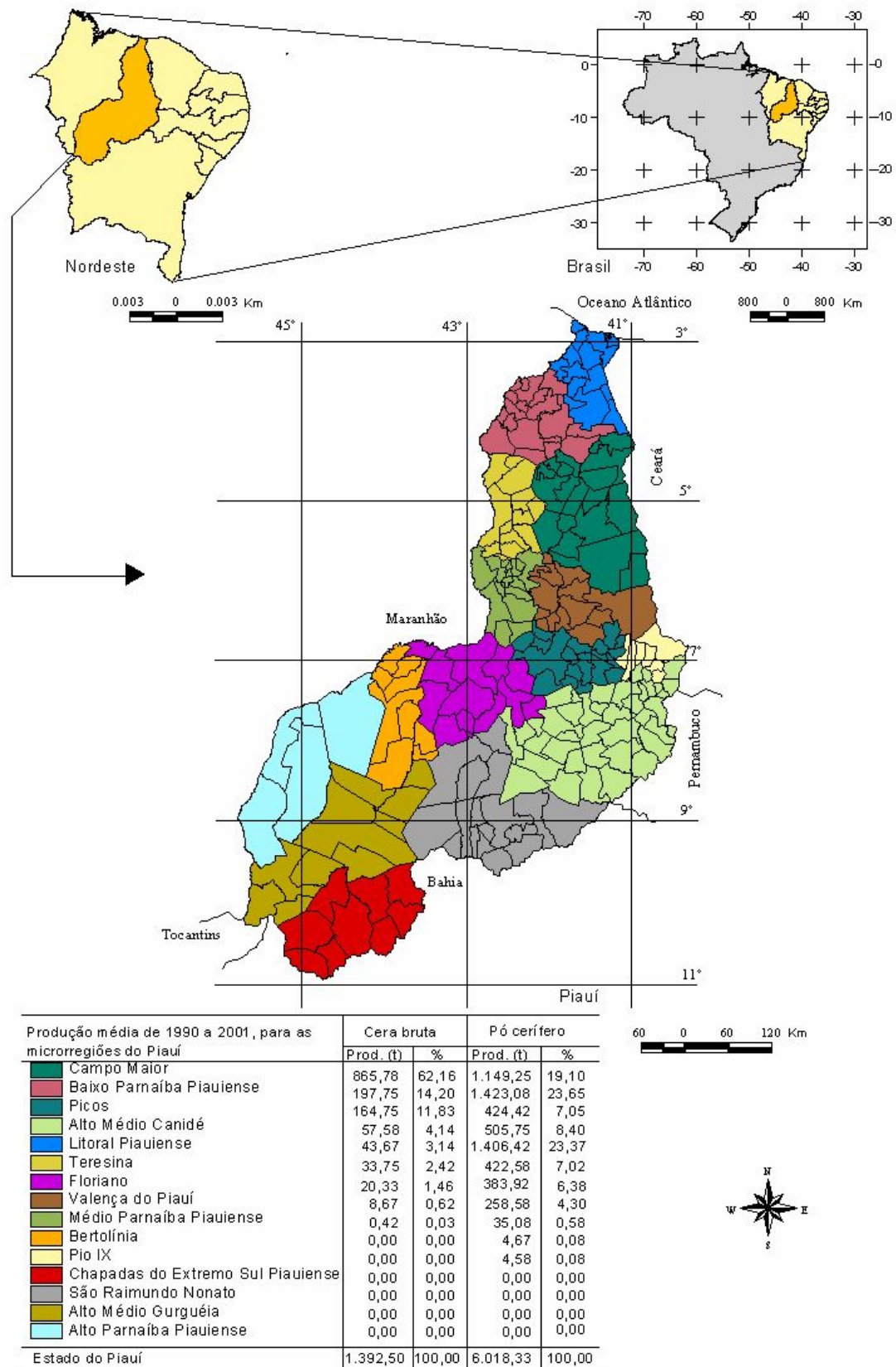


Figura 1 – Média da produção de cera bruta e pó cerífero de carnaúba por microrregiões piauienses - 1990 a 2001.

Fonte: O autor (2004) - dados da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura [entre 1990 e 2001] e divisão política administrativa do IBGE (2001).

A microrregião de Campo Maior (Figura 1) destaca-se, historicamente, com o maior nível médio de produção de cera entre 1990 e 2001, respondendo por 62,16 % de toda a cera gerada no Piauí. Representa, também, a terceira microrregião que mais produziu pó cerífero nesse período, com uma participação média de 19,10 %, perdendo apenas para a microrregião do Baixo Parnaíba Piauiense e do Litoral Piauiense que participaram, respectivamente com 23,65 % e 23,37%.

Considerando a importância histórica da microrregião de Campo Maior na produção de cera bruta e a grande influência na geração de pó, determinou-se essa microrregião para se fazer o estudo de eco-eficiência. Na seleção do município, foram avaliados os critérios de produção histórica de cera e pó de carnaúba. O Piauí apresentou, em média, nos anos de 1990 a 2001, um total de 68 municípios que fabricavam cera bruta, dentre os quais a grande maioria, 54 municípios, contribuiu com uma produção, em relação ao Estado, maior que 0% e menor que 1%, apenas 14 municípios tiveram uma cooperação acima de 1%. Quanto ao pó de carnaúba, o Piauí teve em 113 municípios, sendo que 69 responderam com produto, em relação ao Estado, maior que 0% e menor 0,5% e apenas três foram maior que 7% e menor que 10%. A Figura 2 exibe a participação percentual dos municípios produtores de cera bruta e pó de carnaúba, em relação ao Estado, considerando a média de produção de 1990 a 2001.

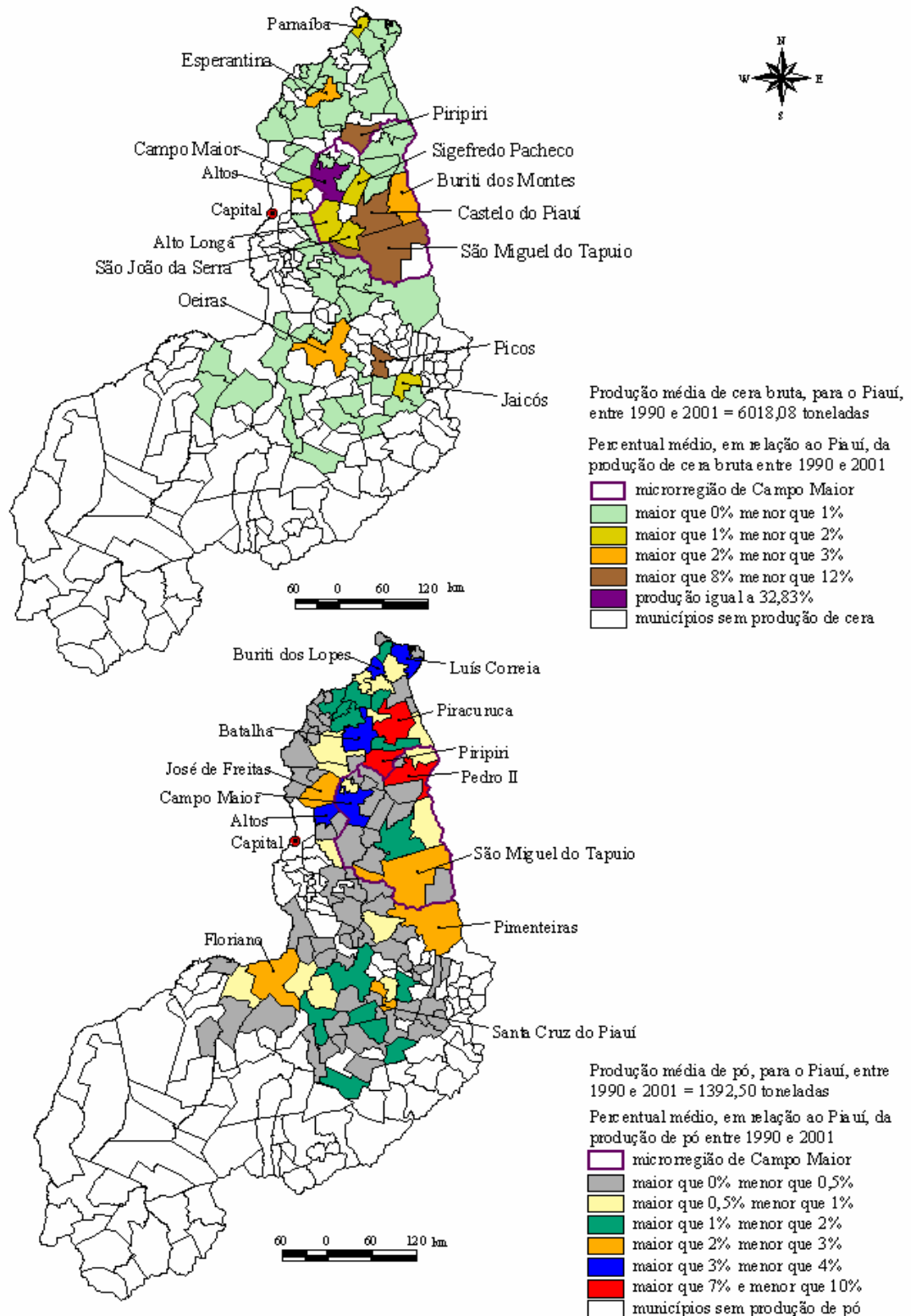


Figura 2 – Percentual da produção média de cera bruta e pó cerífero de carnaúba em relação ao Piauí, por municípios piauienses - 1990 a 2001.

Fonte: O autor (2004) - dados da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura [entre 1990 e 2001] e divisão política administrativa do IBGE (2001).

A parte superior da Figura 2 revela que na microrregião de Campo Maior houve a maior concentração de municípios que mais contribuíram, em média, para a produção de cera bruta do Estado, contando como destaque, com o município de Campo Maior que produziu 32,83% de toda a cera gerada no Piauí, ao longo desses 12 anos analisados.

Quanto à produção de pó cerífero, na parte inferior da Figura 2, todos os municípios da microrregião de Campo Maior, são tidos como produtores de pó cerífero. O município de Campo Maior participou menos que municípios como Pedro II, Piri-piri e Piracuruca, que contribuíram, em média, entre 7% e 10% de toda a produção de pó estadual ao longo de 1990 e 2001, mas contribuiu, significativamente, para a produção de pó no Piauí, com percentuais entre 3% e 4% ao longo desse tempo.

O município de Campo Maior tem tradição no desenvolvimento da atividade de produção de pó e cera de carnaúba, é pólo regional de grande expressão na dinâmica econômica, sendo o único que, de acordo com Gomes, Santos e Araújo [entre 2003 e 2005], apresenta indústria tradicional e moderna, além disso, é depositário de condições naturais propícias ao desenvolvimento da carnaubeira.

Sinteticamente, os aspectos que determinaram a escolha do município de Campo Maior para o estudo da eco-eficiência na produção de pó e cera de carnaúba foram:

1. 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 campomaiorenses 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 (Figura 3), todos os municípios produzem pó cerífero e o município de Campo Maior é o principal responsável por essa dinâmica produtiva na medida em que responde pela maior produção de cera bruta do Estado. Localiza-se num ponto estratégico de escoamento da produção, a BR

343, liga o município ao estado do Ceará, para onde a maior parte da produção direciona-se para ser exportada;

4. é um município pólo, com grau de desenvolvimento econômico e social acima da média da região, onde se encontram vários e importantes carnaubais, indústrias tradicionais / artesanais e uma das mais modernas indústrias de cera do Estado, responsável por uma significativa parcela das exportações de cera no Piauí.

Há que se considerar que as atuais condições favorecedoras da produção carnaubeira, no referido município, dialogam com suas estruturas sócio-histórico-ambientais, que conta com a origem da atual ocupação datada do século XVII, com o início do povoamento da freguesia de Santo Antônio do Surubim por D. Francisco da Cunha Castelo Branco que estabeleceu ali algumas fazendas de gado. Com o sucesso do negócio, outros fazendeiros se estabeleceram, agregando moradores ao serviço do pastoreio e lavoura em menor escala. A freguesia de Santo Antonio de Surubim foi criada entre 1696 e 1723, sendo elevada à categoria de vila e município, através de Carta Régia de 19 de junho de 1761. A vila ficou, de 1833 a 1836, anexada à comarca de Parnaíba quando, por lei provincial, passou à categoria de Comarca que foi extinta em 1893, período em que passa à jurisdição de União até a 1896, ano em que a Lei nº 85 de 12 de junho deu-lhe autonomia. Em 1889, através do Decreto Estadual nº 01, de dezembro, a vila de Campo Maior foi elevada à categoria de cidade (CEPRO, 1992).

A cidade de Campo Maior ficou conhecida, historicamente, como o local em que ocorreu a “Batalha do Jenipapo”, movimento em prol da independência do Brasil, ocorrido às margens do Rio Jenipapo, entre as forças do governador das áreas do Piauí, Major João José da Cunha Fidié, e os independentes de Campo Maior.

Quanto aos **aspectos físicos**, o município de Campo Maior localiza-se na microrregião de Campo Maior que faz parte da Mesorregião do Centro-Norte Piauiense. Dista, em linha reta, cerca de 76 km da capital Teresina e tem 1 657,1 km² de área (0,65% da área estadual). A Figura 3 apresenta a localização e limites geográficos do município de Campo Maior no estado do Piauí.

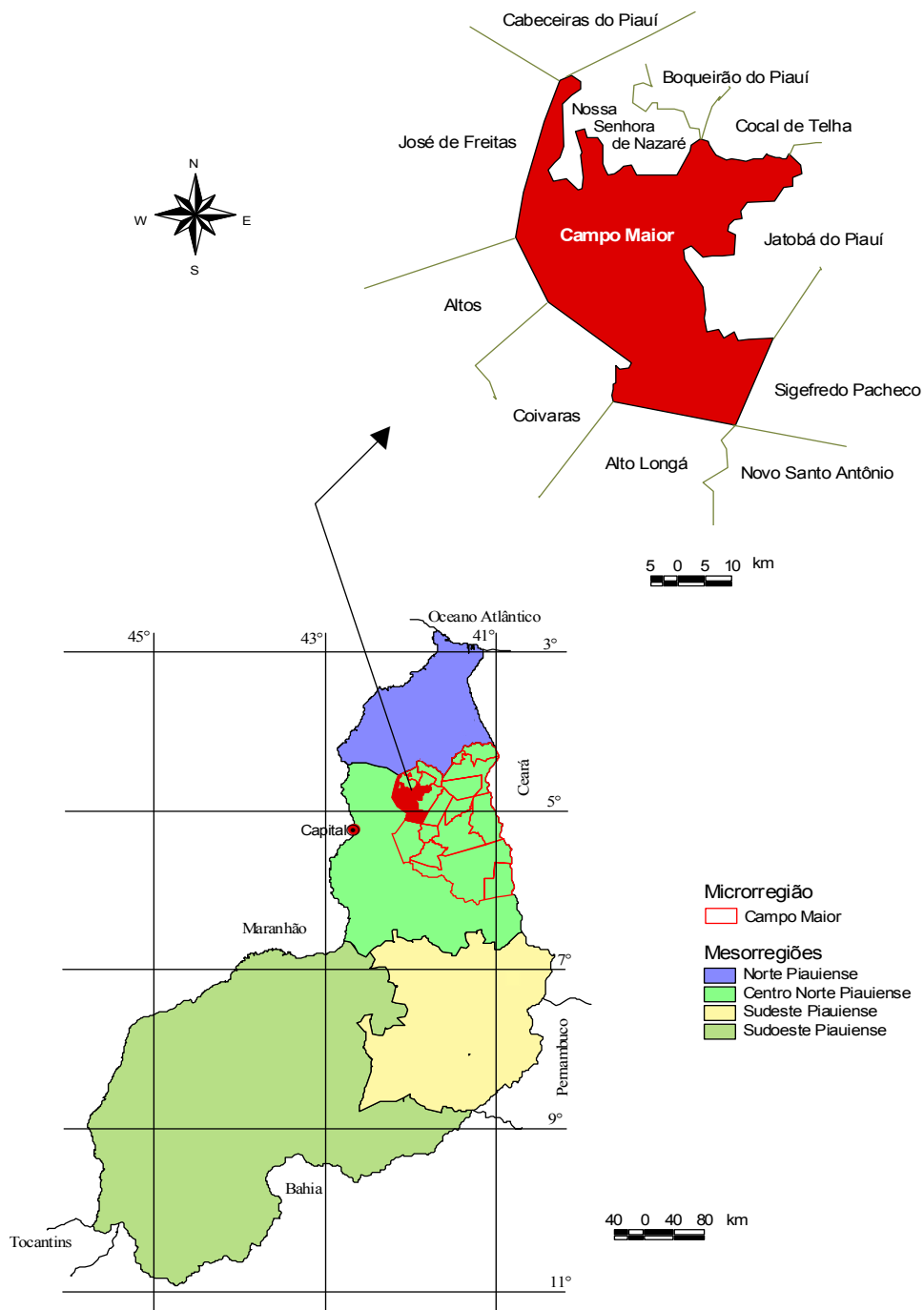


Figura 3 - Localização e limites geográficos do município de Campo Maior no estado do Piauí.

Fonte: O autor (2004) - adaptado da divisão político administrativa do IBGE (2001).

As coordenadas geográficas da sede do município de Campo Maior são Latitude Sul $04^{\circ}49'18''$; Longitude W. Gr. $42^{\circ}10'30''$.

O município apresenta clima sub-úmido seco do tipo 4° megatérmico com moderado déficit hídrico, portanto é um espaço geográfico quente e úmido com características de tropical chuvoso. A precipitação média anual é de 1 272 mm concentrada em curto período, geralmente entre dezembro e junho. O período seco atinge cerca de 8 meses e as temperaturas variam de 35°C a 28°C. A Figura 4 exhibe o balanço hídrico do município de Campo Maior.

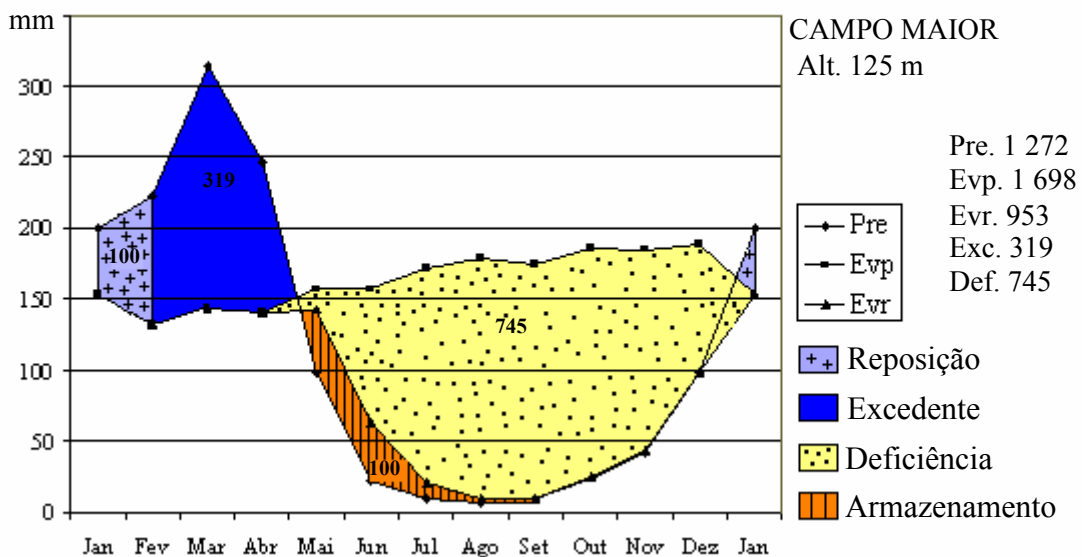


Figura 4 - Balanço hídrico do município de Campo Maior (PI).

Fonte: O autor (2005) - adaptado de Farias (2003, p. 23) e CEPRO e IBGE (1990).

O balanço hídrico permite compreender, dentre outros fatores, que há um período seco prolongado de maio a dezembro com forte deficiência hídrica e outro, de janeiro a maio, com chuvas concentradas em curto espaço de tempo.

Os recursos hidrográficos inserem-se na grande área hidrográfica do Parnaíba, localizando-se na sub-bacia do Longá, no baixo Parnaíba entre a sub-bacia da margem esquerda do Parnaíba, sub-bacia do Poty e bacia litorânea Portinho Camurupim, sendo, portanto, uma região rica em recursos hídricos. Segundo o IBGE (1996), a sub-bacia do rio Longá abrange uma área de 23 800,00 km² com uma vazão média de 174,00 m³/s, tendo disponibilidade hídrica de 5,4 bilhões de metros cúbicos. O rio Longá nasce na Serra Grande no município de Longá, passa pelo município de Campo Maior e desemboca no Parnaíba. Recebe em seu curso a confluência do rio Surubim e Jenipapo, principais cursos de água de Campo Maior, somando-se ao Longá. Tem, ainda, outros tributários como Riachão, Maratasa,

Taquari. O município dispõe, ainda, de um total de 15 açudes representando grande capacidade de acumulação de água, cerca de 600 000,00 m³.

O quadro natural de Campo Maior está sobre o que Lima (1987) considera baixo Parnaíba, que tem origem no arco norte dos sedimentos Paleozóicos das formações Serra Grande e Pimenteiras. “Ao extremo noroeste encontra-se a planície fluvial do Parnaíba, a partir da Lagoa do Cajueiro (Joaquim Pires) e em direção a montante do Parnaíba até a foz do Gurguéia, quando o rio retorna ao sentido sul-norte. A oeste limita-se com o Planalto Oriental da Bacia Sedimentar – a cuesta de Ibiapaba – e, ao sul, com os chapadões do alto médio Parnaíba”. Os solos do município de Campo Maior têm origem a partir da litologia do baixo Parnaíba que Lima (1987) considera constituída pelo predomínio de sedimentos Devonianos, arenitos e folhelhos da Formação Longá, dentre outras, gerando solos que dispõem de problemas de drenagem, em geral, rasos, sujeitos a inundações. Dispõe-se em relevo plano e suave ondulado, planícies inundáveis que variam de 50 a 200 m de altitude e elevações não inundáveis.

A vegetação apresenta características oriundas do Complexo de Campo Maior, vegetação de parque, ecótonos com cerrado/caatinga e cerrado/mata, com vegetação caducifólia e sub-caducifólia estacionais. As partes mais elevadas são ocupadas com predominância de cerrado e nas partes mais baixas há o predomínio da caatinga com extensos carnaubais alagados periodicamente. A vegetação herbácea é predominante e nas partes mais altas, que não são inundáveis, há vegetação arbustivo-arbórea com elementos de cerrado.

Na Figura 5, encontra-se a disposição da vegetação do estado do Piauí, destacando-se o município de Campo Maior, diante de uma realidade ecotonal.

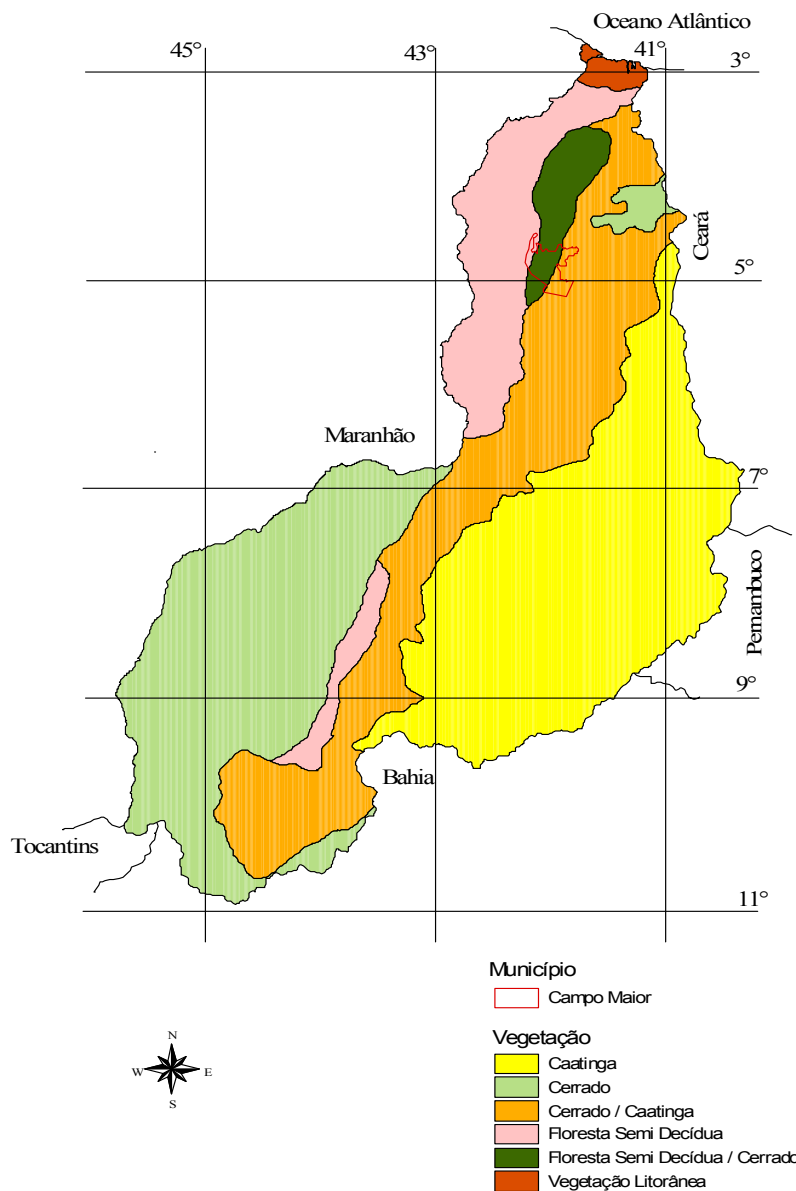


Figura 5 – Município de Campo Maior sobre a vegetação do estado do Piauí.

Fonte: O autor (2004), adaptado de Carvalho, Gomes e Soares Filho (2002).

Um estudo de Farias (2003) sobre florística e fitossociologia em trechos de vegetação do Complexo de Campo Maior revelou que, em termos vegetacionais, a região não se enquadra em nenhum tipo clássico de padrões homogêneos de vegetação, como uma área de cerrado ou caatinga, por exemplo. Revela, na verdade, que a área estudada (Fazenda Lourdes, Campo Maior – PI) apresenta um complexo fisionômico, com espécies de cerrado, caatinga e carrasco, sob uma área de tensão ecológica.

A literatura indica que os maiores e mais densos carnaubais do país encontram-se no Piauí, estendendo-se por longas áreas nas várzeas dos rios intermitentes, que alagam no período das chuvas. Campo Maior apresenta um ambiente com essas características. A Figura 6 destaca vários pontos em azul e/ou manchas pouco visíveis azuladas que representam áreas inundadas.



Figura 6 - Imagem de Satélite do município de Campo Maior (PI).

Fonte: EMBRAPA (2002).

Ressalta-se que é uma região, também, bastante antropizada, o que se pode notar através das representações mais retangulares e das áreas de cor mais avermelhada na Figura 6, é um biota que necessita de cuidados pela sua unicidade e riqueza tanto para o ecossistema quanto para a vida humana especificamente.

Uma outra condição proeminente é a forte insolação que ocorre em um período seco bem definido, que contribui sobremaneira para a produção do pó cerífero e, portanto, para o desenvolvimento da atividade. As condições naturais de Campo Maior, associadas aos processos sociais ali estabelecidos, tornaram-no, um grande produtor de pó de carnaúba ao longo dos anos. Em 2002, de acordo com o IBGE (2005), houve produção de 1 588,00 t de pó de carnaúba, representando um valor de R\$ 3 811 000,00 que significou 5,47% do Produto Interno Bruto (PIB) do município, naquele ano contabilizado em R\$ 69 591 000,00.

Enfim, como já referido, as características físicas do município de Campo Maior denotam condições propícias ao desenvolvimento da carnaubeira por dispor de solos alagadiços, um ambiente favorável ao seu crescimento; apresentar um longo período seco bem definido que contribui para evitar perdas de água e aumentar a produção do pó sobre as folhas e um ambiente sócio-econômico favorável que depende significativamente da atividade extrativa de pó e, como já se destacou, a produção de cera teve, historicamente, como sua maior expressão o município de Campo Maior o que, de certa maneira, amplia a importância dessa atividade no desenvolvimento dessa região.

4.1 Critérios de construção e análise dos indicadores de eco-eficiência

Determinada a região geográfica que representa características importantes de produção de cera e pó, houve a seleção de carnaubal e de indústria moderna, de maneira que se pudesse avaliar a eco-eficiência em ambos os processos. O carnaubal selecionado encontra-se na Fazenda Experimental da EMBRAPA, em Campo Maior (PI). Dele extraiu-se 600 000,00 folhas que renderam 3 390,00 kg 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. Portanto, 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 seleção da indústria de cera levou em conta o grau de tecnologia de produção que representasse o padrão técnico da atividade no Estado e a participação no mercado de cera. Quanto ao padrão técnico, as indústrias do Piauí têm grau similar de tecnologia e organização do trabalho, sendo que a empresa selecionada é a maior em termos de volume de produção e exportação. Em 2004, produziu e exportou 1 900 000,00 kg de cera, 35,61% de todo a cera vendida no exterior pelo Piauí que foi de 5 336 025,00 kg, 37,35% da cera exportada pelo Brasil, segundo dados do Ministério do Desenvolvimento e Comércio Exterior (MDIC, 2005). Um certo grau de homogeneização técnica no setor permite identificar a indústria selecionada como significativa, e sua participação no mercado exibe o grau de impacto sobre a natureza com forte representatividade no Piauí. A produção de cera bruta, aquela que não passa pelo processo de transformação industrial, caiu vertiginosamente nos últimos anos por conta do progresso técnico na atividade, a demanda externa por esse tipo é relativamente pequena e praticamente inexistem unidades produtivas artesanais no Piauí. Por esse motivo, não se buscou identificar o grau de impacto da produção de cera artesanal. As indústrias modernas respondem, atualmente, pela quase totalidade da produção de cera do Estado.

A fonte dos dados foi proveniente de pesquisa direta. Foram elaborados dois questionários (APÊNDICES A e B), um aplicado ao produtor de pó do carnaubal e o outro ao gerente de produção da indústria, em 22 de dezembro de 2004, período em que a produção já havia sido finalizada. Os questionários foram divididos em duas dimensões, uma econômica, em busca de levantar informações de produção e outra ambiental, procurando investigar o impacto ambiental de cada processo.

De posse dos dados, referentes à produção de 2004, fez-se, para a produção de pó e produção de cera, separadamente, uma descrição do processo, seguida de uma avaliação qualitativa, em que se identificaram as implicações causadas nos processos de produção de pó e cera, examinando, os produtos, insumos e resíduos gerados, através dos elementos de eco-eficiência. Em seguida, construiu-se, também, para cada processo, um exame quantitativo do grau de impacto sobre o meio ambiente, em que foram mensurados e analisados indicadores de eco-eficiência de valor, oriundos da dimensão econômica e indicadores de influência ambiental oriundos da dimensão ambiental. Ao final, esses indicadores foram consolidados em indicadores síntese 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 e 450 000,00 palhas, 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, portanto, 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 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 (2004c), por ser um indicador mais próximo da realidade estudada. Uma premissa aceitável é que as empresas busquem lucros no longo prazo, pois caso contrário, elas podem perder competitividade e sair do mercado. O valor do lucro líquido na produção de pó foi obtido, retirando-se do faturamento, produto da quantidade produzida e preço médio do pó⁴ 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 batiação. 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. 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

⁴ O preço médio do pó cerífero foi obtido da pesquisa direta realizada por Gomes, Santos e Araújo [entre 2003 e 2005] que obteve os preços junto aos agentes produtivos durante o ano de 2003 e 2004.

acordo com Martins, Pereira e Echer (2005), é, em seu limite menor, igual a 5 700,00 Wh/m² (ANEXO A). 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 UNCTAD (2004), como sendo 45,01 GJ/t (ANEXO B). 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) (ANEXO C) e multiplicou-se por 45,01, chegando-se ao total de energia consumida derivada do diesel. Depois se fez a conversão de medidas (ANEXO D). A quantidade de pó cerífero (**a**)⁵, 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, em kg, gerada pela queima do diesel combustível. É relevante destacar que diversos gases que contribuem para o efeito estufa foram listados no Protocolo de Quioto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonos (HFC), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆). No entanto, o potencial de efeito estufa está expresso, no conhecimento científico corrente, em kg de gás carbônico (CO₂) equivalente por kg de substância. Ou seja, os gases são convertidos em quantidade de CO₂ equivalente, portanto as emissões são mensuradas apenas pela quantidade de CO₂ emitida, ligadas ao uso de energia. As emissões de CO₂ são relacionadas ao conteúdo de Carbono por combustível ou outras energias ligadas às emissões de gases globais, como metano (CH₄) e não-metano de componentes orgânicos voláteis. Isso depende da tecnologia usada (UNCTAD, 2004). Esta referência descreve o fator de conversão para o diesel na ordem de 74,07 toneladas de CO₂ por TJ de energia usada (ANEXO E). Multiplicando-se o

⁵ **a** é uma letra que referencia o indicador quantidade do pó e cera de carnaúba ao longo do texto. O lucro líquido é representado por **b**, o consumo de energia por **c** e assim sucessivamente. Observe que em cada indicador há uma letra correspondente que será utilizada na determinação do indicador consolidado, como **a / c**, por exemplo.

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, olho e palha da carnaúba. O referido consumo 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 obteve-se a mesma média de peso encontrada por Costa Filho (2002). A quantidade de bagana foi obtida considerando-se o peso das folhas olho secas 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	
	e. Consumo de material: folhas de carnaúba	a / e. Consumo de materiais por kg de pó cerífero. b / e. Consumo de materiais por lucro líquido.
	f. Resíduos sólidos: Talo e bagana	a / f. Resíduos sólidos por kg de pó cerífero. b / f. Resíduos sólidos por lucro líquido.
	g. Consumo de embalagens	a / g. Consumo de embalagem por kg de pó cerífero. b / g. Consumo de embalagem por lucro líquido.

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

Fonte: O autor (2004).

Nota: (1) Observe que cada letra corresponde a um indicador geral exposto na coluna do lado esquerdo desse Quadro.

Para o **processo moderno de produção de cera** que gerou 1 900 000,00 kg de cera em 2004, os dados da dimensão econômica permitiram a construção dos seguintes indicadores de valor:

a quantidade de cera produzida – mensurou-se pelo produto total, informado pela indústria, em kg, para 2004. Os mesmos motivos que levaram a escolha

desse indicador para o processo de produção de pó, determinaram sua seleção para produção de cera;

- b lucro líquido na produção de cera** – revela o grau de desempenho financeiro, em R\$, na produção de cera em 2004, calculado pela diferença entre a receita total das vendas, menos o custo total de produção e venda, inclusive impostos. O lucro líquido na produção de cera substituiu, pelos mesmos motivos que na produção de pó, o indicador **vendas líquidas** referenciado por WBCSD (2004c).

A dimensão ambiental na **produção de cera** permitiu a construção dos seguintes indicadores de influência ambiental:

- c consumo de energia** – soma total de energia consumida na produção de cera em 2004, representada pelo consumo de energia elétrica usada na movimentação de motores e no escritório da indústria, energia oriunda da queima da lenha utilizada na geração de vapor para o processo industrial e energia derivada da queima do diesel, utilizada no transporte da cera e na coleta de pó cerífero para o processamento industrial. O consumo de energia elétrica, em kWh, foi informado, pelo gerente de produção, com base no consumo médio mensal registrado pela fornecedora, CEPISA. A queima da lenha foi transformada em energia com a referência Vale *et. al.* (2003) que considera a massa específica básica média da lenha de $0,61 \text{ g/cm}^3$ e seu poder calorífero líquido médio de 2 898,00 kcal/kg. O total de lenha consumida na produção de cera, em cm^3 , multiplicado por 0,61 gerou o peso total de lenha em gramas que foi transformado em kg e multiplicado pelo valor calorífero da lenha, gerando o consumo total de energia derivada da lenha. Utilizou-se essa referência porque ela está próxima do poder calorífico médio da lenha brasileira e representa uma realidade local. A energia derivada do consumo de óleo diesel combustível foi calculada da mesma maneira que se calculou para a produção de pó, considerando a referência do potencial energético do diesel, de 45,01 GJ/t, UNCTAD (2004), multiplicado pelo diesel consumido na produção e transporte da cera. Ao final, fez-se a conversão das medidas e foram somadas todas as energias, obtendo-se o consumo total de energia. O indicador

consolidado mostra a razão entre a quantidade de cera (**a**) e o consumo de energia (**c**) e entre o lucro líquido (**b**) e o consumo de energia (**c**).

- d emissões de gases que contribuem para o efeito estufa** – emissões totais de CO₂ equivalente, em kg, levando em conta as emissões provocadas pela queima do diesel usado no transporte, emissões referentes a queima da lenha e, aquelas associadas ao consumo de energia elétrica. As emissões provocadas pelo diesel foram calculadas da mesma forma que no processo de produção de pó referenciando UNCTAD (2004), que destacou o fator de conversão para o diesel na ordem de 74,07 toneladas de CO₂ por TJ de energia usada. Quanto às emissões provocadas pela queima da lenha, utilizou-se a referência do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, 2005) que considera, como fator de emissões da lenha, 29,9 t C/TJ. Como este fator não expressou a equivalência em CO₂, utilizou-se o fator de conversão de “peat briquettes”, uma espécie de massa de carvão de turfa⁶, citado em UNCTAD (2004), que teve o nível de emissão de 25,8 t C/TJ, próximo da lenha, representando 94,6 t CO₂/TJ. As emissões de CO₂ referentes ao consumo de eletricidade estão referenciadas em UNCTAD (2004) como 0,000057 t CO₂/kWh (ANEXO F). A soma dos consumos de cada energia para 2004, multiplicada pelos seus respectivos fatores de conversões referentes às emissões, mantendo-se a mesma unidade, gerou o total de emissões na produção da cera. O indicador consolidado, mostra a contribuição para o efeito estufa por kg de cera (**a**)/(**d**) e o lucro líquido gerado por kg de CO₂ emitido (**b**)/(**d**).
- e consumo de materiais** – total de insumos, em kg, necessários para fabricação de cera em 2004, que incluem: quantidade de pó cerífero, solvente, argilas (diatomita e fulmont), peróxido de hidrogênio, palha de arroz e tecido usado para filtragem. O pó cerífero é a matéria-prima básica da produção cera, medido em kg. A diatomita e fulmont são argilas preparadas quimicamente para auxiliar a filtragem de substâncias, elas retêm as impurezas contidas na cera líquida e deixam-nas no filtro. Seu consumo foi medido, em kg, para 2004, pela proporção de argila usada para cada kg de cera produzida, informado na indústria. O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) é a substância utilizada para clarificar a cera, é conhecida popularmente como água

⁶ Material fóssil, combustível, formado por matérias vegetais dentro da água em terrenos paludosos.

oxigenada e seu peso foi calculado da mesma forma que se calculou o consumo de argilas. O solvente é usado na fusão do pó em cera e seu consumo foi estimado, em kg, pelo número de vezes em que se abasteceu o reservatório. A palha de arroz facilita a drenagem do pó na primeira fase do processo, foi calculada, em kg pela proporção utilizada para cada kg de pó utilizado. Como se pôde observar, os pesos desses materiais foram fornecidos pela pesquisa direta em kg, exceto o solvente que foi transformado em kg com referência da densidade de $0,7225 \text{ g/cm}^3$ ($20^\circ\text{C} - 4^\circ\text{C}$), fornecida pela divisão técnica da indústria. O indicador consolidado mostra o consumo de materiais por cera produzida **(a)/(e)** e o consumo de materiais por lucro gerado **(b)/(e)**.

f resíduos sólidos – foram medidos pela soma dos pesos, em kg, da borra (essencialmente, formada por palha de arroz) que se torna resíduo na primeira etapa do processo, resíduos emitidos no filtro, barro (mistura de argilas - diatomita e fulmont - com impurezas) e tecido filtro. A palha de arroz utilizada é seca e tem baixo índice de umidade. O barro ficou composto pelo peso das argilas que entram no processo, dado seu baixo nível de umidade em no máximo 1% e impurezas. Estas representam 19% do peso do pó olho e 36,5% do pó palha, considerando a perda média de 1% de umidade para o pó olho e rendimento de 80% em cera e, 3,5% de umidade do pó palha e 60% em rendimento de cera. O total dos resíduos foi contabilizado pela soma dos pesos da palha de arroz, argilas e impurezas e tecidos que entraram no início do processo. Com a queima da lenha, há a geração de cinzas, entretanto não foi possível avaliar o peso total de cinzas geradas, portanto as cinzas foram desconsideradas na composição dos resíduos. Estima-se, considerando a densidade da lenha de $0,61 \text{ g/cm}^3$, que a massa de cinza fique próximo de 60% do peso total da lenha, mas é apenas uma suposição. O indicador consolidado mede o consumo de resíduo por cera produzida **(a)/(f)** e geração de resíduo por lucro gerado **(b)/(f)**.

g consumo de embalagem – é soma dos pesos das embalagens, em kg, usadas para acondicionar os 1 900 000,00 kg de cera produzidos em 2004. De acordo com a divisão técnica da empresa, um saco comporta 25 kg de cera e cada embalagem pesa, em média, 150g. Portanto, calculou-se o total de sacos usados na produção para o ano de 2004 e multiplicou-se pelo peso unitário da embalagem, obtendo o consumo total de embalagens. As embalagens usadas

no acondicionamento do pó, compradas pela indústria, não foram adicionadas no consumo de embalagem, pois elas retornam para o produtor de pó. 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)**.

h consumo de água – determinado pelo uso direto de água no processo. A indústria dispõe de um poço tubular e uma caixa de 5 000,00 litros que é reabastecida continuamente para suprir a demanda de água. O consumo de água foi estimado, em kg, pelo número de vezes que a caixa foi reabastecida durante o ano de 2004. A perda de umidade do pó quando transformado em cera foi considerado como um resíduo líquido lançado ao solo, entretanto não se registrou os resíduos líquidos totais do processo, pois estes correspondem ao próprio consumo de água que evaporou ou foi jogado ao solo sem qualquer contaminação. O indicador consolidado mede a exigência de água por kg de cera **(a)/(h)** e o consumo de água por lucro gerado **(b)/(h)**.

O Quadro 2 mostra sinteticamente os indicadores de eco-eficiência calculados para a indústria da cera.

DIMENSÃO	INDICADORES DE ECO-EFICIÊNCIA	
	INDICADORES GERAIS	INDICADORES CONSOLIDADOS (1)
		Valor da cera (a) ou (b) Influência ambiental (c) ou (d) ou (e) ou (f) ou (g) ou (h)
ECONÔMICA (Valor da cera)	a. Quantidade de cera produzida e vendida. b. Lucro líquido na produção de cera	a / c. Exigência de energia por kg de cera. b / c. Exigência de energia por lucro líquido.
AMBIENTAL (Influência ambiental)	c. Consumo de energia: diesel, lenha, eletricidade.	a / d. Contribuição para o efeito estufa por kg de cera. b / d. Contribuição para o efeito estufa por lucro líquido.
	d. Emissões de gases que contribuem para o efeito estufa.	
	e. Consumo de materiais: pó cerífero, solvente, argilas (diatomita e fulmont), peróxido de hidrogênio, palha de arroz e tecido para o filtro.	a / e. Exigência de materiais por kg de cera. b / e. Exigência de materiais por lucro líquido.
	f. Resíduos sólidos: borra (palha de arroz), barro (diatomita, fulmont e impurezas) e tecido.	a / f. Resíduos sólidos por kg de cera. b / f. Resíduos sólidos por lucro líquido.
	g. Consumo de embalagem.	a / g. Consumo de embalagem por kg de cera. b / g. Consumo de embalagem por lucro líquido.
	h. Consumo de água.	a / h. Consumo de água por kg de cera. b / h. Consumo de água por lucro líquido.

Quadro 2 - Indicadores de eco-eficiência na produção de cera de carnaúba no município de Campo Maior (PI).

Fonte: O autor (2004).

Nota: (1) Observe que cada letra corresponde a um indicador geral exposto na coluna do lado esquerdo desse Quadro.

A análise qualitativa dos elementos de eco-eficiência e a construção e avaliação desses indicadores apresentados, nos dois elos da cadeia produtiva da carnaúba, referentes ao processo de produção de pó e ao processo de produção de cera, constituiu-se, portanto, na investigação da eco-eficiência nessas atividades.

5 ECO-EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DO PÓ E CERA DE CARNAÚBA

5.1 Aproveitamento econômico da carnaúba

A carnaúba é uma árvore exuberante que ao longo do processo histórico de formação e desenvolvimento da sociedade piauiense tem contribuído para expansão da dinâmica econômica e social, gerando diversos bens finais e intermediários que promovem um consumo naturalmente saudável e qualidade de vida.

A Fotografia 1 destaca uma carnaúba em um carnaubal no município de Campo Maior.



Fotografia 1 – Carnaúba, com frutos, em carnaubal no município de Campo Maior (PI).

Fonte: O autor (2004).

O nome carnaúba teve origem na língua indígena tupi, significando “árvore que arranha”, devido ter uma camada espinhosa resultante da queda das folhas na parte inferior do caule. Marcgrave e Piso deram em 1648 a primeira indicação da planta por “carnaúba”, no trabalho “*História Naturalis Brasilliae*”. Isso levou a inclusão de uma narração da carnaúba na *História Plantarum* de Ray no ano de 1688, contribuindo para Miller designá-la de *Palma*

prunifera no The Gardeners Dictionary, em 1768. No Brasil, depois da tentativa de classificação do Padre Veloso, em 1790, o botânico Arruda Câmara classificou-a como *Corypha cerifera* em 1810, incluindo-a na ordem das Hexândrias monogínicas, de Linneu. Em 1819, Martius classificou-a como *Copernicia cerifera* (CARVALHO, 1942).

Atualmente, a carnaubeira chama-se *Copernicia prunifera*, o nome da espécie foi restabelecido por Moore, em 1963. Ela é uma planta adaptada ao clima seco e desenvolve-se principalmente de forma espaçada em solos arenosos e alagadiços, várzeas e margens dos rios de regiões de clima quente. Produz um material ceroso ou cutícula através das folhas, resultado de uma condição genética da planta, um mecanismo natural de defesa contra agentes externos, principalmente, incidência de elevadas temperaturas, típicas dos períodos secos. A cutícula gera uma camada protetora que evita a perda excessiva de água, mantendo o equilíbrio de água no interior da planta.

Embora a absorção de água do solo torna-a acessível às partes aéreas da planta, a atmosfera relativamente seca na terra levaria a uma rápida evaporação da maior parte da água nas partes aéreas, se não houvesse algum meio para retê-la dentro das células durante períodos de necessidade de água. A solução deste problema é uma peculiaridade típica de todas as porções aéreas das plantas vasculares na terra, uma fina camada de material ceroso, a *cutícula*, que forma uma camada à prova de água nas superfícies. Não é uma camada de células, mas simplesmente um fino filme estendido sobre as estruturas epidérmicas externas das plantas. Esta cutícula é extremamente eficiente em ajudar a reter água dentro dos órgãos expostos ao ar (DELEVORYAS, 1978, p. 81).

Na Fotografia 2 a camada branca sobre a folha, representa a cutícula.

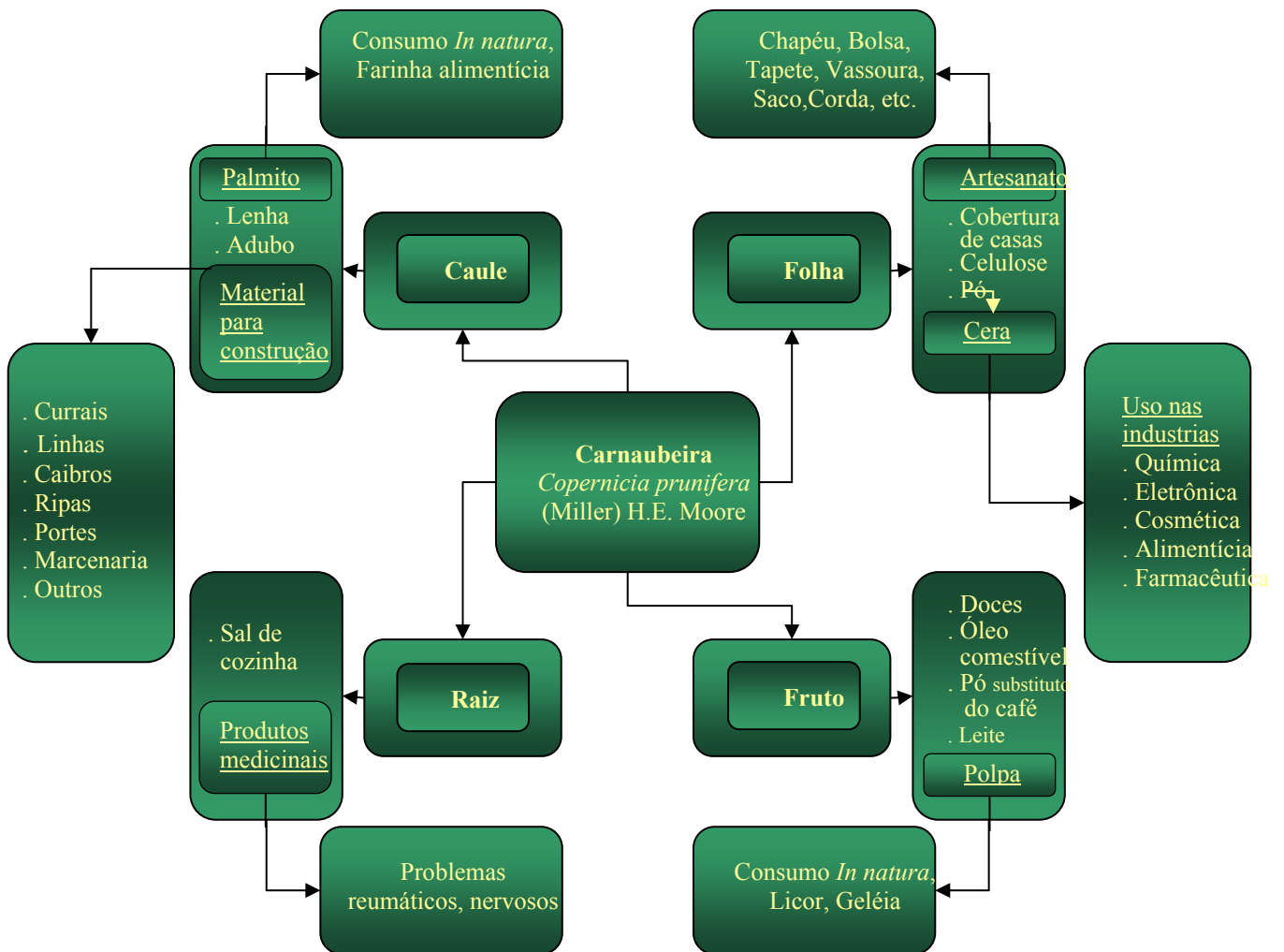


Fotografia 2 – Cutícula na folha olho da carnaúba em Campo Maior (PI).

Fonte: O autor (2003).

Esse material ceroso, quando explorado, é chamado de pó de carnaúba e tem grande valor econômico, mas representa apenas uma das potencialidades econômicas da carnaúba que foi considerada a “árvore da vida” pelo naturalista Humboldt, quando, no século XVIII, conheceu-a em terra brasileira. Essa denominação deveu-se ao fato de a planta apresentar numerosas e importantes finalidades, suprimindo desde necessidades básicas de alimento, materiais para construção de currais, casas, até medicamentos extraídos das raízes.

A Esquema 1 mostra o esquema de aproveitamento integral da carnaubeira com quatro partes básicas, o caule, a folha, o fruto e a raiz. Destes provém os diversos e importantes usos para a vida humana e animal.



Esquema 1 - Aproveitamento da carnaubeira.

Fonte: O autor (2004), baseado em Casadio (1980).

Quando a palmeira está em formação, da parte visualmente referente ao caule e a base das folhas pode-se extrair um palmito consumido *in natura*, ou como farinha alimentícia. O caule completamente formado dispõe de grande resistência e durabilidade, tendo bom uso como material para construção de edificações como currais e estrutura de cobertura de casas (linhas, caibros, ripas, etc.). Pode ser usado, ainda, como poste de eletricidade e na marcenaria de artefatos torneados, tais como bengalas e objetos de uso doméstico. Com o desgaste do tempo, torna-se um excelente adubo orgânico que pode ser utilizado na produção de hortaliças.

Os frutos inteiros da carnaúba servem de alimento para animais de criação e na fabricação de doces. Da amêndoa pode ser extraído um tipo de óleo comestível e, quando torrada e moída, ela costuma ser aproveitada em substituição ao pó de café. Serve, ainda, para extração de um tipo de farinha e de um leite que tem semelhança com leite extraído de babaçu, usado na alimentação. A polpa pode ser consumida *in natura* ou usada na fabricação de licor, geléias e outros.

A carnaúba apresenta raízes fasciculadas, quando queimadas e pulverizadas, liberam um sal que substitui o sal de cozinha. As raízes dispõem, ainda, de princípios medicinais que compõem medicamentos indicados pelo conhecimento popular, no tratamento de doenças reumáticas, nervosas, dentre outras.

A folha é a parte da carnaúba que dispõe de maior importância econômica. Tem valor essencial para o artesanato, servindo para fabricação de uma ampla diversidade de produtos. Confeccionam-se chapéus, bolsas, tapetes, vassouras, redes, cordas, balaios, cestos, esteiras e inúmeros outros produtos que têm boa aceitação no mercado. Usa-se a folha, ainda, na cobertura de casa, abrigos e já existem estudos para extração da celulose, usada na confecção de papel. A folha, mesmo depois de descartada de outros processos, como, por exemplo, a bagana - resíduos de folhas trituradas resultante da batida mecânica para retirada do pó -, torna-se um adubo orgânico de boa qualidade porque, além de haver nutrientes, tem capacidade de retenção da água, mantendo o solo úmido por um período mais prolongado que os adubos comuns, sendo importante, portanto, em regiões com chuvas intermitentes. Com o desenvolvimento da agricultura orgânica, os resíduos de folha têm mercado em expansão.

A extração do pó de carnaúba da folha e sua transformação pelo processo industrial em cera têm se configurado como as atividades mais promissoras ao longo da história. A cera de carnaúba tem aplicabilidade em inúmeros setores, especialmente, nas indústrias: química, eletrônica, de cosméticos, alimentícia e farmacêutica. Funciona como matéria-prima para a fabricação de uma grande variedade de produtos: graxas para sapatos, velas, vernizes, ácidos, sabonetes, material de limpeza em geral, fósforos, isolantes térmicos, matrizes de discos, lâmpadas incandescentes, tintas, papel carbono e batom. A referida cera serve, ainda, para produção de adesivos, filmes fotográficos e plásticos, embalagens para alimentos, para polir e proteger frutas, como lubrificante, gomas de mascar, papel carbono, cápsulas para medicamentos, etc.

A carnaúba é uma palmeira nativa do Brasil, o qual é o único país do mundo que produz e exporta cera de carnaúba, embora a árvore cresça com facilidade em qualquer clima tropical. Existem palmeiras da carnaúba, na África Equatorial, no Ceilão, no Equador, na Tailândia e na Colômbia, porém é apenas no ambiente seco das caatingas do Nordeste, principalmente, nos estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, que ela se encontra em condições de exploração econômica, sendo considerada uma das mais valiosas árvores dessa região, gerando, somente no Nordeste, cerca de 400 mil empregos (PONTES, 2002).

No Piauí, a literatura tende a apresentar que, após ampliação do grau de diversidade da economia piauiense e depois da segunda Revolução Industrial que impulsionou a expansão de setores químicos, elétricos, automobilísticos e petroquímicos, iniciaram-se os chamados ciclos extrativistas. No final do século XIX, os ciclos extrativistas piauienses foram inaugurados pela maniçoba, arbusto do qual se extrai um látex para a confecção de borracha. Com a perda de competitividade para os asiáticos a atividade da maniçoba entra em decadência e já, a partir da segunda década do século XX, a cera de carnaúba inicia um novo ciclo econômico para o Estado, relegado, a partir de 1950, com o desenvolvimento do ciclo do babaçu.

A cera de carnaúba tornou-se o principal produto na pauta de exportação do Piauí com forte mercado no período da Primeira Guerra Mundial, devido sua importância na produção de explosivos. Chegou a representar 40% do total da produção da economia brasileira. Na década de 20, a demanda se ampliou e os altos preços estimularam a produção até o final da década de 40. O período de 1935 a 1947 marcou o apogeu da cera no mercado mundial, devido à expansão da economia de guerra norte-americana. Com a desaceleração do esforço de guerra, a demanda caiu e, a partir dos anos 50, desenvolveram-se as resinas sintéticas, provocando o declínio da atividade (RIBEIRO, 2001).

O declínio do ciclo da carnaúba não representou o fim da atividade. É importante ressaltar que a cera de carnaúba, apesar de ter passado por oscilações de demanda ao longo do tempo, teve, na verdade, contínua e ampliada participação no mercado. Dados do Anuário Estatístico do Brasil [entre 1920 e 2000] mostram que, particularmente, para o Piauí, a produção de cera, em 1920, estava um pouco acima de 1 000 toneladas. Em 2004, apenas as exportações somaram mais de 5 000 toneladas, representando, o terceiro produto de maior faturamento na pauta das exportações do Estado (MDIC, 2005). Infere-se, portanto, crescimento na atividade de produção de cera que foi acompanhada por modernização e

progresso técnico, constituindo, atualmente, um notável produto dinamizador das exportações piauienses.

Apesar de a cera ter sobressaído como o mais dinâmico produto derivado da carnaúba, os demais promovem a melhoria da qualidade de vida das pessoas, seja de forma direta, pelo consumo de bens artesanais, remédios, alimentos e outros, seja indireta, pela geração de emprego e renda.

5.2 Eco-eficiência na produção de pó cerífero de carnaúba

5.2.1 O processo de produção de pó cerífero

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.

Na Fotografia 3, destacam-se os olhos e as palhas na copa de uma carnaubeira.



Fotografia 3 – Olhos e palhas na copa de uma carnaubeira em Campo Maior (PI).

Fonte: O autor (2003).

De acordo com ETENE (1972), uma carnaubeira produz de 45 a 60 folhas durante o ano, incluindo olho e palha. No processo de corte⁷, a grande maioria é retirada, ficando apenas algumas folhas olho. Os resultados de Gomes, Santos e Araújo [entre 2003 e 2005] mostram que, no processo de exploração das folhas da carnaubeira, os produtores, em média, deixam de um a três olhos. O maior número de folhas é usado na produção de pó, algumas quando, em estado seco, são descartadas.

⁷ Na percepção do produtor de pó e do produtor de cera, a carnaubeira não sofre qualquer dano com o corte das folhas. Entretanto, Gomes, Santos e Araújo [entre 2003 e 2005] evidenciaram que o corte das folhas coincide com a fase de frutificação da palmeira e, com isso, muitos frutos são cortados, o que pode prejudicar a reprodução. Além disso, eles destacam que a prática de outras atividades na área do carnaubal, como o cultivo de roças itinerantes com o uso de queimadas, pode trazer sérios prejuízos ou até a destruição total da vegetação associada e da carnaúba. Um manejo adequado é imprescindível para continuidade produtiva. Caso não haja o cuidado de manter pelo menos uma folha olho, a árvore não resiste. Ressalta-se, entretanto, que o corte sistemático das folhas parece não afetar a produtividade de pó pelas plantas, pois, em média, segundo os agentes produtivos, os carnaubais mantêm a produtividade ao longo do tempo. Esses agentes revelaram que a produtividade de pó cerífero por uma planta é menor no início de sua atividade produtiva, estabilizando-se ao longo de várias safras. Uma possível causa para baixa produtividade inicial é a falta de maturação das capacidades físicas, como, por exemplo, menor quantidade e tamanho das folhas que uma planta adulta. Os biólogos, geralmente, afirmam que, quanto maior o nível de estresse da planta maior será a produção de defesas e, como a produção de pó de carnaúba resulta do sistema de defesa, o corte das folhas amplia o estresse e, conseqüentemente, aumenta a produtividade que se estabelece depois de algum tempo pela adaptação ao estado constante de estresse.

Não se conhece com precisão como era extraído esse pó cerífero no remoto início da atividade, sabe-se, entretanto, que a árvore era cortada por inteiro para retirada das folhas que liberavam o pó, quando secas (ETENE, 1972). Com o decorrer do tempo, apenas as folhas passaram a ser retiradas, deixando a planta restabelecer-se para o corte seguinte. Historicamente, os produtores de pó faziam vários cortes de folhas da carnaubeira durante um mesmo ano, entretanto percebeu-se que o aumento dos intervalos de corte ampliava a produtividade de pó por folhas, com isso, atualmente, é feito apenas um corte por ano, principalmente, no período seco, tempo que a planta intensifica a produção de pó e também é a fase ideal para sua extração.

A atividade de extração de pó de carnaúba ocorre, principalmente, entre junho e dezembro, período de entressafra de outras culturas como arroz, milho, feijão e outros. Chuvas na época de exploração do carnaubal podem prejudicar o rendimento das folhas e reduzir produção de pó cerífero, por isso, segundo o produtor de pó investigado na área de estudo desta pesquisa, costuma-se iniciar a atividade de extração após 30 dias do término das chuvas.

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 vara de bambu com uma foice⁸ na ponta, 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 batção por uma outra equipe.

Informações colhidas pela pesquisa direta, desse estudo, em Campo Maior, subsidiaram a descrição do processo de produção pó que ficou definido em cinco etapas:

1. **corte das folhas** - é um processo sem muitos aparatos técnicos com mão-de-obra pouco qualificada. O processo de corte é iniciado quando o vareiro conduz a foice

⁸ Equipamento cortante similar a uma faca, entretanto com formato de curva que é suspenso por uma vara, geralmente de bambu.

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 diferenciados⁹. 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

⁹ A diferenciação de qualidade entre o pó olho e o pó palha ocorre em função de duas questões, as folhas olho são mais jovens que as palhas e não são completamente abertas. Por ser mais jovem, o olho sofre menos ação do tempo e das intempéries da natureza e, por não ser completamente aberto, tem menor superfície de contato com o meio externo do que as palhas que são amplamente abertas, logo o olho absorve uma quantidade menor de impurezas no manejo. Como a maior parte das folhas são sobrepostas ao chão, quanto maior a superfície de contato, maior será a possibilidade de absorção de impurezas. O processo de batição manual, independente da condição de ser olho ou palha, gera maior qualidade do pó, pois na batição mecânica, a máquina, agrega uma maior quantidade de resíduos das palhas.

desse processo podem ser usadas no artesanato, adubo orgânico, indústria de celulose (em estudo), cobertura de casas etc. Na batção 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, seja 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.

A Figura 7 exibe de 1 a 6, a seqüência do processo de corte das folhas da carnaúba e sua distribuição para secagem no lastro.



Figura 7 – Etapas iniciais do processo de produção de pó cerífero de carnaúba.

Fonte: O autor (2005) - fotos de Gomes, Santos e Araújo [entre 2003 e 2005].

Já existiram tentativas de mudanças na forma de secagem das folhas, com incremento de estruturas de estufas, mas não houve, ainda, disseminação dessa técnica e a secagem permanece na forma tradicional de exposição ao sol sobre o chão. As mudanças mais importantes, no processo de produção de pó, ocorreram com a inserção da máquina de bater palha que agilizou o processo de batição e elevou, amplamente, a produtividade, reduzindo o esforço humano e o contato com o pó em suspensão, no momento da batição, este com possibilidades de provocar problemas respiratórios.

A máquina de bater palha, em geral, é alugada sendo que sua remuneração dá-se em função de cada quilograma de pó gerado. A Figura 8 indica de 1 a 5 a seqüência do processo de batição mecânica das folhas da carnaubeira.



Figura 8 – Etapas finais do processo de produção de pó cerífero de carnaúba - batição mecânica das folhas.

Fonte: O autor (2005) - fotos de Gomes, Santos e Araújo [entre 2003 e 2005].

A Fotografia 4 apresenta os tipos de pó de carnaúba oriundos do processo de batição mecânica.



Fotografia 4 – Tipos de pó cerífero de carnaúba.

Fonte: O autor (2005).

De acordo com SEBRAE-CE (1994), considerando dados das indústrias de cera dos estados do Piauí e Ceará, o pó olho rende de 72% a 90% de 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, sendo a média de 60% (variando para mais ou para menos em 1%) de rendimento 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, caracterizando um baixo nível de dinamismo econômico. Não há uma estrutura produtiva formalizada, o negócio é montado apenas no período da safra com uso de mão-de-obra informal. O baixo progresso tecnológico, principalmente, do corte à secagem, evidencia baixo desenvolvimento que está associado a pouca melhoria nas condições do trabalho, baixa remuneração do trabalho e pouca articulação entre produtores e trabalhadores. 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, pois a exploração do pó cerífero é substancialmente extrativista, sazonal e dependente do mercado externo.

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

Os elementos de eco-eficiência são princípios que norteiam as tomadas de decisões dos empreendedores, ou melhor, são objetivos gerais que as empresas têm que tomar como metas para reduzir o consumo de recursos, o impacto sobre a natureza e aumentar o valor do produto, gerando, gradualmente, produtos com menos usos de recursos naturais e com maior

valor agregado, de uma forma sustentável, essencialmente, nas dimensões econômica e ambiental. Para se fazer uma avaliação dos elementos de eco-eficiência é necessária a identificação de indicadores que reflitam o impacto econômico e ambiental na produção.

A avaliação dos elementos e indicadores de eco-eficiência no processo de produção de pó constituiu-se da verificação da qualidade dos insumos utilizados e seus possíveis efeitos sobre a eficiência ambiental da atividade e; construção e análise de indicadores gerais de eco-eficiência, considerando as informações colhidas na pesquisa direta, em 2004, no município de Campo Maior.

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, no caso investigado, desenvolveu-se pelo arrendatário, no carnaubal da EMBRAPA, em Campo Maior, entre outubro e novembro de 2004, totalizando 45 dias de trabalho. Segundo ele, 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 para o processo de produção de pó.

Indicadores de Eco-eficiência		
Valor do pó cerífero	Valor	Unidade
A Quantidade produzida	3 390,00	kg
B Lucro líquido	1 646,38	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 extraído 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 a um nível mais elevado 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 total em alimentação, inclusive com o consumo do arrendatário, de R\$ 675,00.

Na batição, cada kg de pó foi batido e transportado (levado até o armazém) pelo preço de R\$ 0,50, gerando um custo total de R\$ 1 694,50. Quando não se opta pela batição manual, de forma geral, a produção de pó de carnaúba é atendida por uma estrutura produtiva de batição que abrange todo o mercado. As máquinas de bater pertencentes, principalmente, aos donos de armazéns que compram pó, suprem a demanda pela batição de folhas e também, em muitas vezes, financiam a produção criando uma relação de dependência do produtor para com os mencionados donos de armazéns. No processo analisado, o dono de armazém usou para batição e transporte do pó, um caminhão e uma máquina de bater com capacidade para bater 100 000,00 folhas em oito horas e, no processo de produção de pó investigado, empregou 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 recebe um salário mensal de R\$ 400,00.

A produção de pó 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). Este recurso torna-se o pró-labore do arrendatário.

Tabela 4 – Total das receita, custo total e lucro líquido para o processo de produção de pó.

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 amplo grau de rentabilidade, 823,19% e, entre lucro líquido e receita, mostra um significativo grau de lucratividade, 18,34%. É importante destacar que caso houvesse o pagamento dos encargos sociais da mão-de-obra, na ordem de 80% (geralmente usada em Projetos) sobre o trabalho direto, a atividade tornar-se-ia inviável, pois, nesse processo, representaria um montante de R\$ 3 528,00, corroendo o lucro e gerando prejuízo. Caso levasse em conta os impostos, a atividade ficaria, ainda mais onerada.

5.2.2.1 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 batção mecânica das folhas e na distribuição. Na batção 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, portanto, o elemento de eco-eficiência, “redução da emissão de substâncias tóxicas”.

Torna-se importante destacar os impactos relativos ao diesel, pois, como se sabe, a queima do óleo diesel gera externalidades negativas ao meio ambiente. 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 geram 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 batção 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. Portanto, parece pouco significativa a poluição gerada pela queima do diesel nesse processo, pois são apenas algumas máquinas utilizadas para bater uma grande quantidade de folha, gerando inúmeros empregos. Além do mais, a queima ocorre no próprio carnaúbal 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, geraram um consumo total de energia, na produção de pó, de 708,65 TWh e os cálculos com a irradiação global de 5 700,00 Wh/m² (MARTINS, PEREIRA E ECHER, 2005) propiciou um consumo total em energia de 13,68 MWh, portanto uma diferença muito ampla. O primeiro consumo refere-se à 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 à 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, à energia consumida, e sim a energia que chega à área. Esses fatores, e o fato da energia solar não gerar impacto, levaram à 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 litros/t em UNCTAD (2004), multiplicados pelos poder calórico de 45,01 GJ/t, geraram um consumo de 2,279 GJ. 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 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. Além disso, 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, que além de ser uma fonte renovável, gera menos poluentes.

5.2.2.2 Consumo de materiais e reciclagem

O material utilizado na produção de pó foi, basicamente, a folha da carnaubeira, que é natural. 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 de os agentes produtivos envolvidos afirmarem não existir qualquer prejuízo. As folhas cortadas são repostas, naturalmente, pela planta e podem ser extraídas, outra vez, na safra seguinte, constituindo, portanto, recursos renováveis. 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, o que produz risco de os frutos serem cortados, reduzindo a capacidade de reprodução da espécie no 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 gera sérios problemas de degradação ambiental, comprometendo o desenvolvimento da carnaúba. A Fotografia 5 mostra um flagrante da queima de um carnaubal.



Fotografia 5 – Queimada em um carnaubal em Campo Maior.

Fonte: O autor (2005).

Identificou-se, na produção de pó, um grande consumo de folha e baixo aproveitamento de sua matéria componente, o que 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 pelo fato de 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 têm amplo grau de reciclagem, pois a bagana resultante da batiação mecânica é, substancialmente, utilizada na adubação. As folhas resultantes do processo manual de batiação 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 é que o resíduo gerado pela batiação, a bagana, é aproveitado em outros processos, especialmente, na

agricultura. O talo que é decepado da folha e descartado logo no início do processo, contribui 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.

(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, foram retirados 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. São folhas trituradas pela máquina que, quando sobreposta ao solo, tornam-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 reduziria o desperdício e ainda outras formas de aplicação da bagana, como na indústria de

celulose, melhoraria o grau de aproveitamento. Testes realizados pela Universidade Federal do Paraná mostraram que a bagana da carnaúba produz um papel de excelente qualidade.

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 batição, 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, há perdas significativas por inadequação das embalagens. A atividade de extração do pó de carnaúba necessita de melhorias na secagem, batição 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. Estudo de Costa Filho (2002), mostrou 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. A estrutura física das embalagens formada por entrelaçamento de fibras sintéticas contribui para o desperdício, ampliado com seu uso continuado, que favorece a criação de espaços vazios por onde há perdas significativas, no momento do empacotamento e manejo, devido a textura do pó cerífero ser muito fina. A Figura 9 exhibe a embalagem usada para acondicionar o pó de carnaúba.



Figura 9 – Embalagem usada para acondicionar o pó de carnaúba.

Fonte: O autor (2005)

A embalagem do pó de carnaúba tem características que não se adequam ao uso nessa atividade. Segundo entrevista com o produtor, dono de armazém, 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, portanto, um indicador de grande eficiência. 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. Recomendam-se, portanto, pesquisas e estudos que promovam embalagens mais adequadas, possibilitando ganhos de produtividade.

5.2.2.3 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, no entanto deve-se ter cuidado com o cultivo de outras atividades desenvolvidas no carnaubal e com um manejo adequado da carnaubeira para não prejudicar o seu desenvolvimento nem 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 à 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, visto que a bagana é usada como adubo.

A batição 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.

5.2.2.4 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, possui 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, os quais têm o pó cerífero na sua composição. O processo de produção agrega valor ao pó pela condição de gerar um produto intermediário com baixa agressão ambiental, 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.

5.2.2.5 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.

$$\text{Indicador Consolidado 1} = \frac{\text{Quantidade de pó (A)}}{\text{Influência ambiental (C), (D), (E), (F), (G)}}$$

$$\text{Indicador Consolidado 2} = \frac{\text{Lucro líquido (B)}}{\text{Influência ambiental (C), (D), (E), (F), (G)}}$$

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 ÷ e ₁	0,03	Kg/kg	B ÷ e ₁	0,01	R\$/kg
e ₂ Olhos	A ÷ e ₂	0,09	Kg/kg	B ÷ e ₂	0,05	R\$/kg
F Resíduos sólidos	A ÷ F	0,04	kg/kg	B ÷ F	0,02	R\$/kg
f ₁ Talos	A ÷ f ₁	0,11	kg/kg	B ÷ f ₁	0,05	R\$/kg
f ₂ Bagana	A ÷ f ₂	0,05	kg/kg	B ÷ f ₂	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, exibe 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 prejudica o meio ambiente. Já a energia solar é limpa. O Indicador consolidado 2 mostra uma contribuição de 200,78 ao lucro líquido para cada TWh de energia consumida, o que, 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 o 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, o que torna o presente processo de pesquisa, 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, ainda, 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 ao 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 de os talos apresentarem maior grau de eficiência (0,11) que a bagana (0,05), não são nem mesmo usados 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 o 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, ainda, 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, portanto, é, ambientalmente, sustentável.

5.3 Eco-eficiência na produção de cera de carnaúba

5.3.1 O processo de produção de cera

O processo de produção de cera apresenta heterogeneidade técnica, persiste a produção artesanal e a produção moderna. Em sua fase inicial, era uma atividade, totalmente, artesanal / tradicional em que o pó cerífero era processado com a utilização de: forno, prensa, latões, tecido para filtração, água e mão-de-obra. O pó era colocado em latões com água e levado ao fogo até formar uma cera líquida. Esta ficava decantando por um tempo aproximado de três horas. Ainda em estado líquido, retirava-se, com o auxílio de concha, a cera da parte superior que era filtrada e disponibilizada para solidificar pelo processo natural de esfriamento em formas. O que ficava sedimentado, nos latões, uma mistura de água, detritos e cera, era levado a um novo processo de filtragem em prensas de madeira para retirada do restante de cera. Depois de sólida a cera era quebrada em pedaços menores e ensacada para ser comercializada. A Figura 10 exhibe as etapas de fabricação da cera artesanal.



Figura 10 – Etapas do processo artesanal de fabricação de cera.

Fonte: Fotos de Gomes, Santos e Araújo [entre 2003 e 2005].

Essa cera era produzida, principalmente, no período de safra do pó e sujeitava a demanda às intempéries naturais, criando certa instabilidade no abastecimento do mercado. Uma atividade que gerava riscos aos trabalhadores com o manejo da cera solvida em altas temperaturas e o produto mantinha elevado grau de impureza. A cera do processo artesanal é conceituada pelo IBGE como cera bruta, aquela que não passa por um processo transformação industrial. O Gráfico 1 mostra a produção de cera bruta entre 1920 e 2001.

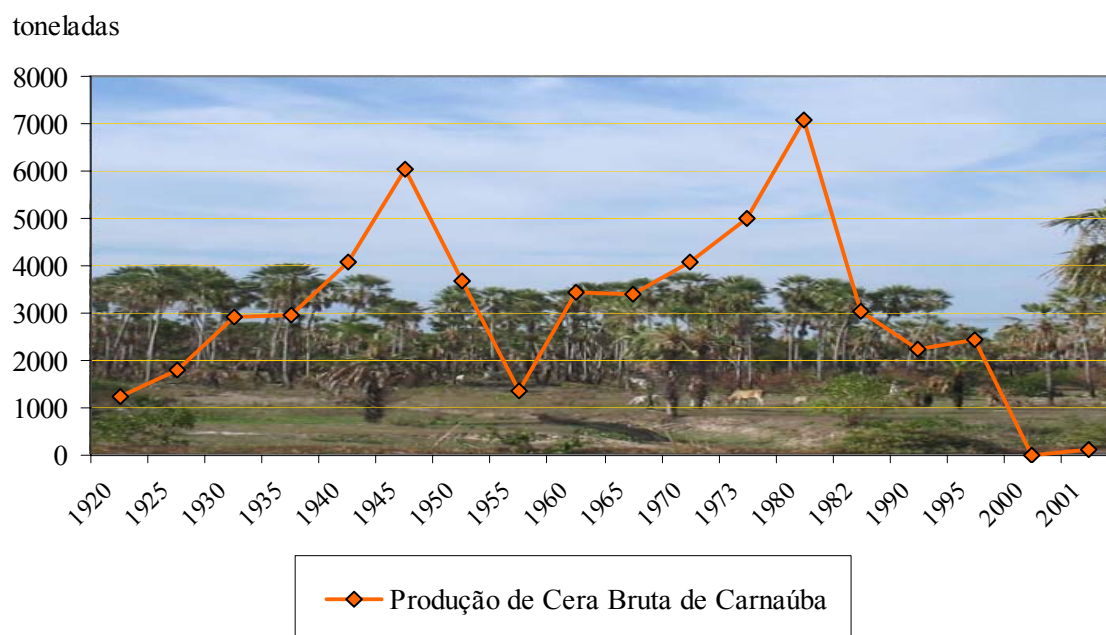


Gráfico 1 - Produção de cera bruta de carnaúba no estado do Piauí.

Fonte: Dados de Anuário Estatístico do Brasil [entre 1920 e 2000] e Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura [entre 1990 e 2001].

Os dados mostram que, principalmente, a partir dos anos de 1980, há uma queda brusca na produção de cera bruta. Em 2000, foram produzidas apenas 19 toneladas, e em 2001, 122 toneladas (Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, 2001). O progresso técnico na produção de cera intensificou-se, principalmente, nos anos seguintes a 1980, absorvendo, a grande maioria da forma tradicional de produção. Por isso, essa representa, hoje, uma parte pouco significativa no mercado e um processo moderno com aparatos técnicos mais sofisticados que atende melhor as exigências do mercado, domina a produção. Usos mais refinados para a cera de carnaúba, como em produtos de uso humano direto (cápsulas de medicamento, alimentos encerados e outros), associado a maiores exigências do mercado externo, contribuíram para ampliar o progresso técnico e a especialização do processo e, atualmente as indústrias desenvolvem atividades de produção de cera durante todo o ano, pois mantém o pó estocado. Reduziu-se, portanto, o grau de sazonalidade na oferta de cera que dependia do período de safra do pó.

A Figura 11 mostra o processo de produção de cera de carnaúba considerado moderno, que passa, essencialmente, por sete etapas:

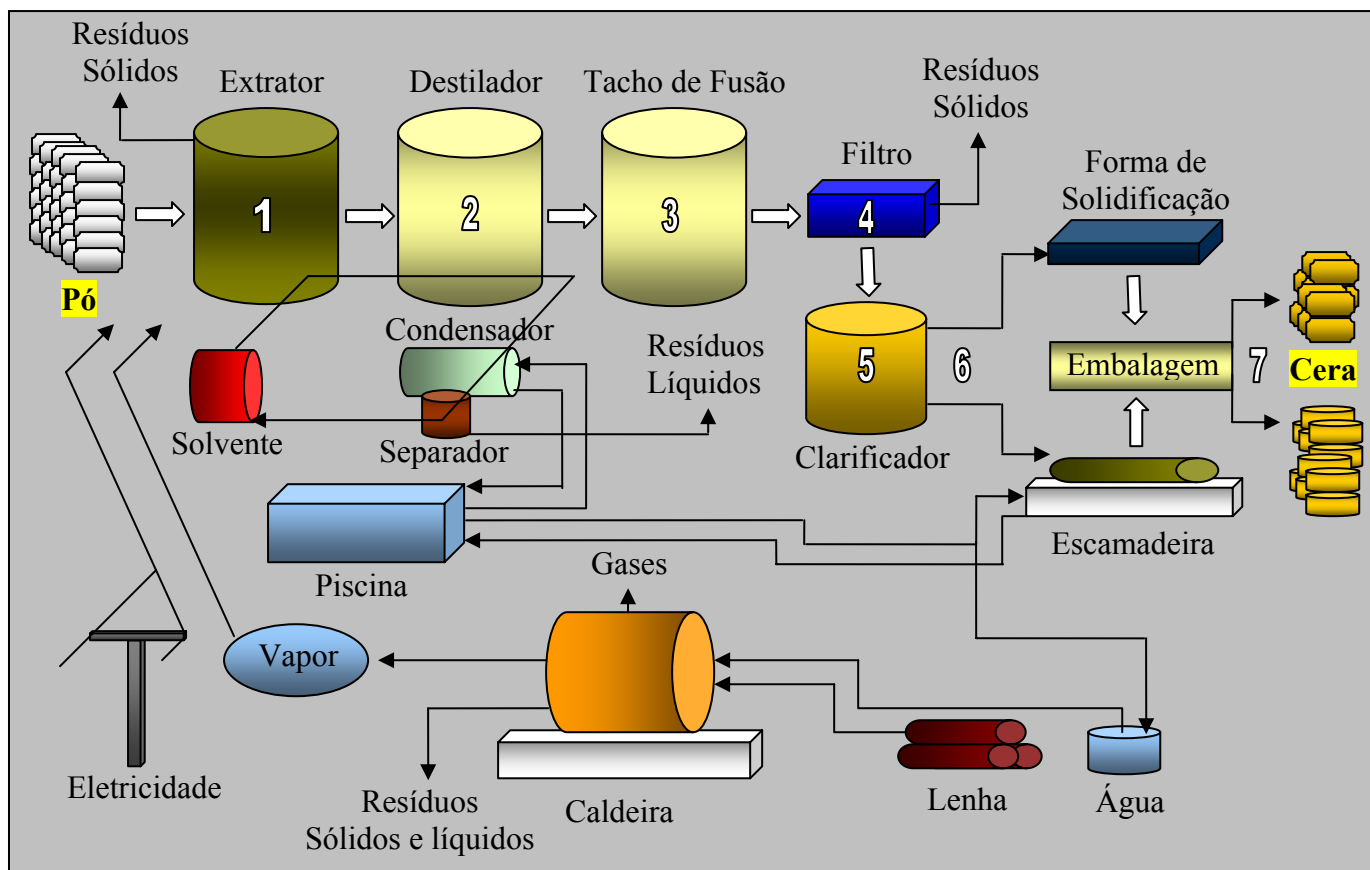


Figura 11 - Processo de produção de cera de carnaúba na indústria moderna.

Fonte: O autor (2004).

O pó cerífero, ao chegar à indústria, é pesado. São retiradas amostras para inspeção de qualidade no laboratório. Passando no teste de qualidade que verifica o grau de pureza e rentabilidade do pó, a compra do pó é aprovada e os sacos de pó cerífero são descarregados e empilhados no armazém, classificados como pó do olho e pó palha. Para iniciar o processo de produção, o pó cerífero é misturado ao material facilitador de drenagem, geralmente, palha de arroz, no Extrator. O processamento do pó olho ocorre, separadamente, do pó palha, gerando tipos de cera com diferentes níveis de qualidade.

1. No **Extrator**, coloca-se a mistura de pó cerífero, material de drenagem e solvente que passa por um processo de aquecimento numa temperatura que varia entre 100 e 120 ° C, gerando um composto de cera fundida, água resultante da perda de umidade e palha de arroz. O solvente, água e cera seguem para a próxima etapa no destilador, através de bombeamento por um motor elétrico. Os resíduos que ficam são compostos, fundamentalmente, por palha de arroz e impurezas, são chamados, na indústria, de borra.

2. O **Destilador** é responsável pela separação da mistura de solvente e água da cera líquida. O solvente e a água evaporam, pelo processo de aquecimento, para o condensador, ficando a cera líquida retida no fundo do recipiente. No condensador, com o uso da água fria da piscina, a mistura de solvente e água é resfriada, voltando ao estado líquido. A água que passou pelo condensador retorna aquecida para a piscina e esfria naturalmente para ser reaproveitada. Depois do condensador, a mistura de água e solvente é separada por diferença de densidade no separador, sendo que a água é descartada como resíduo e o solvente retorna para o recipiente original para ser reaproveitado. Segundo o gerente de produção, ao longo de todo o trajeto do solvente, há perdas na ordem de 5%. A cera líquida passa para o Tacho de Fusão através de bombeamento.
3. O **Tacho de Fusão** é o recipiente que recebe a cera líquida do destilador para que sejam adicionados diatomita e fulmont ou tonsil, argilas usadas na contenção de impurezas no momento da filtragem. A diatomita tem referência na contenção das sujeiras de uma forma geral e o tonsil retém, fundamentalmente, a clorofila misturada ao pó, resultante do processo de exploração. A mistura da cera líquida com essas argilas é bombeada para o processo seguinte, a filtragem.
4. O **Filtro** dispõe de paredes de papel fino ou tecido que retém a diatomita e o tonsil misturados com impurezas, permitindo que a cera passe para o processo de clarificação ou siga direto para a escamadeira ou forma de solidificação. Os resíduos liberados do filtro, geralmente, precisam passar por um outro processo para retirada do restante de cera, em que, segundo o gerente de produção, ficam cerca de 30% de cera. Esses resíduos são, também, chamados de barro.
5. Depois de filtrada, a cera é bombeada para o **Clarificador**, onde sob altas temperaturas, adiciona-se peróxido de hidrogênio (H_2O_2), substância conhecida, popularmente, como água oxigenada. A clarificação é um dos processos mais demorados, pois o H_2O_2 é adicionado à cera, lentamente, até chegar-se ao ponto de clarificação ideal. Dependendo do clareamento e origem da cera, é que ocorre a classificação de alguns tipos de cera: cera do Tipo 1, Tipo 3 e Tipo 4. A cera do Tipo 1 passa pelo processo de clarificação e é originária do olho, tendo melhor preço e qualidade. As ceras do tipo 3 e 4 são ambas originárias das palhas, entretanto a do Tipo 3 é clara e a do Tipo 4 escura por não passar pelo processo de clarificação.
6. Terminada a fase de clarificação, a cera vai para a **Escamadeira** ou para a **Forma de Solidificação**. Na primeira, a cera chega líquida, passa por sobre um rolo

circulante resfriado pela água originária da piscina, gerando uma fina camada sólida de cera que, ao cair no reservatório, quebra-se em pequenos pedaços similares a escama de peixe. O reservatório dispõe de um fundo circulante que leva a cera para embalagem. Quando o mercado exige cera em barra, ela deve ser direcionada a Forma de Solidificação em que fica depositada, para esperar um processo natural de resfriamento. Em geral, a maior parte da produção é escamada.

7. Ao final da Escamadeira, as **embalagens** são colocadas uma a uma, com o auxílio de um operário, até serem completadas de cera. Os sacos de cera são fechados, pesados e levados ao depósito para serem distribuídos. No caso da cera em barra, depois de resfriada, essa será triturada ou cortada em barras e embalada, sendo também levada ao depósito. Além da cera escamada e em barra, existe, também, a cera atomizada que tem a forma de pó e a emulsão de cera, cera na forma líquida.

A Fotografia 6 mostra os tipos de cera escamada oriunda do processo de produção de cera.



Fotografia 6 – Tipos de cera escamada.

Fonte: O autor (2005).

Depois de embalada, a cera fica no depósito, empilhada em sacos, geralmente, de 25 kg para facilitar o manejo, até o processo de distribuição ser iniciado. A distribuição é

feita, essencialmente, através de caminhões e direciona-se, principalmente para o estado do Ceará, de onde a cera é exportada.

Uma caldeira, movida à lenha, responde pela oferta de vapor necessário ao processo industrial. O vapor é utilizado, especialmente, no extrator, destilador, tacho de fusão e clarificador, que demandam aquecimento. A caldeira consome água da piscina para os processos de formação de vapor e para limpeza da fumaça, através do que se chama “lavador de fumaça”, uma estrutura que gera uma chuva sobre a fumaça para retenção de poluentes, gerando menor poluição dos gases residuais. A água resultante desse processo torna-se resíduo, ela contém sedimentos de cinza gerados pela queima da lenha que subiram na fumaça, sendo, portanto, excelente para irrigação, pois leva consigo nutrientes. A lenha, depois de queimada, torna-se uma cinza sólida que também é descartada como resíduo. Na observação feita ao processo, tanto a água quanto a cinza eram utilizados para o cultivo de cana-de-açúcar, atrás das instalações industriais.

A piscina é um recipiente de concreto, abastecido por água de um poço tubular ou de uma rede de abastecimento. A água, em temperatura ambiente, é levada por motores elétricos aos equipamentos que a utilizam e liberam-na aquecida, para que retorne à piscina em forma de uma chuva artificial e fique acondicionada, já em temperatura ambiente, para ser reaproveitada.

A energia elétrica é usada, principalmente, na movimentação de motores que bombeiam a cera líquida de um recipiente para outro, assim como para transposição da água da piscina para resfriar o solvente no condensador e a cera na escamadeira. Ela é usada, também, nos demais motores do processo industrial, bem como na parte de escritório com uso de condicionadores de ar, geladeira, computadores e outros.

O mercado de produção de cera de carnaúba caracteriza-se por apresentar poucas empresas com poder de mercado, configurando uma estrutura similar ao oligopólio em que as indústrias concorrem entre si, disputando, essencialmente, o mercado externo. A maior parte da produção de cera destina-se ao mercado internacional. A cotação de seu preço em dólar, favorece os preços internos para o produtor, principalmente, quando há um cenário internacional favorável. O estímulo às exportações promovidas pelo governo através de isenção de tributos, as boas condições de pagamento do mercado externo e a grande aceitação

externa por ser um produto natural, contribuem para a produção escoar, principalmente, para o exterior.

Um dos maiores problemas enfrentados pelos produtores é a intermediação das vendas no mercado externo, pois são poucos os corretores que vendem a maior parte da produção para um pequeno número de compradores que distribuem o produto. Assim, criam-se fortes influências dos compradores internacionais com exercício de grande poder de compra, caracterizando uma estrutura de oligopsônio, ou seja, o maior poder de mercado está no comprador. O fato de a cera ter pouca participação na composição final dos produtos pode agravar essa situação, entretanto, por outro lado, a condição de ser um produto natural dificulta a participação de produtos substitutos próximos, criando uma estrutura semelhante ao monopólio da cera de carnaúba no mercado de cera vegetal.

No processo de produção de cera, a composição industrial, agregada por indústrias atrasadas e modernas, determina a demanda do pó cerífero e a capacidade de abastecimento de cera no mercado. O processo de produção de cera tem apresentado importância significativa no desenvolvimento regional, sendo um importante dinamizador para a economia piauiense.

5.3.2 Elementos e indicadores de eco-eficiência na produção de cera

A avaliação dos elementos de eco-eficiência na produção de cera constituiu-se na identificação desses elementos, uma apreciação qualitativa dos insumos produtivos na produção de cera e os efeitos sobre o meio ambiente. Os indicadores foram averiguados, também, separadamente, em duas dimensões, o valor da cera e a influência ambiental e, de forma conjunta, através da razão entre o valor da cera e a influência ambiental nos indicadores consolidados.

No processo industrial de fabricação da cera, identificou-se o impacto ambiental relacionado com: consumo de energia, emissões aéreas, consumo de materiais, resíduos sólidos, consumo de embalagem e consumo de água. Esses impactos foram enquadrados nos sete elementos analisados, conjuntamente, em quatro seções: consumo de energia e emissão

de substâncias tóxicas; consumo de materiais e reciclagem; uso sustentável dos recursos renováveis e durabilidade e agregação de valor. Ao final, examinaram-se indicadores consolidados construídos a partir da razão entre a dimensão de valor da cera, representada pela quantidade de cera produzida e pelo lucro líquido, e dimensão ambiental, correspondente aos indicadores de influência ambiental na atividade (consumo de energia, água, materiais, embalagens e geração de resíduos sólidos e emissões aéreas).

Quanto à dimensão **valor da cera**, utilizaram-se dados do ano de 2004 para verificar o nível de produção e lucro líquido. A base da pesquisa, o processo industrial instalado em Campo Maior, tem capacidade produtiva de 2 640,00 toneladas por ano. O investimento inicial para instalação do processo, segundo dados de Gomes, Santos e Araújo [entre 2003 e 2005], foi de R\$ 1 675 000,00, distribuído entre máquinas e equipamentos, móveis e utensílios, obras civis, veículos, instalações, terreno, capital de giro e outros. É, portanto, um investimento significativo que pode limitar a entrada ou saída de novos concorrentes.

Na indústria estudada, o processo tem evoluído significativamente ao longo dos anos, passou de uma produção de 890 000,00 kg de cera em 2002 para 1 314 000,00 kg em 2003 e 1 900 000,00 kg em 2004. O Gráfico 2 mostra a evolução da produção de 2002 a 2004, destacando o percentual de cada tipo de cera produzida.

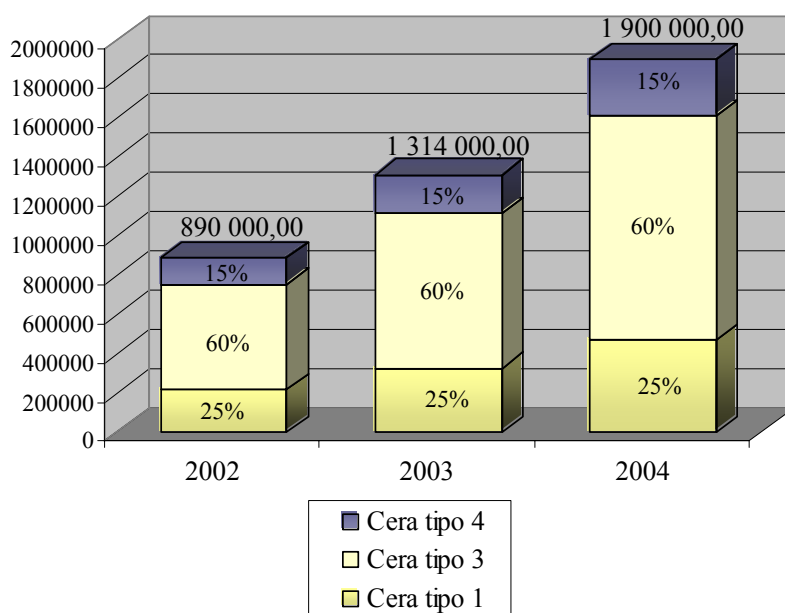


Gráfico 2 - Produção de cera de carnaúba no processo industrial.

Fonte: pesquisa direta (2004).

De 2002 a 2004, o crescimento foi de 113,48 % e, em 2004, a produção representou uso de 71,97% da capacidade instalada. A produção de cera de carnaúba, em 2004, representou 35,61% de toda a cera exportada pela estado do Piauí, nesse ano.

Os dados da pesquisa direta revelaram um produto de 1 900 000,00 kg e possibilitaram a estimativa de um lucro líquido de R\$ 5 771 250,00 para o ano de 2004, em que se considerou a diferença entre todas as receitas e custos de produção e venda. A tabela 11 destaca a produção de cera e o lucro líquido.

Tabela 11 – Indicadores de valor na produção de cera de carnaúba.

Indicadores de Eco-eficiência		
Valor da Cera	Valor	Unidade
A Quantidade Produzida	1 900 000,00	kg
B Lucro líquido	5 771 250,00	R\$

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Esse processo gerou 30 empregos diretos para operários, gerente, técnicos, recepcionistas, vigia e outros. Demandou 2 968 750,00 kg de pó cerífero e outros materiais como peróxido de hidrogênio, argilas, palha de arroz, solvente e tecidos para filtros. O nível de utilização desses recursos e o efeito ao meio ambiente são abordados nas seções seguintes.

5.3.2.1 Consumo de energia e emissões de substâncias tóxicas

O consumo de energia na produção de cera teve como fonte básica a lenha, a eletricidade e o óleo diesel combustível. Esse consumo foi, também, o principal meio de emissão de substâncias que contribuíram, essencialmente, para o aquecimento global.

A lenha, utilizada na caldeira para gerar calor, adveio da mata nativa local, a qual se enquadra em região ecotonal, ou seja, uma área de transição vegetacional em que há a predominância de espécies típicas dos biomas cerrado e caatinga. Apesar de a lenha ser um produto renovável, o seu consumo pode gerar implicações ambientais na medida em que a

retirada da cobertura vegetal nativa, sem a aplicação de um manejo adequado, pode trazer prejuízos ao ecossistema, como perda de espécies, fragmentação da vegetação - isolamento de áreas sem corredores ecológicos - e outros. Deve-se ressaltar que o grau de agressão à natureza depende da forma de exploração e da intensidade de uso dessas matas para formação de lenha. A pesquisa direta revelou que o IBAMA fiscaliza, freqüentemente, junto à empresa o consumo da lenha.

O consumo de eletricidade¹⁰, aparentemente, não gera impactos ambientais, mas o uso de eletricidade gera emissão de CO₂, contribuindo para o aquecimento global. Deve-se considerar, no entanto, que em geral, a eletricidade é uma das fontes de energia mais limpa existente e, além disso, é renovável. Como já se destacou, a eletricidade foi usada, especialmente, na movimentação de motores elétricos, lâmpadas, ventiladores, condicionador de ar, etc.

O diesel combustível é uma fonte não renovável de energia que gera impactos na sua produção e na distribuição. O processo produtivo investigado utiliza caminhões que queimam diesel para o transporte, emitindo substâncias nocivas ao meio ambiente. A queima do diesel ocorreu na produção de cera, pelo uso de uma carreta e um caminhão no transporte de insumos, essencialmente, o pó cerífero, quando a empresa pega-o nas regiões adjacentes e leva para indústria e no transporte da cera até o Porto, do município de Campo Maior a Fortaleza no estado do Ceará.

O consumo de energia no processo de produção de cera pode afetar o elemento de eco-eficiência “Redução da emissão de substâncias tóxicas”, pois o consumo de eletricidade, de certa forma, contribui para o uso de recursos energéticos renováveis, mas foi um consumo, significativamente pequeno, o que não aconteceu com as outras fontes de energia que são mais poluidoras.

A Tabela 12 apresenta o consumo de energia para o processo de produção de cera, perfazendo um total de 132 607,88 TWh de energia relacionado ao consumo de lenha, óleo diesel combustível e eletricidade.

¹⁰ A produção e distribuição de eletricidade geram danos ambientais importantes, como o alagamentos de áreas, podendo destruir espécies de plantas, animais e prejudicar a reprodução de peixes. O desmatamento de áreas para extensão da rede elétrica entre outros problemas são criados pela geração e distribuição da eletricidade.

Tabela 12 – Consumo de energia na produção de cera de carnaúba.

Indicadores de Eco-eficiência			
Influência Ambiental	Valor	Unidade	%
C Consumo de energia	132 607,88	TWh	100,00
c₁ Lenha (1)	127 992,93	TWh	96,52
c₂ Diesel (2)	4 614,95	TWh	3,48
c₃ Eletricidade (3)	0,000192	TWh	0,00

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Nota: (1) A energia produzida pela lenha deu-se pelo consumo de 4 800,00 m³ ou 2 928 000 kg, considerando a densidade de 0,61 g/cm³. Seu poder calorífero foi de 2 898,00 kcal/kg, referenciado em Vale et. al. (2003).

(2) A energia oriunda do diesel refere-se ao consumo de 33 750 litros de diesel consumidos em 2004, que correspondeu a 28 481,01 kg (fator 1 185 litros por toneladas). O poder calorífero do diesel é de 45,01 GJ/t, referenciado em UNCTAD (2004).

(3) Os dados sobre energia elétrica foram obtidos através do informante, com base nas contas mensais da fornecedora.

Do total de energia consumida, a maior parte foi de energia oriunda da lenha, 127 992,93 TWh (96,52 %). O diesel representou 3,48 % do consumo de energia e a eletricidade, 192 000,00 kWh, representou apenas 0,000192 TWh de energia. Não houve maximização do uso da energia menos agressiva ao ambiente, pois, de alguma forma, o impacto do consumo de lenha e diesel é, progressivamente, danoso, emitindo substâncias nocivas à saúde humana, animal e vegetal. A lenha impacta, também, pelo desmatamento.

Do consumo de energia adveio a maior parte das emissões aéreas que contribuíram, potencialmente, para o efeito estufa (Tabela 13).

Tabela 13 – Emissões provocadas pelo consumo de lenha, diesel e eletricidade na produção de cera.

Indicadores de Eco-eficiência			
Influência Ambiental	Valor	Unidade	%
D Emissões de CO₂	3 470 530,90	kg	100,00
d₁ Lenha (1)	3 364 634,33	kg	96,95
d₂ Diesel (2)	94 952,57	kg	2,74
d₃ Eletricidade (3)	10 944,00	kg	0,32

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Nota: (1) As emissões provocadas pela queima da lenha referem-se ao fator de conversão de “peat briquettes” (massa de carvão de turfa), citado em UNCTAD (2004) que teve o nível de emissão de 25,8 t C/TJ, próximo da lenha, representando 94,6 t CO₂/TJ.

(2) As emissões provocadas pelo diesel foram calculadas referenciando UNCTAD (2004), que destacou o fator de conversão para o diesel na ordem de 74,07 toneladas de CO₂ por TJ de energia usada.

(3) As emissões provocadas pela energia elétrica estão referenciadas em UNCTAD (2004) como 0,000057 t CO₂/kWh.

A maior parte das emissões, 96,95%, foi provocada pelo consumo de lenha, que lançou 3 364,63 toneladas de CO₂ em 2004. A combustão do diesel, além da emissão de CO₂, lança outras substâncias como NO_x e SO₂ que contribuem para chuva ácida, mas esse consumo foi, relativamente pequeno em relação ao consumo de lenha, apenas 2,74% das emissões. A eletricidade contribuiu com apenas 0,32% das emissões.

O efeito das emissões da lenha pode ter sido reduzido pela presença da biomassa nativa que deve ter absorvido grande parte das emissões, tendo em vista que a indústria não se encontra em área urbanizada, está, aproximadamente, a uma distância de 7 km do perímetro urbano. Detectou-se, ainda, um sistema de contenção da poluição gerada pela queima da lenha, chamado de “lavador de fumaça” que gera uma chuva sobre a fumaça. A localização da indústria fora do perímetro urbano facilitou, também, a absorção das emissões provocadas pela eletricidade, assim, a concentração de gases e, portanto, o possível efeito sobre o aquecimento global pode ter sido reduzido.

Quanto ao consumo de diesel, o transporte deu-se a longas distâncias o que contribuiu para aumentar o consumo e, portanto, impactar o meio ambiente, entretanto, os maiores trechos das rodovias não estão em perímetros urbanos o que evitou a concentração de gases e facilitou a absorção das emissões pela mata à margem da pista, mas nem todas as substâncias podem ser absorvidas e, de qualquer forma, as emissões provocadas pelo diesel agravam os problemas ambientais.

Uma das medidas que poderia ser tomada para reduzir o impacto do uso da lenha seria a troca dessa fonte energética por outra menos danosa ao ecossistema como uso de bagaço de cana, em que se deixaria de utilizar as matas nativas ou o uso de biodiesel. A indústria já dispõe de plantio de cana irrigado pela água não mais utilizada no processo industrial, então, poder-se-ia utilizar esses materiais como incremento substitutivo da lenha, progressivamente, pelo aumento do plantio. O diesel poderia, também, ser trocado por biodiesel que é um produto renovável e menos poluente, apesar de, também, impactar o meio ambiente.

5.3.2.2 Consumo de materiais e reciclagem

Os materiais consumidos na produção de cera são: pó cerífero, palha de arroz, solvente, argilas, peróxido de hidrogênio e tecido para o filtro.

O pó cerífero é a matéria-prima básica da cera, é um produto natural renovável que provém do corte das folhas da carnaubeira e como já analisado em eco-eficiência na produção de pó, não gera grandes impactos ambientais.

A palha de arroz é um sub-produto do arroz que, geralmente, é descartado como resíduo, servindo como adubo. Na produção de cera, é usado como facilitador de drenagem do pó. É um material natural, não tóxico, biodegradável e renovável. Depois de seu processamento na produção de cera é destinado para adubação.

O solvente é um produto químico tóxico e gera impactos importantes à natureza e ao homem. O solvente utilizado é ISSOL 80-155, com densidade média de $0,7225 \text{ g/cm}^3$ ($20^\circ - 4^\circ \text{C}$). No processo de produção de cera, não houve contato direto desse produto com o ser humano. A maior parte de seu consumo ocorreu pela perda no processo de aquecimento nos extratores e no seu resfriamento no condensador, para retornar ao tanque original e ser reaproveitado.

Consumiram-se dois tipos de argilas na filtração da cera: 1. Diatomita, que tem como composição básica (SiO_2 de 81 – 93 %), é um produto classificado como não perigoso, estável, não inflamável, explosivo ou tóxico; 2. Tonsil, também, tem em sua composição, essencialmente, (SiO_2 de 61 – 71%), é incombustível e não tóxico, quanto à reatividade, é estável e inerte. A Figura 12 expõe essas argilas.



Figura 12 – Argilas usadas na produção de cera de carnaúba.

Fonte: O autor (2005).

O peróxido de hidrogênio H_2O_2 (60%) é oxidante e corrosivo e não inflamável. No processo, ele é adicionado à cera aquecida para o clareamento, o que pode gerar emissões. Não há lançamento ao solo e/ou cursos de água.

O tecido filtro é um material utilizado apenas uma vez no processo de filtração, é um tecido comum de algodão que tem um acabamento rústico.

A maior parte dos materiais utilizados são naturais, renováveis, não perigosos e biodegradáveis. Portanto, podem contribuir para o elemento “Maximização do uso sustentável dos recursos naturais”. A tabela 14 destaca o consumo de materiais para o processo de produção de cera, em 2004.

Tabela 14 – Consumo de materiais no processo de produção de cera.

Indicadores de Eco-eficiência				
Influência Ambiental		Valor	Unidade	%
E	Consumo de materiais	3 637 158,00	kg	100,00
e ₁	Pó cerífero (1)	2 968 750,00	kg	81,62
e ₂	Palha de arroz (2)	428 984,00	kg	11,79
e ₃	Peróxido de hidrogênio (3)	129 200,00	kg	03,55
e ₄	Solvente (4)	68 637,50	kg	01,89
e ₅	Argilas (5)	40 375,00	kg	01,11
e ₆	Tecido filtro (6)	1 211,25	kg	00,03

Fonte: Pesquisa direta (2004).

- Nota: (1) A quantidade de pó foi calculada com base nas informações emanadas pela indústria da proporção de pó usado para cada kg de cera fabricada, 80% de pó para cera tipo 1 (o pó olho rende 80% de cera) e 60% para cera tipo 3 e 4 (o pó palha rende 60% de cera). Como 25% da produção foi cera tipo 1, foram utilizados 593 750,00 kg de pó olho. Os 75% da produção cera tipo 3 e 4 demandaram 2 375 000,00 kg de pó palha.
- (2) Em cada 1600 kg de pó olho, na fabricação de cera, utilizaram-se, 132 kg de palha de arroz e cada 1600 kg de pó palha utilizaram-se 256 kg, gerando um consumo aproximado de 48 984,00 kg de palha de arroz na produção de cera tipo 1 e 380 000,00 de palha de arroz na fabricação da cera tipo 3 e 4.
- (3) Em cada 4 000,00 kg de cera utilizaram-se, em média, 8% (320 kg) desse peso em peróxido de hidrogênio, sendo que, dos 1 900 000,00 de cera fabricados, 15% foi cera do tipo 4, em que não se usa peróxido de hidrogênio, portanto em 1 615 000,00 kg de cera demandaram-se 129 200,00 kg de peróxido.
- (4) Em cada 10 000 kg de cera utilizaram-se 500 litros de solvente com densidade média de 0,7225, perfazendo um consumo de 68 637,50 kg de solvente em toda a produção.
- (5) Em cada 4 000 kg de cera, usaram-se 100 kg de argilas, como não se filtra cera tipo 4, da produção de cera descontaram-se 15%, gerando um consumo de 40 375,00 kg de argilas na produção de 1 615 000,00 kg cera tipos 1 e 3.
- (6) Cada 4 000 kg de cera fabricada demandaram cerca de 3 kg de tecido filtro, como houve a filtração de 1 615 000,00 kg de cera, o consumo de tecido foi de 1 211,25 kg.

A maior parte do consumo de materiais foi de pó cerífero, o insumo básico de fabricação da cera, representando 81,62% de todos os materiais usados na produção de cera. A palha de arroz foi o segundo material mais utilizado, representando 11,79% de todo o consumo. É importante ressaltar que a palha de arroz, depois de usada na fabricação de cera, é reutilizada em outros processos. O peróxido de hidrogênio não é reaproveitado, entretanto utiliza-se um percentual pequeno (3,55%) em relação ao consumo total de materiais. O solvente apresenta um baixo consumo em decorrência, principalmente, de sua reutilização. As argilas, representando 1,11% de todo o consumo de materiais, ainda, têm utilização para adubação e o tecido filtro é descartado, não sendo mais reaproveitado no processo.

O solvente é um material perigoso, mas tem reaproveitamento no processo. As argilas, além de serem reaproveitadas em uma segunda fase na retirada do restante de cera,

podem ser jogadas ao solo, pois se deterioram naturalmente, contudo deve haver cuidados para evitar concentrações, pois o solo pode tornar-se arenoso. A palha de arroz, mesmo sendo usada apenas uma vez, funciona como um bom adubo. Pode-se afirmar que há reaproveitamento da grande maioria dos materiais em que isso é possível, contribuindo, assim, para “intensificação da reciclagem de materiais”.

Os materiais foram as principais fontes de emissão de resíduos sólidos. A tabela 15 mostra os resíduos gerados na produção de cera.

Tabela 15 – Geração de resíduos sólidos na produção de cera.

Indicadores de Eco-eficiência			
Influência Ambiental	Valor	Unidade	%
F Resíduos sólidos	1 450 257,75	kg	100,00
f ₁ Barro (1)	1 020 062,5	kg	70,34
f ₂ Borra (2)	428 984,00	kg	29,58
f ₃ Tecido filtro (3)	1 211,25	kg	0,08

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Nota: (1) O barro representa a soma dos 40 375,00 kg de argilas que entraram no processo com 112 812,5 de impurezas do pó olho (consumo de pó olho menos 1% de umidade e 80% de rendimento em cera) e 866 875,00 de impurezas do pó palha (consumo de pó palha menos 3,5% de umidade e 60% de rendimento em cera). O nível médio de umidade do pó e rendimento em cera foi fornecido pela indústria.

(2) O peso da palha de arroz que entrou no processo, gerou a borra. Desconsideraram-se as impurezas que ficam na palha de arroz. Todas as impurezas foram somadas as argilas gerando o barro.

(3) Esse resíduo ficou representado pelo peso do tecido consumido no processo.

Do total de resíduos emitidos, 71,34% foram barro, formado, fundamentalmente, por argilas e impurezas contidas no pó de carnaúba, outros 29,58% foram borra, composto, essencialmente, por palha de arroz e apenas 0,08% foi tecido. Desses resíduos, apenas o tecido tem problemas na deterioração natural que pode levar um tempo substancial, os demais são biodegradáveis, renováveis e com utilização em outros processos. A Figura 13 mostra o barro e a borra, principais resíduos.



Figura 13 – Resíduos sólidos do processo de produção de cera – barro e borra.

Fonte: O autor (2005).

Geralmente, ficam 30% de cera no barro, por isso esse resíduo retorna aos extratores para retirada do restante de cera em um novo processamento. Depois do processo de fabricação de cera, o resíduo do filtro é também, usado na adubação.

Uma questão importante a ser ressaltada é quanto ao consumo de embalagens. Todas as embalagens que chegam à indústria, acondicionando o pó cerífero, retornam para o vendedor. As embalagens usadas, para empacotar a cera, são formadas por um material plástico resistente e não são reaproveitadas no processo, sendo, um produto descartado no consumo da cera e que deve ser dotado de um manejo adequado para não gerar problemas ambientais, pois a natureza leva muito tempo para deteriorá-lo. A Tabela 16 apresenta o consumo desse tipo de embalagem na produção de cera.

Tabela 16 – Consumo de embalagem na produção de cera.

Indicador de Eco-eficiência		
Influência Ambiental	Valor	Unidade
G Consumo de Embalagens (1)	11 400,00	kg

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Nota: (1) Cada embalagem que acomoda 25 kg de cera pesa 0,15 kg. A produção de cera demandou 76 000,00 sacos, ou seja, 11 400,00 kg de embalagens.

Utilizaram-se apenas 11 400,00 kg de embalagem para acondicionar os 1.900.000 kg, o que evidencia um consumo de embalagem, relativamente, pequeno. A Fotografia 7 exhibe a embalagem com cera.



Fotografia 7 – Embalagem com cera.

Fonte: O autor (2004).

O amplo grau de materiais naturais utilizados nesse processo é um bom indicativo para a atividade e a reutilização contribui, potencialmente, para o elemento “Redução do consumo de materiais” e de uma forma indireta, para “Agregação de valor”, pois produtos associados à redução de impacto ao meio ambiente encontram maior valor de mercado.

Algumas medidas de redução de impacto quanto ao uso de materiais seriam possíveis com a contenção na geração de poluentes; aumento da produtividade na produção do pó cerífero que é o principal material utilizado e; maior reutilização da palha de arroz, não em outros processos, mas sim na fabricação de cera.

5.3.2.3 Uso sustentável de recursos renováveis

A produção de cera mostra certo grau de sustentabilidade ao usar, em sua maioria, materiais e energias renováveis. A energia elétrica e a energia derivada da lenha somam a maior parte da energia consumida e ambas são renováveis. O pó cerífero e a palha de arroz, que somam juntas 93,41% de todos os materiais utilizados na produção de cera, são produtos naturais e renováveis. Como se detectou, o pó cerífero é usado apenas uma vez no processo, mas a palha de arroz (borra) que corresponde a 29,58% de todo o peso dos resíduos sólidos

gerados é aproveitada em outros processos, especialmente na adubação. Portanto, a atividade de produção de cera, em geral, maximiza o uso sustentável de recursos renováveis.

Uma questão preocupante é quanto ao uso da água. A água de abastecimento é um tema global e indispensável para a manutenção da vida, um recurso cada vez mais escasso. A Tabela 17 mostra o consumo de água no processo de produção de cera.

Tabela 17 – Consumo de água na produção de cera.

Indicador de Eco-eficiência		
Influência Ambiental	Valor	Unidade
H Consumo de Água (1)	20 160 000,00	kg

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Nota: (1) Segundo o informante da indústria, são consumidos, em média, 60 000,00 litros de água por dia, considerando 28 dias por mês de trabalho, também por ele informado, o consumo de água, em 2004, foi de 20 160 000,00 kg.

Observa-se que há um grande consumo de água, embora haja reutilização em todo o processo. O consumo de água ocorre pelo resfriamento da cera na escamadeira, resfriamento do solvente no condensador e no uso de água na caldeira que responde por quase metade do consumo em que se faz o processo de vaporização e redução dos poluentes emitidos da fumaça no “lavador de fumaça”. Ocorrem perdas por evaporação quando a água retorna à piscina no processo de reciclagem. É importante ressaltar que grande parte desse consumo refere-se ao desperdício que ocorre na limpeza dos recipientes, em que a água é lançada ao solo. Em 2004, esse desperdício correspondeu a aproximadamente 10% de todo o consumo de água. Essa água não é poluída com qualquer tipo de produto químico ou tóxico e pode ser facilmente reutilizada. A água que sai do lavador de fumaça e a que sai pela perda de umidade dos materiais no extrator são, também reutilizáveis.

É necessário reduzir o nível de desperdício e tomar medidas para o melhor utilização da água, tais como o uso da água que sai do condensador, pela perda de umidade dos materiais, para o resfriamento e reaproveitamento; mudanças na técnica de retorno da água à piscina poderiam reduzir o consumo; a construção de um tanque para receber a água quente que retorna do processo industrial, até que ocorra o processo natural de resfriamento e; a construção de um tanque reserva para acondicionar a água no processo de limpeza da piscina e uso de produtos de limpeza da água quando necessário.

5.3.2.4 Durabilidade e agregação de valor

A cera é um produto intermediário, que entra na composição de outros produtos, é não perecível e de validade indeterminada. Sua propriedade fundamental é ampliar a durabilidade e agregar valor em produtos. Pesquisa sobre conservação do tomate com cera de carnaúba premiou a estudante Marcela Chiumarelli da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade de Campinas, que ganhou o Prêmio Jovem Cientista do CNPq, em 2004. Seu trabalho mostra que frutas perecíveis, quando protegidas por cera de carnaúba, ampliam, significativamente, sua durabilidade. A cera é um importante isolante térmico natural que não gera problemas à saúde humana e amplia a qualidade dos produtos que ela auxilia na composição.

A agregação de valor à cera depende da ampliação de melhorias qualitativas, possíveis com mudanças nos insumos, processos e técnicas de maneira que expanda a satisfação do consumidor com um produto de maior funcionalidade. A redução de materiais por cera fabricada, medidas de contenção de poluição e mudanças em processos e técnicas que gerem ganhos de produtividades elevariam o valor agregado. As qualidades naturais dos vários materiais já elevam a qualidade da cera e, portanto, auxiliam na agregação de valor.

5.3.2.5 Indicadores de eco-eficiência consolidados

Os indicadores de eco-eficiência consolidados mostram a razão entre duas dimensões: valor da cera e influência ambiental. O **valor da cera** foi representado pela massa de cera produzida (**A**) e lucro líquido (**B**) e a **influência ambiental** pelos indicadores, consumo de energia (**C**), emissões aéreas (**D**), consumo de materiais (**E**), geração de resíduos sólidos (**F**), consumo de embalagens (**G**) e consumo de água (**H**). A Tabela 18 mostra os indicadores de eco-eficiência consolidados para o processo de produção de cera.

Tabela 18 – Indicadores de eco-eficiência consolidados no processo de produção de cera.

Indicadores de Eco-eficiência	Indicador Consolidado 1			Indicador Consolidado 2		
	Fórmula	Valor	Unid.	Fórmula	Valor	Unid.
C Consumo de energia	$A \div C$	14,33	kg/TWh	$B \div C$	43,52	R\$/TWh
c₁ Lenha	$A \div c_1$	14,84	kg/TWh	$B \div c_1$	30,06	R\$/TWh
c₂ Diesel	$A \div c_2$	411,71	kg/TWh	$B \div c_2$	1 250,56	R\$/TWh
c₂ Eletricidade	$A \div c_2$	9 895 833 333,33	kg/TWh	$B \div c_2$	30 058 593 750,00	R\$/TWh
D Emissões	$A \div D$	0,55	kg/kg	$B \div D$	1,66	R\$/kg
d₁ Lenha	$A \div d_1$	0,56	kg/kg	$B \div d_1$	1,72	R\$/kg
d₂ Diesel	$A \div d_2$	20,01	kg/kg	$B \div d_2$	60,78	R\$/kg
d₃ Eletricidade	$A \div d_3$	173,61	kg/kg	$B \div d_3$	527,34	R\$/kg
E Consumo de materiais	$A \div E$	0,52	kg/kg	$B \div E$	1,59	R\$/kg
e₁ Pó cerífero	$A \div e_1$	0,64	kg/kg	$B \div e_1$	1,94	R\$/kg
e₂ Palha de arroz	$A \div e_2$	4,43	kg/kg	$B \div e_2$	13,45	R\$/kg
e₃ Solvente	$A \div e_3$	27,68	kg/kg	$B \div e_3$	84,08	R\$/kg
e₄ Argilas	$A \div e_4$	47,06	kg/kg	$B \div e_4$	1 42,94	R\$/kg
e₅ Peróxido de hidrogênio	$A \div e_5$	14,71	kg/kg	$B \div e_5$	44,67	R\$/kg
e₆ Tecido filtro	$A \div e_6$	1 568,63	kg/kg	$B \div e_6$	4 764,71	R\$/kg
F Resíduos sólidos	$A \div F$	1,31	kg/kg	$B \div F$	3,98	R\$/kg
f₁ Barro	$A \div f_1$	1,86	kg/kg	$B \div f_1$	5,66	R\$/kg
f₂ Borra	$A \div f_2$	4,43	kg/kg	$B \div f_2$	13,45	R\$/kg
f₃ Tecido filtro	$A \div f_3$	1 568,63	kg/kg	$B \div f_3$	4 764,71	R\$/kg
G Consumo de Embalagens	$A \div G$	166,67	kg/kg	$B \div G$	506,25	R\$/kg
H Consumo de Água	$A \div H$	0,09	kg/kg	$B \div H$	0,29	R\$/kg

Fonte: Pesquisa direta (2004).

Em **consumo de energia**, o indicador consolidado 1 mostra que cada TWh de energia usada gerou 14,33 kg de cera. Das fontes de energia utilizadas, a que se mostrou amplamente eficiente foi a energia elétrica e a menor foi a energia oriunda da lenha que cada TWh de energia consumida criou 14,84 kg de cera. O diesel apresentou um grau de eficiência substancialmente maior que a lenha, 411,71 kg de cera para cada TWh de energia gasta. Isso significa que cada litro de diesel gerou 56,30 kg de cera, já a lenha, cada m³ queimado gerou 395,86 kg. O indicador consolidado 2 exhibe que cada TWh de energia criou R\$ 43,52 de lucro líquido, evidenciando a mesma tendência observada no indicador consolidado 1, a energia elétrica contribuiu significativamente para a formação de lucro e lenha deu a menor contribuição.

O indicador consolidado 1 de 0,55 referente às **emissões** mostra que a produção de cera contribui, potencialmente, para o efeito estufa, pois cada kg de CO₂ emitido relacionou-se à produção de apenas 0,55 kg de cera. O indicador de maior eficiência foi a eletricidade que cada kg de CO₂ emitido correspondeu a 173,61 kg de cera produzido e o menor foi a lenha que gerou apenas 0,56 kg. A relação entre formação de lucro e cera produzida no indicador consolidado 2 destaca um baixo indicador, 1,66 kg / kg, ou seja, cada kg de emissão favoreceu a produção de 1,66 kg de cera.

Quanto ao **consumo de materiais**, o indicador consolidado 1 informa que cada kg de material fabricou apenas 0,52 kg de cera, revela grande consumo de materiais por unidade de produto gerada. Dos materiais utilizados, o que tem maior eficiência é o tecido filtro em que cada kg filtrou 1 568,63 kg de cera e o menor foi o pó cerífero em que cada kg gerou apenas 0,64 kg de cera. A palha de arroz teve, relativamente, baixa eficiência, cada kg de palha de arroz fez 4,43 kg de cera. Para cada kg de argila utilizada, fabricou-se 47,06 kg de cera, para cada kg de solvente criou 27,68 kg e para cada kg de peróxido de hidrogênio teve-se 14,71 kg de cera, ou seja, esses materiais tiveram relativa eficiência. Esse indicador reflete, relativamente, o grau de pressão sobre recursos naturais da atividade de produção de cera. É uma referência importante para balizar tomadas de decisões que promovam a redução no consumo de recursos. O indicador consolidado 2 mostra que os materiais geram baixo lucro líquido por cera produzida, cada kg de material consumido gerou apenas R\$ 1,59 de lucro líquido para a atividade. O mais eficiente, economicamente, foi o tecido filtro e o menos, o pó cerífero.

Nos **resíduos sólidos**, o indicador consolidado 1 destaca que, para cada kg de resíduo gerado, fez-se 1,31 kg de cera, sendo que o resíduo que mostra maior eficiência é o tecido filtro e o menor é o barro. O indicador consolidado 2 mostra relativa eficiência econômica em relação à geração de resíduos, pois, para cada kg de resíduo gerado, conseguiu-se um lucro líquido de R\$ 3,98. Como cada processo de produção gera de alguma forma resíduo, é importante que esses sejam, pelo menos, eficientes, ou seja, utilize-se o mínimo e propicie o máximo de valor agregado, além de não serem tóxicos e/ou prejudiquem o meio ambiente de alguma forma. Os resíduos sólidos do processo de produção de cera, em sua maioria, são reaproveitados. O único que não é reaproveitado é o tecido filtro, entretanto ele apresenta grande eficiência.

O **consumo de embalagem** apresenta eficiência, pois o indicador consolidado 1 demonstra que, para cada kg de embalagem usada, fabricam-se 166,67 kg de cera e o indicador consolidado 2 revela que, cada kg de embalagem propicia R\$ 506,25 de lucro líquido. Esse indicador implica em baixa pressão sobre os recursos naturais, quando comparado com os demais indicadores.

O **consumo de água** é um indicador preocupante, pois revela intenso uso de água por kg de cera produzida. O indicador consolidado 1 expõe que cada kg de água gera apenas 0,09 kg de cera e o indicador consolidado 2 diz que cada kg de água gera apenas R\$ 0,29 de lucro líquido. Deve-se, portanto, tomar-se medidas de contenção do uso de água.

Pode-se inferir, mesmo sem uma avaliação temporal de desempenho dessa atividade, que a produção de cera gera pouco impacto sobre o meio ambiente e, portanto, é, ambientalmente, sustentável. Necessita-se, contudo, de redução de impactos do consumo de água, que apresentou o pior indicador; do consumo de materiais, que mostrou grande consumo de pó cerífero por produto gerado e das emissões, principalmente, da lenha que mostrou pouca eficiência.

6 CONCLUSÃO

As empresas vêm incorporando as premissas de desenvolvimento sustentável, principalmente, a partir dos anos de 1990 e a eco-eficiência é um conceito com esse propósito que busca conciliar desenvolvimento econômico com redução de impacto ambiental, gerando produtos com maior valor agregado. Há que se considerar que a eco-eficiência contribui para mudança de conduta nas empresas, pois visa a ampliação das medidas de racionalização de processos e produtos, alavancando, de forma direta ou indireta, melhorias na qualidade de vida das pessoas. A incorporação da eco-eficiência como um princípio fundamental da gestão estratégica empresarial precisa ser ampliada em todos os segmentos produtivos, independente, da dimensão do negócio. As organizações empresariais têm papel fundamental na articulação e disseminação desse conceito e a sociedade, de forma geral, necessita, através de suas instituições, disseminar, apoiar e exigir condutas eco-eficientes, transformando os negócios em eco-negócios.

A carnaúba é uma árvore exuberante que, ao longo do processo histórico de formação e desenvolvimento da sociedade piauiense, tem sido de grande importância econômica e social. A extração do pó de carnaúba das folhas e sua transformação, pelo processo industrial, em cera, tornaram-se as atividades mais promissoras.

O processo produtivo de pó cerífero mantém baixo padrão tecnológico e relativa capacidade de absorção de mão-de-obra, no entanto existem precárias condições de trabalho, baixa remuneração do trabalho e informalidade, contribuindo para reduzido dinamismo econômico. Apesar de importantes gargalos limitarem o desenvolvimento da atividade de produção de pó cerífero, a geração de emprego, renda e a manutenção da demanda, principalmente, dinamizada em nível internacional, têm sido, historicamente, vetores que evitaram o seu declínio.

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. Recomendam-se, portanto, estudos técnicos que permitam a descoberta de embalagens que gerem 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. Em geral, a produção de pó agride pouco a natureza, mas 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.

A produção de cera apresenta heterogeneidade técnica por existirem indústrias tradicionais e modernas, mas com prevalência destas que têm condições produtivas formalizadas, mão-de-obra com carteira assinada e boas condições de trabalho. A indústria tem funcionamento regular durante o ano inteiro, através da acumulação de estoque de pó no período de safra. Tem maior capital por mão-de-obra e, portanto, absorve menos mão-de-obra, proporcionalmente, que a extração de pó, mas gera maior dinamismo pelo efeito sobre outras atividades envolvidas. As indústrias do setor de produção de cera têm, em média, o mesmo padrão técnico.

A produção industrial de cera apresenta, em relação ao consumo de energia, grande uso de lenha e relativo consumo de diesel que favorecem a emissão de substâncias que contribuem, potencialmente, para o efeito estufa, no entanto, apresenta um amplo grau de eficiência no uso de energia elétrica. Mesmo emitindo significativa quantidade de CO₂ e outras substâncias nocivas, que contribuem para o efeito estufa e trazem prejuízos à saúde de todos os seres vivos, a localização do parque industrial, em área não urbanizada, contribui para redução desse impacto. Apesar de utilizar diversos materiais (pó cerífero, solvente, argilas, peróxido de hidrogênio, palha de arroz e tecido filtro) e formar grande quantidade de resíduos (borra, barro e tecido), o maior peso desses materiais no processo são naturais e renováveis (pó cerífero, palha de arroz), com baixo impacto ambiental quando se tornam resíduos. As embalagens, compostas por material plástico, mostraram amplo grau de eficiência. O grande consumo de água gerou baixa eficiência nesse indicador, sendo, portanto,

necessários estudos e medidas que resolvam o problema de desperdício e que ampliem o reaproveitamento da água no processo, mesmo considerando que esta já é reaproveitada e não contaminada, no caso analisado. O processo de produção de cera impacta o meio ambiente com uso intenso de água, utilização da lenha como fonte energética, consumo de produtos químicos e emissão de poluentes, entretanto atende importantes elementos de eco-eficiência como a reutilização de materiais e consumo de materiais renováveis.

O estudo apresentou um conjunto de dificuldades quanto ao acesso de dados, especialmente, junto à indústria, pois não foi possível obter as informações, diretamente, nos registros contábeis da empresa, mas pelo gerente de produção, que se baseou em proporção de uso de energia, materiais e geração de resíduos, por produto gerado. Portanto, isso impossibilitou 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 indústrias 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 poderia ser considerado pequeno ou grande na produção de pó e cera de carnaúba e nem mesmo em outras atividades similares.

Conclui-se que, tanto a produção de pó, principalmente, quanto à industrialização da cera, mesmo não adotando, por parte de seus agentes produtivos, os princípios de eco-eficiência como uma prática, são, ambientalmente, pouco agressivas pelas próprias características dos processos, e a produção de cera, essencialmente, é, economicamente, rentável. A tomada do conceito de eco-eficiência como premissa na produção de pó e cera poderia garantir, ao longo do tempo, redução do impacto ambiental dessas atividades e manutenção e/ou elevação do desempenho econômico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova fronteira, 2002.
- _____. O novo valor empresarial: como criar uma estratégia corporativa sustentável. In: **Revista Exame**, nº 25, 10 dez. 2003a. p.158.
- _____. O mundo dos negócios e o meio ambiente no século 21. In: TRIGUEIRO, A. (Org.). **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003b. p. 122-141.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: **IBGE**, entre 1920 e 2000.
- BACKER, P. de. **Gestão ambiental: A administração verde**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 252p.
- BESSERMAN, S. A lacuna das informações ambientais. In: TRIGUEIRO, A. (Org.). **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 90-105.
- BOFF, L. Ecologia e espiritualidade. In: TRIGUEIRO, A. (Org.). **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 34-43.
- 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.
- BROWN, L. **A economia e a Terra: eco-economia**. Copyrights 2003, EPI - Earth Policy Institute / UMA- Universidade Livre da Mata Atlântica: Disponível em: <<http://www.uma.org.br>>. Acesso em: 20 março 2004.
- BRÜSEKE, F. J. O problema do desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza: Estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez; Recife- PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2003. p. 29-40.
- CAPRA, F. Alfabetização ecológica: o desafio para a educação no século 21. In: TRIGUEIRO, A. (Org.). **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 18-33.
- CARVALHO, F. P. A. de; GOMES, J. M. A. (Coord.) e SOARES FILHO, J. **Projeto Qualidade de vida no semi-árido piauiense**. Water Availability and Ecological, Climatic and Socio-Economic Interactions. In: Subhumid and Semi-Arid Northeastern Brazil (CNPq/BMBF). Teresina: Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (TROPEN), PRPPG, UFPI, 2002.
- CARVALHO, J. B. de M. **Ensaio sobre a carnaubeira**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, Ministério da Agricultura, 1942.

CASADIO, E. S. **Uma avaliação da política de preços mínimos para a cera de carnaúba**. Brasília: Comissão de Financiamento da Produção – Ministério da Agricultura, 1980.

CAVALCANTI, C. Sustentabilidade da economia: paradigmas alternativos de realização econômica. In: CAVALCANTI, C. (Org). **Desenvolvimento e natureza**: Estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2003. p.153-154.

CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem). **Cempre informa: você pergunta**. nº 61 - jan / fev 2002. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>>. Acesso em: 2 jul. 2004.

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

CEBDS (Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável). **Vantagens da ecoeficiência**. Disponível em: <<http://www.cebds.com>>. Acesso em: 04 jul. 2004b.

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.

DELEVORYAS, T. **Diversificação nas plantas**. São Paulo: Pioneira, 1978, 184 p.

ETENE (Departamento de Estudos Econômicos do Nordeste). **A carnaubeira e seu papel como uma planta econômica**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil S.A, 1972.

DIEGUES, A. C. Escolas atuais do pensamento ecológico e a questão das áreas protegidas. In: **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo; HUCITEC, 1996, p.39-51.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 169 p.

DUARTE FILHO, F. H. **A industrialização como sinônimo de progresso e desenvolvimento para Belo Jardim-PE: verdades, limites e contradições**. 2002. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba/ Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Sub-Programa UFPB/UEPB. João Pessoa, 2002.

EMBRAPA; MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **PI22_46.JPG**. Brasília - DF: EMBRAPA, 2002. 1 imagem de satélite. 292,663 Kb. LANDSAT – 7 / ETM+ ou 5 TM. NE. 1999. 1 CD ROM.

FARIAS, R. R. S. de. **Florística e fitossociologia em trechos de vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, Piauí**. 2003. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

CEPRO (Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí). **Perfil dos municípios**. Teresina: CEPRO, 1992. p. 105-108.

CEPRO e IBGE. **Atlas do estado do Piauí**. Rio de Janeiro: CEPRO, 1990.

FURTADO, C. **O mito do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 3ª ed. 1996.

GIL, G. Algumas notas sobre cultura e meio ambiente. In: TRIGUEIRO, A. (Org.). **Meio ambiente no século 21**: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 44-57.

GIULIANI, J. M. A questão ecológica, a indústria, o capitalismo. In: **Raízes**: Revista de Ciências Sociais e Econômicas. UFPB, Campus II, ano XVIII, n. 19, maio/99, p. 9 – 15.

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.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 1, 2001.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Cidades@**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: abril 2005.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Macrozoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do rio Parnaíba**. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

LEIS, H. R. In: VIOLA, E. J. et. al. **Meio Ambiente, desenvolvimento e cidadania**: desafios para as ciências sociais. São Paulo: Cortez, 2001, p. 15-43.

LIMA, I. M. M. F. Relevo piauiense: uma proposta de classificação. Teresina: **Carta CEPRO**. v. 12 n. 2 p. 55-84 Agosto/Dezembro 1987.

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.

MARX, K. Acumulação primitiva. In: **O Capital: crítica da economia política**, Rio de Janeiro, 1996.

MCCORMICK, J. **Rumo ao paraíso**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1992. 224 p.

MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). **Correção dos valores para considerar a combustão incompleta**. Disponível em: <http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 04 fev. 2005.

MDIC (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior). **Sistema aliceweb**. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 15 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.

PONTES, A. Cera de carnaúba retoma crescimento internacional. **Gazeta Mercantil**. Brasília-DF, 20 jun. 2001. Disponível em: <http://www.funbio.org.br/port/noticias/clip06c_2001.htm#cera>. Acesso em: 02 nov. 2002.

PRODUÇÃO DA EXTRAÇÃO VEGETAL E DA SILVICULTURA. Rio de Janeiro: **IBGE**, v.16, p.1-353, 2001. ISSN 1676-9244 (CD-ROM).

PRODUÇÃO DA EXTRAÇÃO VEGETAL E DA SILVICULTURA. Rio de Janeiro: **IBGE**, entre 1990 e 2001.

RIBEIRO, R. A. **Economia piauiense**. Teresina, 2001, 61 p. Trabalho não publicado.

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: LUSTOSA, M. C.; MAY, P. H.; VINHA, V. da. (Org.). **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p. 1-29.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das letras, 2000.

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.

SPINOLA, R. Ceará quer incrementar indústria da carnaúba. **Net Estado**. São Paulo, 31 dez. 1997. Disponível em: <http://www.estado.estadao.com.br/jornal/suplem/a.html>>. Acesso em: 03 nov. 2002.

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). **Manual for the preparers and users of eco-efficiency indicators**. Version 1.1, United Nations, New York and Geneva, 2004.

VALE, A. T. do, et. al. **Estimativa do consumo residencial de lenha em uma pequena comunidade rural do município de São João D' Aliança, GO**. In: Ciência Florestal, v. 13, n. 2, p.159-165, 2003.

VEIGA, M. R. Ecoeficiência - Compromisso para o Novo Milênio. In: Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). **Cempre informa: reciclando idéias**. nº 53 - nov / dez. 2000. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>>. Acesso em: 2 jul. 2004.

VILHENA, A; POLITI, E. **Reduzindo, reutilizando, reciclando: a indústria ecoeficiente**, São Paulo: CEMPRE-Compromisso Empresarial para Reciclagem: SENAI, 2000.

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 Sustainable Development). **Eco-efficiency - creating more value with less impact**. October, 2000. Disponível em: <<http://www.wbcd.ch>>. Acesso em: 28 mar. 2004a.

WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). Eco-eficiência: criar mais valor com menos impacto. Portugal: **Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (BCSD – Portugal)**, 2000. Disponível em: <<http://www.wbcsd.ch>>. Acesso em: 28 mar. 2004b.

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. 2004c.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário aplicado na produção de pó de carnaúba



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ (UFPI)

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG)

Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (TROPEN)

Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)

Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (MDMA)

Nome do carnaubal:

Tamanho do carnaubal:

Localização do carnaubal:

Produto: pó cerífero (olho e palha)

Nome do informante:

Função:

Contato:

1 INDICADORES DE VALOR NA PRODUÇÃO DE PÓ CERÍFERO DE CARNAÚBA

1.1 Quantidade de pó cerífero produzida (em kg)?

Quantos quilogramas de pó cerífero são produzidos com a batidação de 1000 palhas de carnaúba?

1000 olhos –

1000 bandeiras –

Quantas palhas de carnaúba foram batidas?

Olho –

Bandeira –

Produção de pó cerífero

Ano	Pó olho	%	Pó palha	%	TOTAL
2002					
2003					
2004					
TOTAL					

1.2 Qual preço médio do kg de pó, em R\$?

Ano	Pó olho	%	Pó palha	%	TOTAL
2002					
2003					
2004					
TOTAL					

1.3 Faturamento de venda do pó cerífero (em R\$)?

Ano	Pó olho	%	Pó palha	%	TOTAL
2002					
2003					
2004					
TOTAL					

1.4 Qual o custo total da produção de pó cerífero (em kg)?

Ano	Pó olho	%	Pó palha	%	TOTAL
2002					
2003					
2004					
TOTAL					

1.5 Vendas líquidas (valor das vendas – custos) (em R\$) ?

Ano	Pó olho	%	Pó palha	%	TOTAL
2002					
2003					
2004					
TOTAL					

2 INDICADORES DE INFLUÊNCIA AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE PÓ CERÍFERO DE CARNAÚBA**2.1 Consumo de energia por tipo de pó****2.1.1 Energia solar (em kWh)**

Qual o tamanho do lastro e quantas palhas são secas em 5 dias ao sol?

R –

Consumo de energia solar

Ano	Pó olho	%	Pó palha	%	TOTAL
2002					
2003					
2004					
TOTAL					

2.1.2 Óleo diesel combustível (em l)

Qual o ano e o a marca do caminhão usado para bater as palhas de carnaúba?

R –

Quanto tempo de funcionamento do caminhão é necessário para bater 1000 palhas de carnaúba?

R –

Quantos litros de óleo diesel combustível são queimados, em média, para bater 1000 palhas de carnaúba?

R –

Consumo de óleo diesel combustível (em l)

Ano	Pó olho	%	Pó palha	%	TOTAL
2002					
2003					
2004					
TOTAL					

2.2 Consumo de água por tipo de pó (em l)

Quantos litros de água são consumidos para produzir 1000 kg de pó cerífero?

R –

Ano	Pó olho	%	Pó palha	%	TOTAL
2002					
2003					
2004					
TOTAL					

2.3 Consumo de materiais por tipo de pó

2.3.1 Quantidade de palhas usadas (ver em kg)

Quantas palhas olho e bandeira foram usadas em cada ano?

Olho (2002 - ;2003 - ;2004 -)
 Bandeira (2002 - ;2003 - ;2004 -)

Qual o peso médio de cada palha de carnaúba depois de seca ?

Olho -

Bandeira -

Consumo de palha (em kg)

Ano	Pó olho	%	Pó palha	%	TOTAL
2002					
2003					
2004					
TOTAL					

2.4 Embalagens usadas (em kg)

Quantos quilogramas de pó cerífero cabem em cada saco?

R –

Quantos sacos foram usados em cada ano?

R –

Qual o peso médio de cada saco usado na embalagem do pó?

R –

Peso das embalagens usadas na produção de pó (em kg)

Ano	Pó olho	%	Pó palha	%	TOTAL
2002					
2003					
2004					
TOTAL					

2.5 Resíduos gerados na produção de pó cerífero**2.5.1 Talo (em kg)**

Quantos talos viram resíduo no corte de cada palha?

R –

Qual é o peso médio de cada talo despedido no corte das palhas?

R –

Peso total dos talos gerado na produção do pó (em kg)

Ano	Pó olho	%	Pó palha	%	TOTAL
2002					
2003					
2004					
TOTAL					

2.5.2 Bagana (em kg)

Uma palha gera, em média, quantos kg de bagana?

R –

Quantos quilogramas de bagana são gerados na produção do pó cerífero?

R –

Bagana gerada (em kg)

Ano	Pó olho	%	Pó palha	%	TOTAL
2002					
2003					
2004					
TOTAL					

3 QUESTÕES GERAIS

3.1 A produção de pó cerífero é um bom negócio do ponto de vista econômico?

R –

3.2 Quantos empregos diretos são gerados em cada ano de produção?

R –

3.3 Qual a média salarial paga aos empregados?

Vareiro –

Aparador –

Cozinheiro –

3.4 O que deve ser melhorado na produção de pó cerífero?

R –

3.5 Existe algum controle de qualidade do pó? Caso sim, quais?

() Sim

() Não

R –

3.6 Houve algum incremento no padrão tecnológico ao longo desses anos? (máquina, org. do trabalho e ou processo produtivo)

R –

3.7 Há esforço para economizar recursos, energia, água?

R –

3.8 O Sr. acha que o trabalho é perigoso ou seguro? Por que?

R –

3.9 O Sr. acha que o trabalho é desgastante? Por que?

R –

3.10 Na sua visão o negócio

() Melhorou

() Está igual ao que era

() Piorou

3.11 O que deveria ser feito para melhorar a produção do pó cerífero?

R –

3.12 O que o Sr. entende por meio ambiente?

R –

3.13 Existe algum cuidado com o carnaubal para haja produção no ano seguinte?

R –

3.14 É proibido o corte da carnaúba?

R –

3.15 É necessário queimar o carnaubal sempre para melhorar a produção?

R –

3.16 Na sua compreensão a produção de pó agride ao meio ambiente? O Sr. tem preocupação com o meio ambiente?

R –

3.17 O Sr. acha que existe fiscalização ambiental?

() sim () não

3.18 Caso sim, qual o órgão que mais fiscaliza?

() Prefeitura () IBAMA () Outros: _____

3.19 O que deve ser melhorado na produção de pó quanto a questão ambiental?

R –

3.20 Quais os resíduos gerados na produção de pó? E quais os seus respectivos destinos?

R –

3.21 Na produção de pó há tratamento e reutilização de resíduos sólidos e líquidos, caso sim, quais e como?

R –

3.22 As embalagens são de material virgem ou reciclado? Há reaproveitamento de embalagens?

R –

Data:

Pesquisador: Francisco Prancacio Araújo de Carvalho

Orientação: Prof^a Dr^a Jaira Maria Alcobaça Gomes

APÊNDICE B – Questionário aplicado na produção de cera de carnaúba



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ (UFPI)

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG)

Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (TROPEN)

Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)

Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (MDMA)

Nome da empresa:

Ramo industrial:

Produto Industrializado:

Nome do informante:

Cargo na empresa:

Contato:

1 INDICADORES DE VALOR NA PRODUÇÃO DE CERA DE CARNAÚBA

1.1 Quantidade de cera produzida e vendida (em kg)?

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

A produção é toda escamada ou tem produção em bloco? Em qual proporção caso tenha ocorrido? Qual tipo?

R –

1.2 Qual preço médio do kg de cera no mercado interno, em R\$ e, no mercado externo, em US\$?

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	Preço Médio
2002							
2003							
2004							
Preço Médio							

1.3 Faturamento de venda da cera (em R\$)? (pxq)

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

1.4 Qual o custo total da produção de cera?

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

Qual a proporção entre custos fixos e custos variáveis? Quais seriam os custos fixos e os custos variáveis?

R –

1.5 Vendas líquidas (valor das vendas – custos dos produtos) (em R\$) ?

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

Na produção e na venda há algum tipo de imposto? Caso sim quais?

R –

Quais os custos incorridos na venda da cera?

R –

2 INDICADORES DE INFLUÊNCIA AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE CERA DE CARNAÚBA

2.1 Consumo de energia por tipo de cera

2.1.1 Eletricidade (em kwh)

Qual o consumo mensal de energia elétrica?

2002 –

2003 –

2004 –

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.1.2 Lenha (em m³)

Qual a quantidade de lenha consumida por mês?

2002 –

2003 –

2004 –

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.2 Consumo de água por tipo de cera (em l)

Qual o consumo diário de água em litros? (quantos dias são trabalhados no mês? R -)

2002 –

2003 –

2004 –

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.3 Consumo de materiais por tipo de cera

2.3.1 Pó cerífero (em kg)

Qual o rendimento do pó cerífero para cada quilo de cera?

2002 – (tipo 1 - ; tipo 3 - ; tipo 4 -)

2003 – (tipo 1 - ; tipo 3 - ; tipo 4 -)

2004 – (tipo 1 - ; tipo 3 - ; tipo 4 -)

Consumo de pó cerífero

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.3.2 Palha de arroz (em kg)

Quantos sacos de palha de arroz de 7 kg são usados em uma semana?

2002 –

2003 –

2004 –

Consumo de palha de arroz

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.3.3 Solvente (em l)

Quantos litros de solvente são reabastecidos ao processo para cada 10.000 kg de cera produzida?

2002 –

2003 –

2004 –

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.3.4 Argilas (kg)

Quantos sacos de argila de 25 kg são utilizados para cada filtragem de 4000 kg de cera?

2002 –

2003 –

2004 –

Consumo de argila

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.3.5 Peróxido de Hidrogênio (em l)

Quantos litros de peróxido de hidrogênio são utilizados na fabricação de 4000 kg de cera?

2002 –

2003 –

2004 –

Consumo de peróxido de hidrogênio

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.3.6 Tecido Filtro (em m²)

Quantos metros quadrados de tecido com peso de 0,143 kg cada são utilizados para filtragem de cada 4000 kg de cera ?

2002 –

2003 –

2004 –

Consumo de tecido filtro (em kg)

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.4 Embalagens usadas (em kg)

Quantos quilogramas de cera são acondicionados em uma embalagem de 0,150 kg de peso?

2002 –

2003 –

2004 –

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.5 Resíduos por tipo de cera

2.5.1 Palha de arroz (em kg)

Quantos quilogramas de palha de arroz tornam-se resíduos para cada 4000 kg de cera produzidas?

2002 –

2003 –

2004 –

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.5.2 Solvente (em l)

Quantos litros de solvente são desperdiçados na produção de 10.000 kg de cera?

2002 –

2003 –

2004 –

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.5.3 Argilas (em kg)

Quantos quilogramas de argila são descartados na produção de 4000 kg de cera ?

2002 –

2003 –

2004 –

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

2.5.4 Tecido filtro (em m²)

Quantos m² de tecidos de 0,143 kg cada são descartados na produção de 4000 kg de cera?

2002 –

2003 –

2004 –

Tecido residual (em kg)

Ano	Tipo 1	%	Tipo 3	%	Tipo 4	%	TOTAL
2002							
2003							
2004							
TOTAL							

3 QUESTÕES GERAIS

3.1 A produção de cera é um bom negócio do ponto de vista econômico?

É possível usar menos recursos para produzir mais cera –

O modo de produção é o mais barato possível –

R –

3.2 Quantos empregos diretos e indiretos são gerados, em 2004, na empresa?

R –

3.3 Qual a média salarial paga aos empregados em 2004?

Gerência –

Laboratório –

Operador de máquinas –

Serviços Gerais –

3.4 O que deve ser melhorado quanto a?

Concorrência –

Mercado fornecedor e consumidor –

3.5 Existe algum controle de qualidade de produtos, Qual (ais) os testes de controle de qualidade?

R –

3.6 A empresa investe em pesquisa e desenvolvimento?

R –

3.7 Houve algum incremento no padrão tecnológico ao longo desses anos? (máquina, org. do trabalho e ou processo produtivo)

R –

3.8 Há esforço para economizar recursos, energia, água? Especificar o que é feito, caso haja?

R –

3.9 Pratica o direito de acesso público à informação?

R –

3.10 Adota padrões de saúde e segurança no trabalho? Caso sim quais?

() Sim

() Não

Padrões saúde –

Segurança –

3.11 Há algo a ser melhorado no processo produtivo?

Maquina e equipamentos –

Organização produtiva e do trabalho –

3.12 Participação em programas ou algum programa de responsabilidade social?

R –

3.13 Qual a origem da lenha que a empresa consome?

fontes renováveis

fontes não renováveis

3.14 Existe fiscalização ambiental?

sim não

3.15 Caso sim, qual o órgão que mais fiscaliza?

Prefeitura IBAMA Outros: _____

3.16 O que acha dessa fiscalização?

necessária rigorosa freqüente

desnecessária branda de vez em quando

3.17 A empresa conhece a legislação ambiental que a rege?

R –

3.18 A sua atividade é submetida a uma regulamentação e uma legislação ambientais bem específicas?

R –

3.19 A legislação ambiental representa algum empecilho na produção de cera? Caso qual?

R –

3.20 Existe algum risco ambiental referente ao material utilizado na produção de cera?

R –

3.21 O que deve ser melhorado na empresa quanto a questão ambiental?

R –

3.22 Quais e qual o destino dos resíduos líquidos e sólidos gerados na produção de cera?

R – barro ?

3.23 Na produção de cera há tratamento e reutilização de resíduos sólidos e líquidos, caso sim, quais e como?

R –

3.24 As embalagens são de material virgem ou reciclado? Há reaproveitamento de embalagens?

R –

3.25 Os resíduos são biodegradáveis? Caso sim, quais?

R –

3.26 Há algum tipo de tratamento de resíduo gasoso? Caso sim, qual a técnica de tratamento?

R –

3.27 A empresa assume a responsabilidade pela reciclagem dos detritos e efluentes?

R –

3.28 O que compõe a argila ativada (tonsil) que não tem na argila normal (diatomita)? E qual a proporção de uso da argila ativada e argila normal?

R –

3.29 Como a empresa forma preço da cera?

Acrescenta-se uma margem sobre os custos –

Depende da cotação internacional –

3.30 Toda a produção é exportada ou a venda para o mercado interno? Caso a produção seja toda exportada quais são os motivos que levam a tal fato?

R –

3.31 Quais são os principais países importadores da cera e quais os principais ramos que demandam cera no exterior?

R –

Data:

Pesquisador: Francisco Prancacio Araújo de Carvalho

Orientação: Profª Drª Jaíra Maria Alcobaça Gomes

ANEXOS

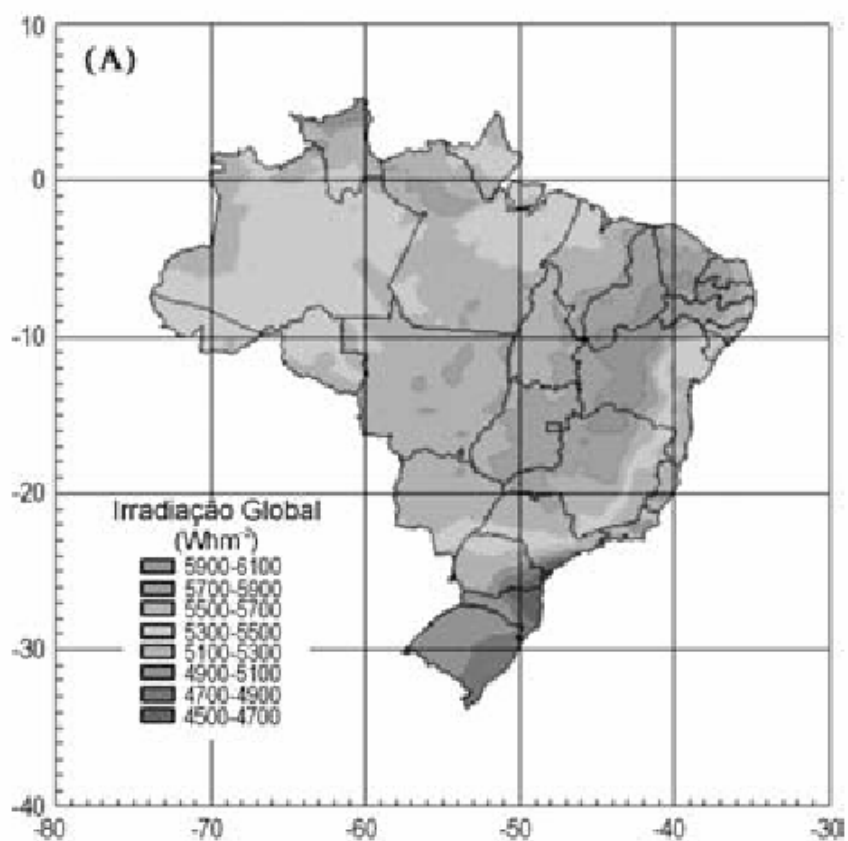
ANEXO A – Média da Irradiação Solar Global

Figura 14 – Média Anual da irradiação solar global no território brasileiro [...] apresentado no "Atlas de Irradiação Solar do Brasil" publicado em 1998.

Fonte: Martins, Pereira e Echer (2005, p. 154).

ANEXO B – Valor calórico para produtos derivados do petróleo

Tabela 19 - Net Caloric Values for Petroleum Products

Net caloric values		Default and country specific values [GJ per tonne]					
Product	Default value	Algeria	Argentina	Brazil	China, PR	Columbia	Jordan
Ethane	47.31						
LPG	47.31	49.40	46.05	49.19	50.24		46.56
Motor gasoline	44.80		43.54	46.98	43.12	43.57	43.54
Aviation gasoline	44.80		43.54	47.27	43.12		43.54
Jet gasoline	44.80		43.54		43.12		
Jet kerosene	44.59		43.12	46.43	43.12	44.16	43.58
other kerosene	43.75		43.12	46.43	43.12	43.10	43.29
Gas/ diesel fuel	43.33		42.71	45.01	42.71	43.10	42.66
Heavy fuel oil	40.19		41.03	45.64	41.87	41.27	40.49
Naphtha	45.01		43.33	47.39			
Petroleum coke	30.98		30.14	35.59			
Product	Lebanon	Malaysia	Namibia	Nepal	Nicaragua	Pakistan	Paraguay
Ethane							
LPG		45.57		49.19	47.02	45.43	45.85
Motor gasoline		43.99	46.89	47.19			
Aviation gasoline		43.96	51.50		44.13	43.75	
Jet gasoline							
Jet kerosene	44.67	43.21	44.21	46.60	42.91	43.29	40.53
other kerosene		43.21		46.60	42.91	43.29	
Gas/ diesel fuel		42.50	45.43	46.01	42.75	44.09	42.87
Heavy fuel oil		41.53	41.74	44.38	41.32	40.86	41.03
Naphtha		44.13				44.84	39.94
Petroleum coke		36.38					
Product	South Africa	Sri Lanka	Thailand	Tunisia	Venezuela	Viet Nam	
Ethane			46.89				
LPG	46.77	44.38	50.24	46.31	49.27	45.55	
Motor gasoline	44.05	45.64	43.12	43.88	46.94	43.96	
Aviation gasoline	45.55	45.64		43.88	47.11		
Jet gasoline	40.74	45.64		43.88	47.16		
Jet kerosene	41.07	43.96		43.33	46.09	43.21	
other kerosene	43.25	43.96		43.21	45.93	43.21	
Gas/diesel fuel	42.91	43.96	42.37	43.00	45.25	42.50	
Heavy fuel oil	41.83	41.03	42.33	40.99	43.29	41.45	
Naphtha	44.92	45.64		44.13	47.09		
Petroleum coke					28.89		

Fonte: UNCTAD (2004, p. 34). Dados originais OECD/IEA.

ANEXO C – Densidade de produtos derivados do petróleo

Tabela 20 – Densities of petroleum products

Densit Product	(litre per tonne)		
	Defaut	OECD Europe	OECD
Ethane	2 678		
LPG	1 843		
Naphtha	1 351	1 414	
Aviation gasoline	1 414		
Motor gasoline	1 356	1 343	
Jet gasoline	1 260		1 311
Jet kerosene	1 260	1 252	
other kerosene	1 230	1 252	
Gas/ diesel fuel	1 185		
Heavy fuel oil	1 058	1 025	
Petroleum coke	874		

Fonte: UNCTAD (2004, p. 35). Dados originais OECD/IEA.

ANEXO D – Conversão de medidas

Tabela 21 - Units and Conversions - Decimal Prefixes

Prefix	Symbol	Factor	
exa	E	10^{18}	1 ,000,000,000,000,000,000
peta	P	10^{15}	1,000,000,000,000,000
tera	T	10^{12}	1,000,000,000,000
giga	G	10^9	1,000,000,000-
mega	M	10^6	1,000,000
kilo	kg	10^3	1,000
hecto	h	10^2	100
deca	da	10^1	10
deci	d	10^{-1}	0.1
centi	c	10^{-2}	0.01
mili	m	10^{-3}	0.001
micro	μ	10^{-6}	0.000,001
nano	n	10^{-9}	0.000,000,001
pico	P	10^{-12}	0.000,000,000,001
femto	f	10^{-15}	0.000,000,000,000,001
atto	a	10^{-18}	0.000,000,000,000,000,001

Fonte: UNCTAD (2004, p. 58).

ANEXO E – Fatores de emissão de CO₂ para produtos derivados do petróleo e outros

Tabela 22 - CO₂ Emission Factors of Petroleum Products, Coal and Coal Products, Gas and Biomass Fuels.

Fuel carbon emission	Carbon content (t C/T J)	Carbon emission factor (t CO ₂ /T J)
Petroleum products		
Ethane	16.80	61.60
Lpg	17.20	63.07
Naphtha	20.00	(a) 73.33
Aviation gasoline		
Motor gasoline	18.90	69.30
Jet gasoline		
Jet kerosene	19.50	71.50
Other kerosene	19.60	71.87
Gas/diesel fuel	20.20	74.07
Heavy fuel <i>oill</i> residual fuel oil	21.20	77.73
Petroleum coke	27.50	100.83
Coal and coal products		
Coking coal	25.80	94.60
Other bituminous coal	25.80	94.60
Anthracite	26.80	98.27
Sub-bituminous coal	26.20	96.07
Lignite / brown coal	27.60	101.20
Peat	28.90	105.97
Patent fuel	25.80	(a) 94.60
Coke oven coke	29.50	108.17
Gas coke	29.50	108.17
Bkb/peat briquettes	25.80	(a) 94.60
Gas		
Natural gas (dry)	15.30	56.10
Gas works gas		
Coke oven gas	13.00	47.67
Blast furnace gas	66.00	242.00
<p><i>Note: The carbon (“C”) content is multiplied with the molecular weight ratio of CO₂ to C, (44/12). It is assumed that all carbon is oxidized.</i></p> <p><i>a) This value is a default value until a fuel-specific CEF is determined. For gas biomass, the carbon emission factor is based on the assumption that 50 per cent of the carbon in the biomass is converted to methane and 50 per cent is emitted as CO₂. If biogas is released and not combusted, 50 per cent of the carbon content should be included as methane.</i></p>		

Fonte: UNCTAD (2004, p. 64)

ANEXO F – Fator de emissão de CO₂ derivado da eletricidade

Tabela 23 - Electricity-derived CO₂ -Emission Factors for Non-OECD latin America

Latin America (non-OECD)	t CO₂/kWh
Argentina	0.000343
Bolivia	0.000482
Brazil	0.000057
Chile	0.000461
Colombia	0.000104
Costa Rica	0.000024
Cuba	0.000863
Dominican Republic	0.000655
Ecuador	0.000231
El Salvador	0.000269
Guatemala	0.000214
Haiti	0.000415
Honduras	0.000260
Jamaica	0.000676
Netherlands Antilles	0.000746
Nicaragua	0.000585
Panama	0.000262
Paraguay	0.000000
Peru	0.000131
Trinidad and Tobago	0.000696
Uruguay	0.000187
Venezuela	0.000191
Other latin America (Antigua and Barbuda, Bahamas, Barbados, Belize, Bermuda, Dominica, French Guiana, Grenada, Guadeloupe, Guyana, Martinique, Saint Kitts and Nevis and Anguilla, Saint lucia, Saint Vincent and the Grenadines and Suriname)	0.000455

Fonte: UNCTAD (2004, p. 68).