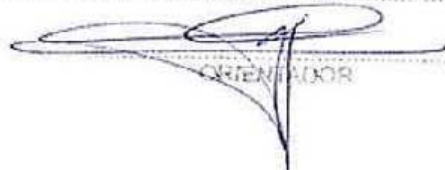


ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR JOSE DE CASTRO
CORREIA E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 01/31/2002


ORIENTADOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**Introdução dos Óleos Vegetais na Matriz
Energética da Reserva Extrativista do Médio
Juruá e a Valorização da Biodiversidade -
Estudo de Caso com Óleo de Andiroba**

Campinas, 2002

José de Castro Correia

Introdução dos Óleos Vegetais na Matriz Energética da Reserva Extrativista do Médio Juruá e a Valorização da Biodiversidade - Estudo de Caso com Óleo de Andiroba

Tese apresentada ao Curso de Doutorado da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Orientador: Luis Augusto Barbosa Cortez

Campinas

2002

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

C817i Correia, José de Castro
Introdução dos Óleos Vegetais na Matriz Energética
da Reserva Extrativista do Médio Juruá e a Valorização
da Biodiversidade: Estudo de Caso com Óleo de
Andiroba / José de Castro Correia. --Campinas, SP:
[s.n.], 2002.

Orientador: Luís Augusto Barbosa Cortez.
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Óleos vegetais. 2. Biodiversidade. 3. Geração de
energia. 4. Reservas extrativistas. I. Cortez, Luíz
Augusto Barbosa. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III.
Título.

Título em Inglês: Introduction of Vegetable Oils into the Energetic Matrix of the
Middle Juruá extractive Reserve and the Biodiversity
Valorization: a Case Study whit Andiroba Oil

Palavras-chave em Inglês: Vegetal oils, Biodiversity, Energy generation,
Extractivist Reservation

Área de concentração: -

Titulação: Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora: Hêlvio Neves Guerra, Marcos Aurélio Vasconcelos de
Freitas, Arnaldo César da Silva Walter, Ennio Peres da Silva

Data da defesa: 01/11/2002

Programa de Pós Graduação: Engenharia Mecânica

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

TESE DE DOUTORADO

**Introdução dos Óleos Vegetais na Matriz Energética
da Reserva Extrativista do Médio Juruá e a
Valorização da Biodiversidade - Estudo de Caso com
Óleo de Andiroba**

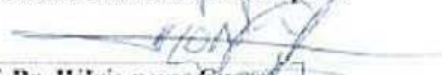
Autor: José de Castro Correia

Orientador: Luis Augusto Barbosa Cortez

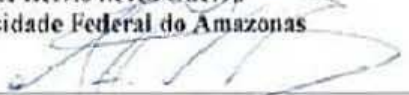
A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta tese



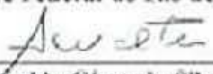
Prof. Dr. Luis Augusto Barbosa Cortez
Universidade Estadual de Campinas



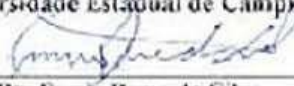
Prof. Dr. Hélio neves Guerra
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Arnaldo César da Silva Walter
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. Ennio Peres da Silva
Universidade Estadual de Campinas

Campinas, 01 de novembro de 2002

Dedico este trabalho à minha família, em especial às minhas filhas, que souberam compreender o motivo de meu convívio restrito.

Agradecimentos

Este trabalho não poderia ser terminado sem a ajuda de diversas pessoas às quais presto minha homenagem:

Em especial, ao meu orientador, pela sábia maneira como transmitiu suas orientações.

Aos colegas pesquisadores do projeto “Óleos Vegetais para Geração de Energia Elétrica e Valorização da Biodiversidade em Comunidades Isoladas da Reserva Extrativista do Médio Juruá, Município de Carauari-AM” pela contribuição recebida.

Aos moradores da Reserva Extrativista do Médio Juruá, motivação maior deste trabalho, pelas lições de humildade e solidariedade humana.

*Mais vale uma abelha voando que
duas na mão*

Resumo

O presente trabalho de tese de doutorado objetiva, essencialmente: determinar a viabilidade econômica da geração de energia elétrica em comunidades isoladas da Reserva Extrativista do Médio Juruá, no Município de Carauari/AM, com emprego de óleos vegetais extraídos de oleaginosas nativas da região, utilizando o óleo de andiroba como estudo de caso; e apresentar a disponibilidade desta energia como meio para melhorar as condições de vida dos moradores destas comunidades, mediante a agregação de valor aos recursos da biodiversidade local e outras formas de sua utilização, especialmente em escolas, no bombeamento de água de poços artesanais e em conservação de alimentos, entre outros. Os custos de geração de energia baseados no óleo de andiroba foram determinados a partir do levantamento dos custos de coleta de sementes e produção industrial do óleo, considerando três categorias de micro-indústria de extração de óleos vegetais, e de variadas alternativas de aquisição destas micro-usinas e dos grupos-geradores pelos moradores locais. Também simulou-se a inserção do mecanismo da CCC (Resolução ANEEL nº 245/99) e mudança no valor do consumo específico determinado pela referida resolução, objetivando compatibilizar os custos de geração com a tarifa praticada pela concessionária local, para consumo na faixa de 31 a 100 kWh. Os estudos indicam várias possibilidades de aproveitamento, com agregação de valor, dos recursos da biodiversidade local, notadamente com relação à ictiofauna (peixes principalmente), madeira, óleos vegetais e flora medicinal. Para tanto, a energia elétrica desempenha papel de fundamental importância, ao lado da inserção de tecnologias e da capacitação dos moradores locais.

Palavras Chave: Óleos Vegetais, Biodiversidade, Geração de Energia, Reserva Extrativista, Comunidades Isoladas.

Abstract

This present doctoral thesis essentially aims at determining the economical viability of electric energy generation in isolated communities of the Rio-Juruá Extractivist Reservation, in the municipal district of Carauari/AM, with the use of vegetal oils extracted from native oleaginous species of the area, using the andiroba oil as case study and present the availability of such energy as way to improve the life conditions of these communities through the aggregation of value to the local biodiversity resources and other forms of use there of, especially in schools, in the pumping of water from artesian wells and in the conservation of food products, among others. The cost of energy generation based on the andiroba oil, were determined from the survey of the cost collection of seeds and industrial production of oil, considering three categories of micro-industry of vegetable oils extraction, and several alternatives of acquisition of these micro power plants of generator units by the local residents. The insertion of the CCC mechanism was also simulated (Resolution ANEEL nº 245/99) and change in the value of the specific consumption as determined by the aforementioned resolution, aiming at matching the generation costs with the rate opted by the local operator, for consumption in the 31 to 100 kWh range. The studies indicate several possibilities of usage, with aggregation of value, of the local biodiversity recourses, especially vis-à-vis the ichthiofauna (fish mainly), wood, vegetal oils and medicinal flora. The electric energy plays a fundamental role, beside the introduction of technologies and the local residents' training.

Key Words :Vegetal Oils, Biodiversity, Energy Generation, Extractivist Reservation, Isolated Communities.

Lista de Ilustrações

2.1	Mapa de Localização da RESEX do Médio Juruá- Município de Carauari/Am..	15
2.2	Consumo Mundial de Energia Primária em 2000.....	24
2.3	Consumo Nacional de Energia Primária em 2000.....	25
2.4	Mapa de Aptidão para a Cultura de Dendê no Brasil.....	45
2.5	Mapa com áreas Degradadas com Aptidão ao Cultivo de Dendê.....	46
3.1	Geração Bruta – Brasil/2000.....	54
3.2	Geração Bruta Norte Isolado/2000.....	55
3.3	Curva de Carga Diária da Comunidade do Roque (18:30 a 20:30).....	62
3.4	Curva de Carga Diária da Comunidade do Roque (24 horas).....	64
4.1	Árvore de Andiroba, frutos e sementes.....	75
4.2	Fluxograma do Processo de Extração Mecânica de Óleo de Andiroba.....	79
4.3	Lay Out de Micro-Usina para Produção de Óleos Vegetais.....	80
4.4	Custo de Produção de Óleo de Andiroba com CCC.....	91
4.5	Custo de Produção de Óleo de andiroba sem CCC.....	92

Lista de Tabelas

3.1	Despesas Totais e Subsídios na Compra de Combustíveis.....	58
3.2	Custos Médios de Instalação de Grupos Geradores a Diesel.....	67
3.3	Custo de Geração.....	68
4.1	Custos de Geração de Energia – 4 horas de Operação Diária.....	94
4.2	Custos de Geração de Energia – 24 horas de Operação Diária.....	95
4.3	Composição Tarifária da Companhia Energética do Amazonas – Nov/2001.....	96
4.4	Custo de Geração Sem Investimentos em Micro Usina e Grupo Gerador para = 340mwh.....	97
4.5	Custos de Geração para = 420 l/mwh.....	97
5.1	Necessidades de Óleo de Andiroba para Abastecimento da RESEX do Médio Juruá.....	117

Lista de Quadros

2.1	Reservas Provadas e Consumo Anual de Petróleo – Bilhões de Barris.....	27
2.2	Características dos Óleos Vegetais.....	32
2.3	Redução de emissões tóxicas e fumaça decorrentes do uso de biodiesel.....	37
2.4	Produtividade das Principais Oleaginosas.....	43
2.5	Brasil: Área Potencial e Área Plantada com dendê – 1999.....	44
2.6	Limitações do Cultivo do dendê na Amazônia.....	44
2.7	Potencial de Produção de Óleo em Áreas Degradadas da Amazônia.....	47
2.8	Consumo de Óleo de Dendê em Substituição ao Diesel – Ano de 2000.....	47
3.1	Carga Instalada na Comunidade do Roque – WATTS.....	63
4.1	Propriedade físico-químicos e composição de ácidos graxos do óleo de andiroba.....	73
4.2	Consumo de Energia no Processo Industrial de Produção de Óleo de Andiroba.	78
4.3	Cotas Referentes ao <i>Lay Out</i> da Figura 4.3.....	80
5.1	Superfície dos Países do Tratado de Cooperação Amazônica, de suas áreas amazônicas da sub-região amazônica, em milhares de Km ²	101
5.2	Características de Exploração Florestal em duas áreas do Sul do Pará.....	107
5.3	Principais Espécies de Peixe da REMJ.....	111
5.4	Espécies Florestais com Potencial para Exploração Madeireira na REMJ.....	113
5.5	Estimativa da Quantidade de Árvore por Hectare.....	114
5.6	Potencial de Extração de Óleo.....	116

Lista de abreviaturas e Siglas

Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
Asproc	Associação dos Produtores Rurais de Carauari
CCC	Conta Consumo de Combustível
CNPT	Conselho Nacional das Populações Tradicionais
CNS	Conselho Nacional dos Seringueiros
CEAM	Companhia Energética do Amazonas
CERON	Centrais Elétricas de Rondônia
Cenbio	Centro Nacional de Referência em Biomassa
CEPEL	Centro de Pesquisas Elétricas da Eletrobrás
CID/MIC	Conselho de Desenvolvimento Industrial do Ministério da Indústria e do Comércio
FEPESCA	Federação dos Pescadores dos Estados do Amazonas e Roraima
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
Incrá	Instituto de Colonização e Reforma Agrária
Inpa	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
IRHO	Institut de Reacherches Pour Les Hiules et les Oleagineux
MEB	Movimento de Educação de Base
MME	Ministério de Minas e Energia
ONGS	Organizações Não Governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
REMJ	Reserva Extrativista do Médio Juruá
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PRODEEM	Programa Nacional de Desenvolvimento de Estados e Municípios
PNRA	Plano Nacional de Reforma Agrária
SPEVEA	Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia
SUDAM	Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
STR	Sindicato de Trabalhadores Rurais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
3 MODELAGEM TEÓRICA	20
4 ANÁLISE EXPERIMENTAL	49
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	99
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS	124
REFERÊNCIAS	127
ANEXO	138

1 INTRODUÇÃO

A região Amazônica apresenta um amplo leque de fontes primárias renováveis de energia e abriga uma biodiversidade ímpar no planeta. No entanto, as populações que habitam suas comunidades isoladas vivem a contradição de um precário abastecimento de energia elétrica e um degradante estado de miséria e pobreza.

A forma como as comunidades isoladas da região se distribuem, dispersas e ao longo das calhas dos rios, faz com que a extensão de linhas de distribuição de energia, a partir das centrais localizadas nas sedes dos municípios, seja descartada, em função, principalmente, dos altos custos e das imposições dos acidentes geográficos que se interpõem.

Os altos custos da geração a óleo diesel, motivados, principalmente, pelas dificuldades de abastecimento e de manutenção dos sistemas de geração e distribuição, aliados à baixa renda dos moradores locais, inviabilizam as comunidades isoladas como nichos de mercado para este tipo de geração.

A geração baseada em fontes primárias renováveis, disponíveis localmente, apresenta uma série de vantagens sociais e econômicas em relação ao uso dos combustíveis fósseis (petróleo, gás natural, carvão mineral). Entretanto, há barreiras diferenciadas ao uso destas fontes, tais como: alto nível de investimento inicial em tecnologias de transformação; a necessidade de importação de tecnologia de transformação em pequena escala e; tecnologias ainda não consolidadas.

Visto pela ótica financeira, não há dúvida que o abastecimento de energia às comunidades isoladas, longe de ser um investimento com retorno econômico, significa um aumento nos encargos das empresas concessionárias, motivo pelo qual estas não têm demonstrado interesse em atender tais consumidores. No entanto, o acesso dos aproximadamente 25 milhões de brasileiros – cerca de 15 por cento da população do país – à energia elétrica não pode ser visto, apenas, pela ótica do investimento financeiro; deve, isto sim, ser encarado como um investimento social, capaz de influenciar forte e positivamente na melhoria das condições de vida dessas pessoas.

O encorajamento ao atendimento de energia elétrica às comunidades isoladas da Amazônia deverá se dar a partir do entendimento: da importância econômica que a região, historicamente teve para o país e que certamente terá a partir de um adequado aproveitamento dos seus recursos naturais; da formação social dos seus habitantes; de que a fixação desses habitantes em suas comunidades de origem representa uma estratégia de manutenção da soberania nacional sobre a região e; que a manutenção da biodiversidade local está diretamente ligada às condições de vida dessas populações, de modo que, quanto melhores estas condições, menos pressão será exercida sobre estes recursos naturais.

Também merece ser destacado que, pela especificidade regional, notadamente quanto à heterogeneidade dos ecossistemas que a compõem, e aos hábitos, costumes, cultura, sistemas produtivos e poder aquisitivo de seus habitantes, o suprimento de energia não poderá se dar de forma padronizada, tanto com relação ao tipo de fonte a ser instalada, como em relação a horário de operação e forma de gestão e gerenciamento dos sistemas elétricos.

Este trabalho tem o propósito de contribuir para as discussões relativas ao abastecimento de energia para a região amazônica, enfocando a questão sob a ótica de um desenvolvimento regional de forma sustentável e equitativa, destacando a necessidade de preservação do meio ambiente, tendo em vista os serviços diretos e indiretos que o ecossistema amazônico presta ao nível local e global, e dadas as conseqüências negativas já conhecidas da substituição da mata nativa por outras formas de utilização do solo.

Para a realização desta pesquisa utilizou-se como base de coleta de dados: a) fontes bibliográficas obtidas junto a bibliotecas de instituições de ensino e pesquisa, utilizadas na fundamentação teórica; b) pesquisas de campo, com o objetivo de determinar o potencial de produção de óleos vegetais e dos principais recursos da biodiversidade da Reserva Extrativista do Médio Juruá (REMJ); c) testes de laboratório, com o objetivo de determinar a composição elementar e o poder calorífico do óleo de andiroba e; d) medições de campo, com o objetivo de determinar: os consumos específicos do óleo diesel e do óleo de andiroba em motores de ciclo diesel do porte daqueles comumente utilizados em pequenas comunidades, o custo de produção do óleo de andiroba e a demanda média de energia na REMJ.

A partir da obtenção dos dados de medição de campo simulou-se várias alternativas de

aquisição, implantação e operação de micro-usinas de produção de óleos vegetais e de grupos-geradores de energia, com o objetivo de se determinar os custos da geração a diesel e a óleo de andiroba, em cada uma das alternativas simuladas.

Neste sentido, a estrutura do trabalho engloba três partes principais: as tentativas de exploração econômica da região e suas conseqüências sócio-ambientais; o suprimento de energia às comunidades isoladas da região como forma de contribuição à melhoria das condições de vida de seus habitantes, mediante a agregação de valor aos produtos da floresta, e à mitigação do desflorestamento; e estudo da viabilidade de instalação de motores de ciclo diesel, baseado na utilização do óleo diesel e do óleo vegetal de andiroba, como estudo de caso, simulando formas diversas de gestão e operação destes sistemas.

No capítulo 2 aborda-se a história do extrativismo regional e as tentativas de desenvolvimento e inserção da região na economia nacional. Ainda neste capítulo é contextualizada, social e fisiograficamente, a Reserva Extrativista do Médio Juruá e a Comunidade do Roque, *locus* de estudos de caso deste trabalho.

No capítulo 3 apresenta-se a evolução histórica da construção do conceito de desenvolvimento sustentável, abordando a utilização dos óleos vegetais em substituição ao diesel, enfatizando os aspectos técnicos, sociais, econômicos e ambientais de sua utilização.

No capítulo 4 apresenta-se o perfil da geração na região Norte Isolada, destacando o papel dos subsídios da Conta Consumo de Combustível (CCC) na diminuição dos custos de geração a diesel e a óleo combustível nas centrais térmicas da região. Na seqüência, faz-se simulações de uso do óleo diesel em comunidades isoladas e compara-se os custos de geração em sistemas beneficiados pelo mecanismo da CCC e sem esse benefício, com o intuito de apresentar a influência que este instrumento desempenha nos custos de geração.

No capítulo 5 determina-se os custos de geração a óleo vegetal, a partir da obtenção dos custos de produção deste óleo. Nesta parte, simula-se os custos de produção do óleo em quatro situações diferentes, relativamente à categoria (capacidade) da prensa para extração de óleo e o regime de operação. Ainda, em função dos diferentes custos de produção do óleo, calcula-se os respectivos custos de geração de energia elétrica. Faz-se, também, considerações

que servirão para orientar a escolha da capacidade de produção de óleo, levando em conta, principalmente, os tipos de oleaginosas existentes no local, a capacidade de produção de sementes e a demanda pelo óleo.

No capítulo 6 faz-se uma abordagem sobre o emprego da energia como insumo para a valorização da biodiversidade da Reserva Extrativista do Médio Juruá e, conseqüentemente, os efeitos desta valorização na melhoria das condições de vida dos seus moradores e como medida mitigadora do desflorestamento para a produção agrícola.

Por fim, apresenta-se as conclusões da pesquisa, seguidas de um conjunto de referências bibliográficas consultadas e que fundamentaram teoricamente este trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Capítulo 1

OCUPAÇÃO E CONQUISTA DA AMAZÔNIA: A RESERVA EXTRATIVISTA DO MÉDIO JURUÁ E A FORMAÇÃO SÓCIO CULTURAL DOS SEUS HABITANTES

O extrativismo vegetal como forma de exploração econômica na Amazônia tem seus primórdios no início do século XVII, e destaca duas fases ou ciclos. A primeira fase foi marcada pela exploração, notadamente para exportação, de vários produtos da floresta, denominados de *drogas do sertão*. Os principais produtos explorados foram: cacau (*Theobroma cacao*), salsaparrilha (*Smilax sp.*), urucu (*Bixa orellana*), canela (*Ocotea opifera*), anil (*Indigofera suffruticosa*), sementes oleaginosas, ervas medicinais, raízes aromáticas, puxuri (*Acrodictidium sp.*), baunilha (*Vanilla aromatica*), madeiras, derivados animais - como manteiga e ovos de tartaruga, além dos peixes.

O comércio destes produtos envolveu, principalmente, portugueses, ingleses, franceses e holandeses. A segunda fase refere-se ao aproveitamento do látex da seringueira como matéria-prima industrial, a partir de 1823, com a descoberta da impermeabilização, por MacIntosh, nesse mesmo ano, e da vulcanização¹, por Charles Goodyear, em 1839. A produção da borracha cresceu vertiginosamente, passando de mil toneladas, em 1850, a 8 mil toneladas em 1870, atingindo 42 mil toneladas em 1912, sua produção máxima (ESTEVES, 1993). Durante o período de 1887 a 1917, trinta anos portanto, foi o segundo produto da pauta de exportação brasileira, logo após o café, atingindo 39,1% (em 1910) do valor global das exportações (HOMMA, 1993), ano em que o Brasil exportou o equivalente a 50% da produção mundial.

¹ Tratamento da borracha com enxofre ou seus compostos a fim de torná-la insensível ao calor, ao frio, à ação dos ácidos e dissolventes.

A partir de 1912 iniciou-se o período de decadência da economia gomífera brasileira/amazônica, motivado pela exploração dos seringais de cultivo do sudeste asiático, notadamente na Malásia, muito mais produtivos e fáceis de serem explorados, e que foram formados com sementes levadas da Amazônia pelo inglês Henry Wickham, em 1876. Já em 1926 a produção brasileira equivalia a apenas 5% do mercado. Em contrapartida, o volume de borracha cultivada no mundo, que em 1910 era de 8 mil toneladas, passa para 360 mil toneladas em 1920.

Seguindo um período de estagnação de 30 anos (1912-1942), agora motivado pela invasão japonesa dos seringais do sudeste asiático que interrompeu o fornecimento de matéria-prima aos aliados da II Guerra Mundial, a borracha da Amazônia passa a ser novamente explorada, no que se denominou de *Batalha da Borracha*, por um período que foi de 1942 a 1945, ao fim do qual a exploração foi praticamente abandonada. Este segundo ciclo da borracha foi viabilizado graças à pressão norte americana sobre o governo Vargas, que resultou nos chamados ‘Acordos de Washington’, os quais visavam a ampliação da extração do látex da seringueira e a definição do montante a ser pago pelo produto exportado.

A exploração das *drogas do sertão* se deu graças à existência de grandes contingentes indígenas na região que, além de mão-de-obra gratuita (ou quase), muito bem conhecia os produtos da floresta. Este comércio era controlado por missionários, principais responsáveis pelos *descimentos* (transferência dos indígenas de seus domicílios naturais para as aldeias de repartição - pela persuasão ou à força). Uma vez na aldeia de repartição os índios eram alugados e distribuídos entre os colonos, os missionários e o serviço real da coroa portuguesa.

Capturados pelos portugueses, eram obrigados a trabalhar de sol a sol, nas condições mais desumanas possíveis, sendo-lhes negado o direito à vida. Eram pessimamente alimentados, mal vestidos, humilhados e surrados, às vezes até a morte, sem compreender o sentido de acumulação de bens de seus algozes - entre os indígenas não havia o sentido de acumular bens, de modo que eles trabalhavam apenas o necessário para satisfazer suas necessidades mínimas de subsistência.

Inúmeros relatos dão conta das barbaridades cometidas contra os índios escravizados,

especialmente por colonos portugueses chegados ao Brasil. Freire, apropriando-se das informações do Pe. João Daniel, afirma que “os índios foram reduzidos a um milésimo da sua população original” (1991, p.17).

A partir de 1840, até 1910, grandes contingentes de nordestinos migraram para a Amazônia. Havia a necessidade de introdução de mão-de-obra adicional à dos indígenas, bem como a ocupação de novas áreas, para que o aumento da produção pudesse ocorrer. Também a grande seca que “ocorreu no Nordeste entre 1877 e 1880, combinada com a crise do setor algodoeiro do fim da guerra civil americana e o alto preço da borracha no mercado internacional, intensificou a migração para a Amazônia, em vez de para o Sul, para a lavoura de café” (HOMMA *apud* PAULA, 1982, p. 79).

A população da região, que em 1820 era de aproximadamente 137.000 habitantes, passou a 323.000 em 1870, 695.000 em 1900 e para 1.217.000 em 1910. Após a crise de 1910, o governo brasileiro, que sempre desempenhou o papel de *governo extrativo*, preocupado apenas com a arrecadação de impostos (em média um quinto do valor de exportação), tomou algumas medidas - *Plano de Defesa da Borracha*, de 1912, e *seus desdobramentos* - no sentido de continuar participando do mercado internacional da borracha e evitar a estagnação financeira da região. Fatores financeiros internos e externos, no entanto, levaram ao fim do plano em 17 meses.

Novas medidas/planos foram colocados em prática, a partir do fim da segunda guerra mundial, na tentativa de reverter o fracasso da *Batalha da Borracha*, e evitar o colapso da produção. A forte concorrência dos seringais de cultivo, no entanto, não permitiu que se alcançasse tal objetivo.

A exploração da seringueira determinou, em períodos bem definidos, a forma de ocupação do espaço territorial amazônico, uma vez que as famílias que para lá migraram foram suprir a necessidade de mão-de-obra para extração do látex para a produção de borracha. Os migrantes eram esparsamente distribuídos ao longo dos rios, em localidades identificadas como possuidoras de quantidade de árvores de seringa economicamente vantajosa para exploração.

Os seringueiros, como passavam a se chamar os trabalhadores da seringa, eram instalados por pessoas que detinham o domínio de grandes latifúndios (os denominados *patrão*), sob o domínio econômico e territorial dos quais ficavam submetidos. O patrão era o responsável pelo suprimento de gêneros de primeira necessidade, obrigatoriamente importados dos grandes centros, como também era o único comprador da borracha e outros eventuais produtos da floresta.

Dessa forma, o trabalhador se submetia, sem outra alternativa, a comprar os gêneros ofertados pelo patrão, assim como era obrigado a vender seus produtos nas condições impostas pelo mesmo. Essa era uma condição altamente desfavorável ao seringueiro que, via de regra, estava sempre em débito e tendo que trabalhar cada vez mais para tentar equilibrar sua dívida. Esta busca pelo equilíbrio da dívida demandava praticamente todo o tempo do seringueiro à produção da borracha, não lhe sobrando tempo para o cultivo de culturas de subsistência, de tal forma que, até mesmo os produtos que poderiam ser produzidos localmente, como a farinha de mandioca, o milho, o feijão, entre outros, acabavam sendo adquiridos de fora, dificultando ainda mais sua vida financeira. O *seringalista* – outra denominação do *patrão* – era financiado por grandes capitalistas estrangeiros, exportadores de borracha e importadores de produtos finos da Europa.

As duas fases de maior relevância histórica do extrativismo na Amazônia guardam várias características em comum, merecendo destaque: o emprego de mão-de-obra escrava e pouco, ou não, remunerada; a prática do extrativismo predatório; ausência de planos de desenvolvimento para a região, baseados na agregação de valor aos produtos da floresta; nenhum legado às gerações futuras, a não ser as *lições* de fracasso econômico e injustiça social praticadas ao longo de mais de um século, apesar da importância econômica que a região desempenhou, para a coroa portuguesa, num primeiro momento, e para o Brasil, em fase posterior.

2.1 TENTATIVAS DE DESENVOLVIMENTO PARA A AMAZÔNIA

Após a derrocada do ‘Ciclo da Borracha’, a Amazônia passou por várias tentativas de desenvolvimento, enfrentando inúmeras dificuldades e empecilhos, principalmente de caráter político, tanto no plano nacional como no plano internacional.

Uma das primeiras tentativas de desenvolvimento da região tem como marco o ano de 1906, quando foi apresentado o 'Plano de Valorização da Amazônia', tendo como destaque de produção o plantio de seringueira. Este plano, no entanto, somente foi aprovado no ano de 1912, caracterizando-se como a primeira intervenção do Governo Federal na região. Uma das principais metas do plano seria assegurar à Amazônia condições de retorno ao mercado internacional, uma vez que a comercialização da borracha havia fracassado. Incluía, também, a proteção contra a concorrência oriental, visando garantir a sobrevivência deste segmento econômico tão importante para a região (SUFRAMA, 1988).

Somados, a causa do colapso ocorrido (1912/1920), devido ao crescimento organizado da oferta da borracha asiática, a vulnerabilidade do extrativismo na região, a saída de lucros para o exterior e o fracasso do *Plano de Valorização da Amazônia*, devido à retirada das verbas pelo Congresso Nacional no ano de 1913, justamente o período em que a borracha da Malásia dominou o mercado mundial, até aproximadamente o ano de 1942, representam o primeiro fracasso de desenvolvimento da região (*idem*, p.17).

Uma outra tentativa de plano de desenvolvimento para a Amazônia é conhecida como 'Discurso do Rio Amazonas' forjado pela Segunda Guerra e o bloqueio japonês ao Extremo Oriente que forçou os aliados a voltarem suas vistas para a fonte de produção da borracha; assim, é assinado o Acordo de Washington², proposto ao Brasil pelos Estados Unidos, tendo como "pretensão a realização de uma ação conjunta que viabilizasse um crescimento rápido na produção de borracha nativa" (SUFRAMA, 1988, p.16).

Diante dessa situação, a borracha ressurgiu como principal produto da Amazônia, materializando assim o extrativismo. No entanto, quando os "efeitos das políticas adotadas se fizeram sentir, termina a guerra, os seringais do Oriente são retomados, cessa o acordo de Washington, os Estados Unidos deixam de comprar a produção brasileira, e o mercado interno que consumia somente 50% a produção leva, inevitavelmente, a um novo colapso" (*ibidem*, p. 12).

² As bases do acordo eram: a) fundação de um Banco de Crédito da Borracha, na qual os E.U.A. subscreveriam 40% das ações, o que lhes daria o direito de indicar dois diretores entre os cinco do Brasil; b) os E.U.A. teriam participação na criação de condições alimentares e sanitárias, tendo sido criado o Serviço Especial e Saúde Pública (SESP) e a Companhia *Rubber Development Corporation* encarregado o suprimento logístico, transporte, compra e venda da borracha; c) o governo brasileiro promoveria a mobilização de mão-de-obra necessária; d) os E.U.A. gozariam de um preço-teto; este preço máximo por quilo representava 1/4 do preço comercializado pela Bolívia. Cf. SUFRAMA. *Amazônia, da Conquista ao Desenvolvimento*. Manaus, SAP/DEOS, 1988. p 16.

Dessa forma, a aprovação da Emenda do deputado amazonense Leopoldo Peres, transformado no Art. 199 da Constituição, determinando que 3% da renda tributária da União, dos Estados e Municípios Amazônicos fossem aplicados por vinte anos, em planos de valorização econômica e social da região, somado à transformação do Banco de Crédito da Borracha em Banco de Crédito da Amazônia e a uma pequena intervenção do capital norte americano, demonstrava a mudança de enfoque de planejamento para a região (SUFRAMA,1988).

A criação da Superintendência do *Plano de Valorização Econômica da Amazônia - SPEVEA*, em janeiro de 1953, com a elaboração do Plano de Emergência (1953-54), representou a terceira tentativa de desenvolvimento da Amazônia, através da intervenção do Governo Federal. Dentre os objetivos previstos, pode-se citar, por exemplo: a) desenvolver a produção agrícola em zonas selecionadas; b) aumentar o extrativismo vegetal; c) fomentar a produção pecuária, d) incentivar o aproveitamento dos recursos minerais; e) estabelecer planos viários para a região; f) criar sistemas de defesa contra inundações; g) incentivar a industrialização das matérias-primas; h) desenvolver programas de crédito bancário; i) utilizar fontes energéticas naturais; j) incentivar a política demográfica e de bem-estar social e l) desenvolver programas de pesquisas diversificadas (*ibidem*).

Apesar do excesso de burocracia que invalidava os planos quinquenais (1955-59) que fixava a valorização de vinte e oito zonas da região e o Plano de Valorização Econômica da Amazônia - SPVEA, foi possível obter alguns resultados, a) instalação dos sistemas elétricos em Belém e Manaus; b) o levantamento aerofotogramétrico da floresta e do solo; c) a instalação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- Inpa; d) a construção de diversas faculdades; e, e) a construção da Rodovia Belém- Brasília (*ibidem*).

Passados treze anos, desde a criação do Plano de Valorização Econômica da Amazônia -SPVEA, agora no Governo Castelo Branco, este plano, através da Lei n.º 5.173 de 27.10.66, se converte *em* Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia- SUDAM, à qual foram transferidos os encargos do SPEVEA e, pela Lei n.º 5.174, o sistema de incentivos fiscais da União destinados à Amazônia (SUFRAMA, 1988, p.17).

Tendo em vista o atraso da Amazônia em relação ao resto do país, mesmo depois de quatro tentativas de desenvolvimento, seria necessário consolidar o desenvolvimento da região como parte integrante do Brasil. Nessa perspectiva, o governo federal instituiu a Zona Franca de Manaus, idealizada e criada pela Lei n.º 3.173 de 06/06/57 (*ibidem*).

No ano de 1970, no governo Médici, lançava-se oficialmente o ‘Programa de Integração Nacional’, o qual, mediante políticas de incentivo fiscal para atração de capital privado, deveria promover a integração econômica da região ao restante do Brasil e absorver a mão-de-obra excedente das demais regiões – a Transamazônica foi o carro-chefe (ESTEVES, 1993).

Estes planos – tanto o ‘Plano de Valorização Econômica da Amazônia’ como o ‘Plano de Integração Nacional’ – promoveram, especialmente em decorrência da construção de estradas (Belém-Brasília – Cuiabá-Porto Velho e Transamazônica) e do capital incentivado, graves problemas ambientais, em virtude dos desmatamentos para novos cultivos e formação de pastagens no lugar da floresta nativa, e latifúndios, causados pela aquisição de grandes propriedades, habitadas por antigos moradores, especialmente seringueiros.

Os *paulistas*, como eram denominados os investidores em terras no Acre, ao adquirem as propriedades, desmatavam-nas – desmatamento era sinônimo de benfeitoria – para formação de pastagens para criação de gado, desalojando os seringueiros. Muitos destes somaram-se aos contingentes de miseráveis das áreas urbanas dos municípios, especialmente na Periferia da Capital. Outros, reagiram à ocupação, causa de muitos assassinatos, especialmente de seringueiros e líderes sindicais. Em 1976 começaram os empates³, cujo objetivo era barrar os desmatamentos, a expulsão dos seringueiros e a construção de estradas.

Em 1985, em um encontro de seringueiros em Brasília, formou-se o Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS), oportunidade em que propuseram, pela primeira vez, o conceito de *Reservas Extrativistas*, inicialmente de cunho estritamente social, mas que

³ *Empates*: ação de grupos de trabalhadores na proteção de trabalhadores individuais contra o despejo pelos novos donos das terras e para impedir o avanço do desmatamento ou para protestar contra a construção de estradas. Cf. As Reservas Extrativistas do Brasil. Aspectos Fundamentais de sua Implementação. An Environmental Law Institute Research Report, 1616 P. Street, N. W. Suite 200, Washington, D.C. 20036 p.22.

incorporou preocupações ambientais, a partir das manifestações internacionais com o tema, notadamente por organizações que passaram a apoiar o movimento dos seringueiros.

2.2. RESERVAS EXTRATIVISTAS E SUA ADOÇÃO COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICA SÓCIO-ECONÔMICA E AMBIENTAL

Reflexão

Para maior clareza de uma nova política de desenvolvimento para a Amazônia, a partir da criação de reservas extrativistas, faz-se necessário, inicialmente, uma breve reflexão sobre o *extrativismo* - uma forma de subsistência da espécie humana que se mantém até os dias atuais, em muitas regiões do planeta, entendido como a primeira forma de exploração econômica. Para os ribeirinhos da região amazônica o extrativismo desempenha, prioritariamente, a função de “modo de subsistência”, situando-se em segundo plano a exploração econômica.

Embora a lista de produtos da floresta amazônica, potencialmente passíveis de aproveitamento, seja bastante extensa, a dispersão com baixa densidade das populações de tais produtos tem inviabilizado a exploração comercial, na maioria dos casos, ou, pelo menos, contribuído para encurtar seu período de importância econômica, por falta de competitividade de preço. Esta falta de competitividade reside, principalmente, na domesticação de culturas extrativas ou na substituição dos produtos extrativos por outros produzidos sinteticamente. O destino a que chegou a borracha da Amazônia é um retrato fiel destas afirmações.

A Gênese

Uma das primeiras exigências do poder público, no Brasil, a respeito do uso da terra, foi realizado no âmbito do Plano Nacional de Reforma Agrária (PNRA), através da portaria do Incra n.º 627, de 30 de julho de 1987⁴. A partir dessa portaria ficou estabelecida a criação de Projetos de Assentamento Extrativista, como mecanismo para a reforma agrária. Embora

⁴ Cf. As Reservas Extrativistas do Brasil. Aspectos Fundamentais de sua Implementação. An Environmental Law Institute Research Report, 1616 P. Street, N. W. Suite 200, Washington, D.C. 20036 p. 20.

tivesse uma estrutura administrativa tradicional, nos moldes administrativos do Incra, (.....) “se configurou como conceito de uma exploração econômica e ecologicamente sustentável dos recursos naturais” (idem, s.n., p. 19).

O passo pioneiro no sentido de atrair melhoria para as populações das florestas teve como marco o “Primeiro Encontro dos Povos da Floresta”, realizado em Rio Branco - Acre, no ano de 1989, quando, pela primeira vez na história⁵, estiveram reunidos representantes das populações da floresta, aliados na luta pela sobrevivência e preservação do seu meio ambiente.

Nesse contexto, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) criou um grupo de trabalho, composto por técnicos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) e do próprio Ibama, com o objetivo de elaborar uma minuta de estabelecimento e regulamentação das Reservas Extrativistas, sendo assinado o Decreto Geral das Reservas Extrativistas⁶, no ano de 1990, pelo Presidente da República.

Cabe destacar, de antemão, que muitas discussões foram travadas entre equipe técnica do Incra, lideranças de Organizações Não-Governamentais (ONGs), representantes dos seringueiros e outros habitantes tradicionais da floresta, no sentido de (...) incorporar os interesses daqueles que extraíam da terra os elementos de sua sobrevivência, que mais tarde passou a ter um arcabouço legal para o estabelecimento das Reservas Extrativistas, que são “espaços territoriais à exploração auto-sustentável e conservação dos recursos naturais renováveis por populações extrativistas (idem, s.n., p.25).

A ressonância da criação de reservas extrativistas como forma de preservar um meio ambiente ecologicamente equilibrado tem espaço privilegiado com a Promulgação da Constituição Brasileira que estabelece o seguinte grifo sobre reservas extrativistas (...) foi

⁵Cf. Derickx, João e Trasferetti, José Antonio. *No coração da Amazônia: Juruá, o rio que chora*. (orgs.), Petrópolis, RJ: Vozes, 1992. p.118.

⁶ Esse Decreto contém sete artigos: 1) conceitua o instituto das Reservas Extrativistas; 2) atribui ao Poder Público a responsabilidade para criar Reservas Extrativistas em áreas apropriadas para o desenvolvimento sustentado e define as características dessas áreas; 3) regulamenta o processo de criação das Reservas Extrativistas; 4) prescreve a estrutura organizacional das Reservas; 5) Dá ao IBAMA a responsabilidade pela supervisão e operação das Reservas; 6) Determina que o Decreto passe a vigorar a partir da ata de sua publicação e 7) revoga as disposições contrárias ao Decreto. Cf. *As Reservas Extrativistas do Brasil. Aspectos Fundamentais de sua Implementação*. An Environmental Law Institute Research Report, 1616 P. Street, N. W. Suite 200, Washington, D.C. 20036 p.20.

criado com o objetivo de garantir aos seus cidadãos o efetivo direito a um meio ambiente sadio, assim como o Governo deve, entre outras medidas, “definir todas as unidades da federação, espaço territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos”.⁷

Embora o termo Reserva Extrativista não tenha sido utilizado na Constituição de 1988, assim como o termo desenvolvimento sustentável, com a promulgação dessa, e com uma forte pressão fomentada pela idéia de sustentabilidade, foi adotada uma (...) “série de leis que diretamente se aplicavam para o alcance do desenvolvimento sustentável” (*ibidem*,).

A criação de reservas obedece a um ritual de procedimentos legais, tendo em vista que o conceito de Reserva implica que as terras devam ser propriedade da União. Quando uma área que está sendo proposta como reserva são terras públicas da União podem ser designadas para tal pelo governo, sem outros procedimentos legais adicionais. Quando se trata de propriedades particulares, a titularidade é adquirida pelo Ibama, mediante indenização das terras e benfeitorias. Este procedimento poderá ocorrer de forma negociada (desapropriação administrativa) ou através de procedimentos judiciais (desapropriação judicial). Quando se trata de terras devolutas, estas passam a ser tituladas em nome da União, após serem devidamente demarcadas

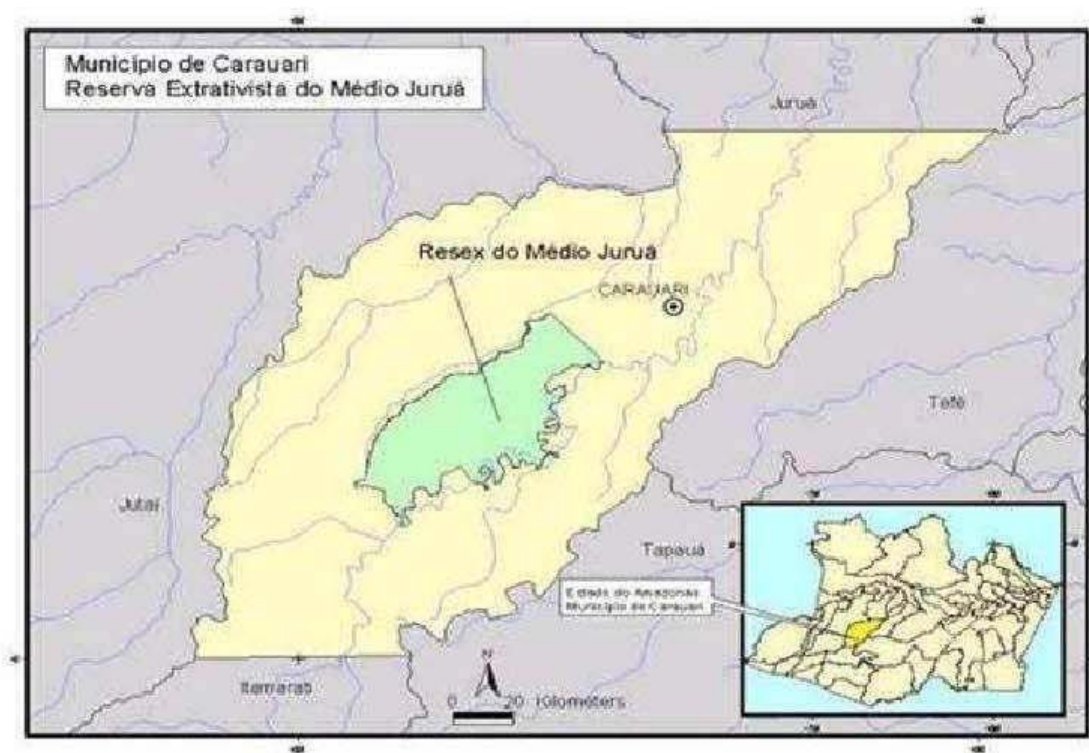
O processo de criação de Reservas Extrativistas acaba sendo demorado e complexo, em virtude de, por suas dimensões territoriais, incluir, normalmente, grandes áreas particulares. Este fato implica, freqüentemente, duas questões importantes: volumosos recursos financeiros para indenizações, por parte da União; e divergência entre o valor que a União deve pagar e aquele que o proprietário reivindica.

Embora esta modalidade de uso da terra e dos recursos naturais nela existentes não titule a propriedade em nome dos seus moradores, estes se sentem seguros quanto à permanência na localidade que vivem. Na verdade, conforme depoimentos de diversos moradores da comunidade do Roque, na Reserva Extrativista do Médio Juruá, eles se sentem “donos da terra”. Neste caso particular, segundo os moradores, é como se tivessem conquistado a própria liberdade, após longos anos em que estiveram sob os mandos do *patrão*.

⁷ Cf. o artigo 225, 1º III – Dispositivos Ambientais da Constituição da República, (1988).

2.3. A CRIAÇÃO DA RESERVA EXTRATIVISTA DO MÉDIO JURUÁ (REMJ) E SUA CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL

A Reserva Extrativista do Médio Juruá foi criada e teve sua emissão em 04 de março de 1997 através da Lei nº 6.938 de 31.08.81 e o decreto lei nº 98.897 de 30 de janeiro de 1990, constituindo-se na primeira Reserva Extrativista do Estado do Amazonas. Foi o resultado de inúmeras lutas dos ribeirinhos e seringueiros da região, com o apoio de instituições locais, como o Movimento de Educação de Base (MEB), Prelazia de Tefé, Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS), Sindicato de Trabalhadores Rurais (STR) e Associação dos Produtores Rurais de Carauari (Asproc) (CNPT/Ibama, 1998). A Fig. 2.1, ilustra a localização da Reserva Extrativista do Médio Juruá no Município de Carauari - Estado do Amazonas. A distância da Reserva até Manaus é de aproximadamente 738 km, em linha reta, vencida em 8 dias de viagem de barco.



Fonte: *home-page* do IBAMA. Capturado em 13 de jun.de 2003. Disponível na internet em [<http://www.ibama.gov.br/index.html>].

Figura 2.1. Mapa de Localização da RESEX do Médio Juruá -Município de Carauari/Am

Delimitações da Reserva

A área destinada à Reserva Extrativista do Médio Juruá está localizada na margem esquerda do Rio Juruá, limitando-se ao norte com o Rio Ipixuna e ao sul com o Rio Juruá, a leste com o Igarapé Tracoá e a oeste com o Igarapé Arrombada. Área entre os meridianos 67 30'W longitude e 5 25'S de latitude, pertencente à gleba do município de Carauari, Estado do Amazonas (CHADA e OLIVEIRA, 1994). Possui uma área de 253.226 ha e um perímetro de 348.029,65 m.

Caracterização Social de seus Moradores

Sua população, de 2.500 pessoas, é eminentemente jovem, representada por um percentual de 42,5% daqueles com idade inferior a 30 anos, 62% corresponde à faixa etária entre 20 e 40 anos, e 8% possui mais de 70 anos (CHADA e OLIVEIRA, 1994). Pertencem a famílias da própria região, a maioria descendente de antigos seringueiros que migraram para lá na época áurea da seringa. Muitos, inclusive, também trabalharam na produção de borracha.

No tocante à participação política dos habitantes da região, estes já vêm se organizando em comunidades há aproximadamente 20 anos, com a assessoria do Movimento de Educação de Base (MEB). Do total de famílias, 48% faz parte das comunidades de base, 62% pertencem à associação e 65% são associados do sindicato (ANDRADE, apud Ibama/CNPT, 1994, p. 2).

Cabe destacar que a tradição participativa desses moradores tem seus primórdios na luta pela preservação dos recursos ambientais da região, muito antes da criação legal da reserva extrativista, somando-se ao Programa de Preservação de Tabuleiros do Juruá, através do antigo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), financiado pelo POLAMAZÔNIA, e aos trabalhos de preservação, com o aporte do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (idem, p.12).

Caracterização Fisiográfica da Reserva

A região do Médio Juruá se caracteriza por apresentar duas unidades morfoestruturais geograficamente bem delimitadas: uma composta por sedimentos antigos do terciário e outra

por elementos mais recentes, do período quaternário. Tratam-se, respectivamente, de terrenos que formam o Planalto Rebaixado da Amazônia, também denominado de Baixo Platô Amazônico, e a Planície Amazônica, propriamente dita (AQUINO, 2000).

No terciário, permanecem interflúvios, com diversos níveis de dissecação, fazendo com que a terra firme seja marcada por áreas aplainadas e por variadas formas de colinas e de cristas. No quaternário (área de várzea) predominam grandes áreas planas e os suaves degraus dos terraços das planícies de inundação, diretamente associadas à extensa rede hidrográfica. Na região em apreço, os terraços mais altos, sujeitos à inundação, são chamados de restinga ou também de várzea alta. As enchentes, condicionadas pelo aumento da pluviosidade, ocorrem de novembro a abril, época em que frutifica a maioria das oleaginosas presentes na região.

No período seco, que vai de junho a outubro, formam-se as praias do rio Juruá e, além da desova de vários quelônios – principalmente tartaruga (*Podocnemys expansa*), tracajá (*Podocnemys Cayennensis*) e iacá (*Podocnemys sextuberculata*) – e de uma maior disponibilidade de peixes, ocorre um sério empecilho à navegação de grande calado: árvores caídas nos períodos de cheias – ocorrência do fenômeno das *terras caídas* – e cravadas no leito do rio.

Neste período, as pessoas que habitam a terra firme necessitam caminhar em torno de uma hora até a margem do rio, para vender seus produtos e comprar os gêneros que necessitam de fora. Esta transação comercial é feita, na maioria dos casos, na base do *escambo*.

Na porção da reserva registra-se a ocorrência do grupo tropical chuvoso. Constantemente úmido, tanto a temperatura como a pluviosidade sofrem um mínimo de variação anual e mantêm-se sempre elevadas. A precipitação média anual gira em torno de 2.500 mm/ano, atingindo maiores índices nos meses de janeiro a abril. A temperatura média do ar fica em torno de 24 °C, com pequena amplitude térmica. O nível da umidade relativa permanece, geralmente, acima de 90% (ANDRADE apud Ibama/CNPT, 1994, p. 12).

Vegetação e Recursos Faunísticos

A vegetação da região caracteriza-se pela floresta tropical densa, da sub-região aluvial da Amazônia, constituindo-se de terraços baixos e planos, sendo muito presentes a seringueira (*Hevea sp.*), o louro (*Ocotea sp.*), a virola (*Virola surinamensis*) e a samaumeira (*Bombax globosum*) (*idem*, p. 19).

A Guarda da Reserva

Os moradores da Reserva, a quem foi atribuída a ação de fiscalização voluntária da área, com credenciamento do Ibama, não dispõe de recursos financeiros e nem materiais que lhes possibilite o cumprimento desta missão. Conseqüentemente, a extensa área da Reserva é precariamente fiscalizada, fato que possibilita a exploração ilegal dos recursos naturais por estranhos – normalmente, de forma predatória. Os recursos mais visados são os da ictiofauna, especialmente peixes e quelônios

Inúmeros barcos de pesca têm sido flagrados cometendo tal irregularidade nos lagos da reserva, principais mananciais pesqueiros, deixando-os praticamente despescados, atitude que já vem prejudicando os moradores locais e que tende a se agravar, caso não sejam medidas preventivas neste sentido. Esta prática, em raras oportunidades, tem apoio de moradores da reserva e de seu entorno, pelo fato de lhes gerar algum recurso financeiro, normalmente de baixa monta, mas que se configura, quase sempre, como uma rara oportunidade de obtenção de alguma renda.

O Desenvolvimento da Reserva

Além da ação de fiscalização, atribuição do Ibama, faz-se necessário colocar em prática políticas de desenvolvimento social e econômico capazes de potencializarem a utilização dos recursos naturais da região, sem o que a Reserva Extrativista do Médio Juruá não terá como cumprir os objetivos que motivaram sua criação.

Neste contexto, a Universidade do Amazonas, em parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais (Ibama) e o Instituto Nacional de Pesquisa da

Amazônia (Inpa), com recursos financeiros do Conselho Nacional de Pesquisas e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) e da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), implantou um projeto para geração de energia a partir de óleos vegetais de oleaginosas nativas da região, buscando, dessa forma, disponibilizar um insumo essencial à valorização da biodiversidade local e à melhoria das condições de vida dos ribeirinhos. O projeto foi implantado na comunidade do Roque e passa por uma fase de consolidação, sendo objeto de *estudo de caso* no presente trabalho.

3. MODELAGEM TEÓRICA

Capítulo 2

OS ÓLEOS VEGETAIS NA LÓGICA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O início do emprego de óleos vegetais como combustível data do princípio do século passado, quando foram apresentados os resultados dos primeiros testes de sua utilização em motores tipo ignição por compressão (ciclo diesel). Porém, seu uso para este fim se deu apenas de forma contingencial, durante quase 100 anos, devido, principalmente, ao aumento da produção e à queda do preço do petróleo, já no início do século. No entanto, as duas últimas crises do petróleo (início e fim da década de setenta e início da década de oitenta), aliadas aos problemas ambientais decorrentes do uso dos combustíveis fósseis, fizeram ressurgir os óleos vegetais como uma alternativa promissora na substituição parcial do diesel, notadamente na Europa e nos Estados Unidos, especialmente a partir do início da década de noventa.

O presente capítulo trata, principalmente, das questões técnicas, econômicas e ambientais envolvidas no uso dos óleos vegetais como combustível. Apresenta, ainda, o óleo de palma africana (dendê) como uma alternativa para substituição do diesel na geração de energia elétrica, a partir de seu cultivo em áreas degradadas da Amazônia. A escolha desta oleaginosa deveu-se, principalmente, as suas qualidades na recuperação de solos degradados e por ser uma cultura agronomicamente dominada e adaptada às condições edáficas e climáticas da região.

2.2.1. O CONCEITO E A PRÁTICA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A noção de desenvolvimento sustentável surge a partir dos movimentos ambientalistas dos anos 60, na busca de propostas alternativas de desenvolvimento, frente ao crescente avanço da degradação da qualidade do meio ambiente, consequência do modelo de desenvolvimento pautado no uso imprudente dos recursos naturais.

A década de 70 marcou a evolução destas discussões em nível institucional e incorporou as preocupações com um desenvolvimento sócio-econômico equitativo. O marco dos debates sobre estas questões – ambientais, sociais e econômicas – foi a publicação do relatório da reunião de Founex, na Suíça, em 1971, preparatória para a conferência de Estocolmo; a publicação do estudo sobre os ‘Limites do Crescimento’, pelo Clube de Roma, em 1972, e; o relatório da conferência de Estocolmo, sobre ‘Desenvolvimento Humano’, no mesmo ano de 1972.

A ‘I Conferência das Nações Unidas de Meio Ambiente Humano’ ocorreu em Estocolmo, na Suécia, em 1972, e reuniu representantes de vários países para debater a crescente degradação ambiental e o futuro do planeta Terra, naquela que seria a primeira discussão abrangente sobre o tema “meio ambiente”.

Episódio marcante desta conferência foram os pontos de vista antagônicos entre os países industrializados, responsáveis pelo controle e utilização de 3/4 dos recursos energéticos e minerais do planeta (AQUINO apud MINC, 1985, p. 76) e os países em desenvolvimento, liderados pelo Brasil. Enquanto os primeiros defendiam a tese da co-responsabilidade por um ambiente limpo, sem o qual não haveria desenvolvimento, os demais países entendiam ser prioritário resolver seus problemas sócio-econômicos para, depois, combater a poluição, pois receiavam que, ao se comprometerem com um programa global desta natureza, poderiam criar dificuldades para seu progresso técnico e industrial. No fundo, os países em desenvolvimento defendiam seus direitos de trilhar pelo mesmo caminho dos países ricos: alcançar o progresso sócio-econômico, mesmo que isso custasse a degradação ambiental.

Os principais resultados positivos da conferência talvez tenham sido a ampla divulgação, na mídia, da questão da degradação ambiental, colocando em debate o modelo de crescimento econômico vigente, e o reconhecimento, pela Organização das Nações Unidas

(ONU), da necessidade de se incorporar as questões econômicas e sociais dos países pobres.

Seminários subsequentes sobre estilos alternativos de desenvolvimento sócio-econômico equitativo encontraram eco no ‘Relatório Brundtland’¹ ou ‘Nosso Futuro Comum’, publicado em 1987, que definiu desenvolvimento sustentável com *sendo* “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”⁸.

Com o advento do relatório Brundtland ou ‘Nosso futuro Comum’, que estabeleceu uma estreita ligação entre meio ambiente e desenvolvimento, a Assembleia Geral das Nações Unidas promoveu a II Conferência Mundial de Meio Ambiente, que se realizou no Rio de Janeiro em 1992 (Rio 92), com o objetivo de encontrar mecanismos que compatibilizassem o desenvolvimento e a proteção ambiental, considerando o crescimento populacional, a poluição e o esgotamento dos recursos naturais, os modelos atuais de desenvolvimento econômico, progresso científico e tecnológico e cooperação internacional para a adoção do modelo de desenvolvimento sustentável.

Passados mais de 30 anos do marco inicial dos relatórios consubstanciados sobre desenvolvimento e meio ambiente, os principais avanços neste sentido se deve à criação de órgãos e instituições voltadas para o gerenciamento do meio ambiente, às pesquisas sobre as alterações climáticas e outros riscos ambientais, e ao avanço do grau de conscientização por parte do público. Concretamente, nada se fez que mudasse a situação atual, de modo que os ricos continuaram poluindo e promovendo a degradação dos recursos naturais dos países pobres, enquanto estes seguiram cúmplices de um modelo de desenvolvimento que parece irreversível.

A situação dos países em desenvolvimento é conflitiva, uma vez que o aporte de recursos financeiros para a solução de questões ambientais significa uma maior escassez de recursos para aplicação em áreas sociais consideradas prioritárias, como educação e saúde, bem como a diminuição de investimentos no seu desenvolvimento econômico.

⁸O Relatório Brundtland, também conhecido como ‘Nosso Futuro Comum’, é o resultado do trabalho de uma comissão criada pela Assembleia Geral das Nações Unidas, em 1983, denominada de Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, com o objetivo básico de “propor estratégias ambientais de longo prazo para obter um desenvolvimento sustentável .Cf. Souza, André Luiz Lopes. *Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Uma Reflexão Crítica*. Belém, FCAP, Serviço de Documentação e Informação, 1996. p.50.

A prática da proposta do Relatório Brundtland sobre desenvolvimento sustentável confirma, pois, a imagem utópica que esta encerra (a proposta): o Norte, desenvolvido, mantém a cultura do consumo descompromissado, de alto padrão, enquanto o Sul, na parte inferior do abismo que os separa, entende que deve buscar o mesmo objetivo, ainda que insustentável a longo prazo. Enquanto o primeiro não abre mão do modelo industrial que mantém os níveis de crescimento e padrão de consumo, ainda que à custa dos recursos naturais limitados e da poluição da biosfera e da atmosfera, o segundo busca o combate de suas mazelas econômicas e sociais à custa da degradação dos seus recursos naturais subvalorizados.

A universalização dos padrões de consumo dos países industrializados é, no entanto, insustentável. A esse respeito, escreveu Furtado (1998, p.11) “ se tal acontecesse, a pressão sobre os recursos não renováveis e a poluição do meio ambiente seriam de tal ordem (ou, alternativamente, o custo do controle da poluição seria tão elevado) que o sistema econômico mundial entraria necessariamente em colapso” .

Esta afirmação, cujo conteúdo se refere a padrões de consumo ainda mantidos atualmente, não faz referência à possibilidade de aproximação dos extremos, o que seria possível mediante uma diminuição de consumo dos países desenvolvidos, e uma melhoria nos padrões de consumo dos países ditos em desenvolvimento. Para que isto ocorra, será necessário que o espírito de *equidade* na distribuição de riquezas substitua o da acumulação.

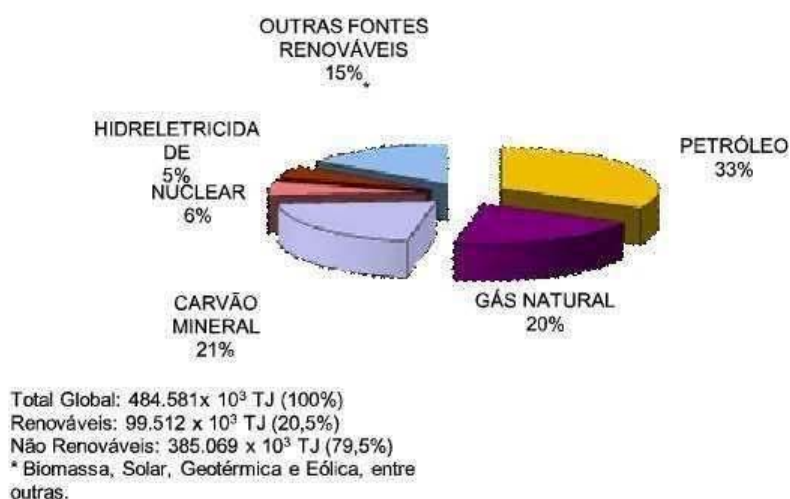
Há, pois, muito ainda a se fazer para transformar em realidade o sonhado desenvolvimento sustentável.

2.2.2. A MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL E SEUS EFEITOS SOBRE O MEIO AMBIENTE

A Matriz Energética Mundial e Brasileira

Sob o prisma do desenvolvimento sustentável, a matriz energética mundial é a sua negação, haja vista a predominância de uso de fontes energéticas não renováveis e ao mesmo

tempo causadoras de impactos ao meio ambiente. Das cerca de 6,0 Gt de carbono lançados anualmente na atmosfera, 80% é originário da queima de combustíveis fósseis, enquanto as queimadas florestais são responsáveis pelos 20% restantes (BROWN; VICTÓRIA; MARTINELLI et al., 1991). Dois terços das emissões são atribuídas aos países desenvolvidos, ficando o outro terço por conta dos demais países – em desenvolvimento. Na Fig. 2.2 está representado o consumo mundial de energia primária no ano de 2000, onde se observa forte participação de fonte não-renováveis de energia, 79,5%, contra 20,5% de renováveis.



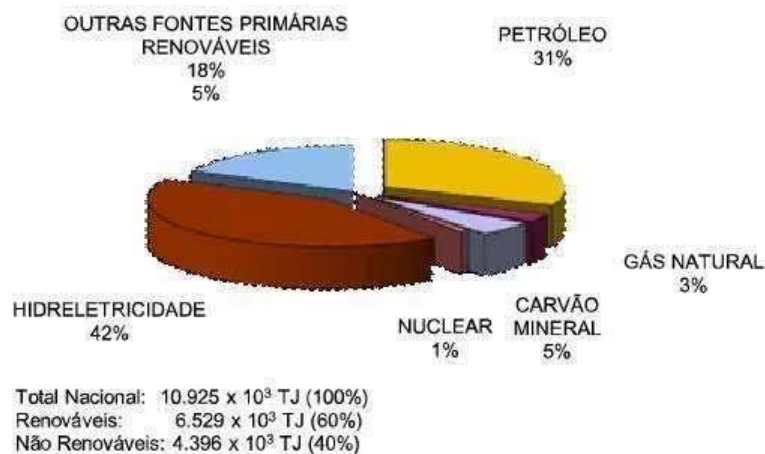
Fonte: *home-page* da BP. Capturado em 26 de set.de 2002. Disponível na internet em [<http://www.bp.org.com/center/energy>].

Figura. 2.2. Consumo Mundial de Energia Primária em 2000

O Brasil contabiliza aproximadamente 0,4 Gt de carbono lançados por ano na atmosfera, sendo 0,1 Gt devido à queima de combustíveis fósseis⁹ e 0,3 Gt devido às queimadas na Amazônia, a níveis de 1990¹⁰. Na Fig. 2.3 é apresentado o consumo nacional de energia primária referente ao ano de 2000, onde se observa que, contrariamente ao balanço energético mundial, o consumo brasileiro é predominantemente baseado em energias renováveis, correspondendo a 60% do consumo total.

⁹ BROWN; VICTÓRIA; MARTINELLI et al *apud* GOLDEMBERG, 1989, p. 17.

¹⁰ *idem* et al *apud* FEARNSIDE, 1987, p. 18.



Fonte: Balanço Energético Nacional Consolidado /MME –2000
 Figura 2.3 Consumo Nacional de Energia Primária em 2000

Mudanças Climáticas e Impactos Locais Causados pelas Emissões de Gases

As estimativas com relação às mudanças climáticas, segundo VICTÓRIA et al. (1991) são de que o aquecimento do planeta Terra cresça de 0,2 a 0,5 °C por década, em virtude da concentração de gases atmosféricos, principalmente CO₂, CH₄, N₂O e CFCs (clorofluorcarbonos), onde o CO₂ contribui com 50% do total. A causa do aquecimento é o *efeito estufa*¹¹ causado por estes gases. A esse respeito, Lipietz (1997, p. 161), afirma:

as principais consequências do efeito estufa recairiam sobre os países com dependência da agricultura e sobre as populações costeiras (deltas, ilhas, etc.). No primeiro caso, pelo fato de uma menor disponibilidade de água no solo em decorrência do aumento da evaporação. No segundo caso, devido a inundações provocadas pela elevação no nível dos oceanos, através da dilatação e derretimento das calotas polares. As vítimas potenciais deste fenômeno seriam a Índia, a China, Bangladesh e Ilhas Maldivas.

Em nível local, os impactos estão associados às emissões de óxidos de enxofre e de nitrogênio, devido à queima dos combustíveis, que contribuem para a deposição ácida (pela formação de chuvas ácidas e/ou diretamente no solo) e para o smog fotoquímico (névoa

¹¹ O efeito estufa deve-se à absorção, pelos gases na atmosfera, dos raios de ondas longas refletidos na superfície terrestre.

resultante de reações químicas na presença de luz solar), e ao material particulado em estado sólido (resíduos de carbono, hidrocarbonetos não queimados, sais e cinzas) arrastados por correntes gasosas na atmosfera (SANTOS; GALLO; BIZZO, 1998). Todos estes componentes têm efeito nocivo sobre a saúde humana, especialmente quanto a doenças respiratórias. São, ainda, responsáveis pela morte de florestas e lagos. A esse respeito LORA (2000) cita, por exemplo, alguns efeitos das chuvas ácidas: “a Noruega e a Suíça, juntas, têm 6.500 lagos e 7 rios com todos os seus peixes mortos; a região de Ontário, no Canadá, com 1.200 lagos mortos (sem vida aquática) e; Andirondacks (periferia de Nova York), com mais de 200 lagos sem peixes”.

Há uma diferença fundamental, no entanto, entre as origens das emissões dos países desenvolvidos e a dos países em desenvolvimento, quanto ao uso da energia primária: enquanto os primeiros poluem, basicamente, a partir da queima de combustíveis fósseis utilizados na produção e no transporte, portanto na geração de riquezas, os demais queimam suas florestas para utilização do solo em atividades produtivas de retorno duvidoso, do ponto de vista econômico e social, porém certo quanto aos danos ambientais decorrentes.

A Sustentabilidade no Uso de Combustíveis Fósseis

A sustentabilidade ecológica, definida como uma das cinco dimensões de sustentabilidade – as demais são social, econômica, espacial e cultural – (SACHS, 1997) elege a redução do consumo de combustíveis fósseis e a conservação da energia como uma das ferramentas necessárias a sua manutenção. De fato, a matriz energética mundial baseada, fortemente, nos combustíveis fósseis é insustentável a longo prazo. Por um lado, devido ao estoque finito de jazidas. Por outro, em virtude dos danos ambientais decorrentes, conforme citado e exemplificado acima.

As reservas mundiais de petróleo, em 1996, eram de 1.010 bilhões de barris, enquanto o nível de consumo era de 25,5 bilhões de barris, Quadro 2.1. Este quadro conduz, a princípio, a uma estimativa de produção de 40 anos, com esgotamento previsto para 2036.

Quadro 2.1. Reservas Provadas e Consumo Anual de Petróleo – Bilhões de Barris

ANO	RESERVA PROVADA	CONSUMO ANUAL
1970	657,5	16,5
1973	604,4	20,1
1980	661,6	22,8
1982	681,5	21,7
1984	701,7	21,9
1986	732,9	22,1
1988	919,5	23,3
1990	1010,4	24,1
1991	1004,6	23,9
1992	1007,5	24,3
1993	1010	24,3
1994	1009,8	24,7
1995	1017,6	25,2
1996	1010,0	25,5

Fonte: Petrobrás, 1996

Enquanto o consumo segue uma tendência de crescimento anual, as reservas são dinâmicas, por um lado em função de novas descobertas, por outro, como função do preço do petróleo no mercado internacional, que poderá vir a viabilizar a exploração econômica de minas inexploradas. Desse modo, não é possível garantir uma data para o esgotamento do petróleo em nível mundial.

2.2.3 A ENERGIA E O DESENVOLVIMENTO TÉCNICO-ECONÔMICO

A energia é definida como a capacidade de realização de trabalho. Encontra-se na natureza nas formas química e mecânica. À exceção da energia nuclear, da força gravitacional da lua (responsável pelo movimento das marés) e da fusão das rochas no centro da terra (evidenciada pelos terremotos, pelas erupções vulcânicas e de água quente e vapor em várias localidades do planeta), todas as demais formas concentradas de energia são mantidas pela radiação solar (biomassa pela fotossíntese, o ciclo hidrológico pela evaporação das águas, a força dos ventos pelas diferenças de temperatura e a química pela acumulação via captação fotovoltaica).

A energia calorífica, como uso final da energia química contida na biomassa lenhosa, foi a primeira forma artificial de utilização energética pelo homem: para lhe proporcionar conforto térmico, para a cocção de alimentos e para sua defesa. O homem, no entanto,

precisou sair de sua fase puramente extrativista para uma fase produtiva, a fim de garantir a própria reprodução da espécie. Esta transição de dependência direta para uma dependência indireta da natureza impôs a necessidade de aplicação de outras formas energéticas que não apenas aquela relacionada com a força física.

A necessidade de produzir mais, com menos esforço, se encarregou da evolução de tecnologias capazes de aproveitar as formas energéticas da natureza e substituir a força física humana e da tração animal por máquinas e equipamentos.

A queima de biomassa lenhosa, por séculos a fio, exerceu grande importância como uso final de energia – ainda exercendo grande importância atualmente nos países em desenvolvimento – evoluindo do uso primitivo para conforto térmico, para cocção de alimentos e para o emprego em caldeiras a vapor, em processos mecânicos com necessidade de grandes blocos de potência, como as indústrias siderúrgicas.

A descoberta de novas fontes de energia e a produção de tecnologias capazes de transformá-las em energia útil impulsionou a capacidade produtiva do homem e, conseqüentemente, seu poder cumulativo de riquezas. O carvão mineral, abundante e de poder calorífico superior ao da lenha, foi, inegavelmente, um dos grandes propulsores da chamada ‘Primeira Revolução Industrial’, iniciada na Inglaterra na segunda metade do século XVIII: a ferramenta é substituída pela máquina, a energia humana é substituída pela energia motriz e o modo de produção doméstico pelo sistema fabril.

A entrada do petróleo na matriz energética mundial, a nível comercial, se deu a partir de 1860, quando o querosene, até então o único derivado do petróleo utilizável, passa a desbancar o dispendioso óleo de baleia em lâmpadas e fogões (SERPLAN/PETROBRAS, 1996). Assim como o carvão mineral transformou a lenha em energético complementar, especialmente na siderurgia, o petróleo exerceu o mesmo em relação ao carvão, porém com mais opções de utilização como fonte primária.

Com muito mais concentração energética que o carvão mineral, sendo de mais fácil extração, manuseio e transporte, e, ainda, detentor de uma série de subprodutos utilizáveis na indústria química, o petróleo foi capaz de promover novas alterações no perfil industrial da Europa, Estados Unidos e Ásia.

Um estreitamento no relacionamento entre ciência e tecnologia e entre laboratório e fábrica promoveu mudanças estruturais na produção industrial tão aceleradas, a partir de 1870, que se definiu esta nova fase como uma ‘Segunda Revolução Industrial’: hidroeletricidade, motor a explosão, telégrafo, eletrônica, robótica, automação, comunicação, entre outros. Sem dúvida, a energia, aliada à tecnologia, usada em minúsculos e em grandes blocos de potência, tem sido a grande promotora do progresso material e econômico da humanidade.

2.2.4. ÓLEOS VEGETAIS: UMA OPÇÃO ENERGÉTICA NA LÓGICA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2.4.1. ANTECEDENTES

O modelo energético mundial, baseado em fontes primárias finitas – combustíveis fósseis - contradiz o lema da definição de desenvolvimento sustentável, na medida em que pratica um extrativismo energético de extermínio, não dando chance às gerações futuras de usufruírem deste recurso natural não reproduzível em tempo.

Este modo de utilização de um recurso natural é, na verdade, parte de um modelo de desenvolvimento econômico pautado na teoria do estoque infinito de recursos naturais, em cujos cálculos para determinação de custo final do produto, puramente econômicos, não são internalizados os custos de produção nem de extinção destes recursos. Apenas os custos de extração têm sido computados. Esta forma reducionista de cálculo, aplicado ao custo de produção de energia, torna improvável a inserção, de forma espontânea, de sucedâneos renováveis na matriz energética global, no curto prazo.

Atualmente, somente por meio de ações oficiais, mediante subsídios financeiros, renúncia fiscal (imposto de importação de equipamentos, valor tarifário da energia) e projetos demonstrativos, as fontes renováveis de energia têm sido implantadas, ainda que de forma tímida.

2.2.5. ASPECTO HISTÓRICO DO USO DOS ÓLEOS VEGETAIS COMO SUBSTITUTO DO DIESEL

O emprego dos óleos vegetais como combustível alternativo ao diesel data do início do século XX, cujos primeiros testes, em motores de ciclo diesel, se deram com óleo de amendoim.

O engenheiro alemão *Rudolph Diesel*, que em 1896 patenteou o motor de combustão interna por compressão que levou seu nome, assinalou a utilização de óleo vegetal em seu motor, no prefácio que escreveu para a obra intitulada: 'Os Motores Diesel' de A. P. *Chalklei*, publicado em Londres, em 1911. Dizia o autor que se ignorava, geralmente, que se poderia empregar diretamente nos motores Diesel os óleo animais ou vegetais; mencionava que, em 1900, a Sociedade Otto apresentara, na Exposição Universal de Paris, um pequeno motor diesel que, por encomenda do Governo Francês, trabalhava com óleo de amendoim e funcionava bem a tal ponto que muito poucas pessoas se aperceberam da mudança; dizia, ainda, que recomeçara esses ensaios, em grande escala, com pleno sucesso, confirmando os resultados anteriores (PIVA, 1979).

No Brasil as pesquisas se iniciaram no ano de 1941, por iniciativa do Instituto Nacional de Tecnologia - INT, quando foram testados os óleos de algodão, babaçu e mamona. As pesquisas cessaram naquele ano, sendo retomadas somente em 1976, desta vez sob a responsabilidade do Conselho de Desenvolvimento Industrial do Ministério da Indústria e do Comércio - CDI/MIC (FONSECA, 1981). Foram testados os óleos de algodão, amendoim, babaçu, mamona, soja e dendê, com resultados bastante satisfatórios quanto ao comportamento do motor. Em meados da década de oitenta, as pesquisas cessaram novamente (GUILHERME, et ali 2000, p. 20).

Em virtude dessas iniciativas surgirem por razões conjunturais, e não por ações planejadas para o longo prazo, correm o risco de serem abandonadas, encerrando-se o compromisso institucional que as motivou. Tipicamente, foi o que ocorreu com o programa de óleos vegetais do Brasil, que durou de meados de 70 a meados de 80: a chamada primeira crise do petróleo, de 1973, quando o barril de petróleo Árabe Leve salta de US\$ 3,00 para US\$ 20 por barril, para depois se estabilizar em US\$ 11,65 no final do ano, foi a propulsora deste programa. A segunda crise do petróleo, em fins dos anos setenta e início dos anos 80,

quando o barril de petróleo chegou a US\$ 40 no mercado spot, veio reforçar a necessidade de se desenvolver novas fontes alternativas que pudessem contribuir para a diminuição da importação deste energético.

Antes da primeira crise a despesa do Brasil com importações de petróleo correspondia a 1,5% das divisas geradas com as exportações. Sob os efeitos da crise, esse percentual elevou-se para 41,2%, em 1974. Se os preços do petróleo não tivessem sofrido aumentos e se o consumo interno houvesse mantido o incremento médio anual de 10%, o dispêndio brasileiro, em dólares, teria sido de apenas US\$ 4,12 bilhões, durante os anos de 1972 a 1977. Como o dispêndio real somou 14 bilhões e 760 milhões, portanto com gasto excedente de US\$ 10,54 bilhões, a dívida externa brasileira onerou em 42%, no acumulado até 31 de dezembro de 1977 (GUILHERME *apud* FILHO, et ali 1997, p. 24).

Em 1986, em função da superprodução de petróleo da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), os preços, que estavam em US\$ 28 por barril, regrediram para US\$ 10 e depois se estabiliza em US\$ 15 nos mercados mundiais. Esta estabilidade desencorajou a continuidade nas pesquisas com fontes renováveis. Assim, absorvidos os “solavancos” da crise, engavetou-se os programas iniciados.

Alguns países desenvolvidos, no entanto, ainda que não tivessem vocação para implantação de programas de monta para substituição do diesel por óleos vegetais, em razão de suas condições climáticas e de disponibilidade de terra para cultivo, continuaram desenvolvendo pesquisas, de modo que, nos anos noventa, com o avanço das tecnologias de transformação e com a incorporação definitiva das preocupações ambientais relativas à produção de energia, a biomassa volta a despertar o interesse com a sua utilização.

Os óleos vegetais vêm recebendo fortes estímulos a sua produção – especialmente substanciais subsídios ao cultivo e isenção de impostos – desde o início da década de noventa, notadamente nos Estados Unidos e nos países da União Européia. A União Européia sobretaxa os combustíveis fósseis em cerca de 50% do seu preço no varejo e isenta em cerca de 90% os impostos do biodiesel¹². Tais estímulos buscam dois objetivos igualmente

¹² Óleo vegetal modificado para utilizar em motores diesel sem necessidade de modificação do motor. Cf. *homepage* da CANADIAN RENEWABLE FUELS ASSOCIATION. Capturado em 27 de set. de 2002 na internet em [<http://www.greenfuels.org/bioindex.html>].

importantes para estes países: 1. a obtenção de um combustível renovável capaz de diminuir a dependência de importação do diesel e 2. diminuir a emissão de gases poluentes e causadores do efeito estufa.

2.2.6. ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E FORMAS DE EXTRAÇÃO DOS ÓLEOS VEGETAIS

A composição química e a concentração energética dos óleos e gorduras vegetais são muito semelhantes. O Quadro 2.2 mostra os tipos de óleos mais testados em motores diesel, mais a andiroba, e as características físico-químicas que podem influenciar na eficiência do seu aproveitamento.

Quadro 2.2. Características dos Óleos Vegetais

Característica	Diesel	Dendê	Algodão	Amendoim	Babaçu	Mamona	Soja	Girassol	Andiroba
PCS (MJ/kg)	45	39	37	38	37	37	38	-	38,1 (5)
Enxofre (%)	0,5 a 1 (3)	0,045 (2)	0,03 (3)	0,01 (3)	0,02 (3)	0,02 (3)	0,02 (3)	-	0,01 (5)
Peso Específico (A 20° C)	0,8 (1)	0,91 (2)	0,92 (3)	0,92 (4)	0,93 (4)	0,96 (3)	0,92 (4)	0,92 (4)	0,902 (5)
Ponto de Fulgor (°C)	60 (2)	257 (4)	308 (3)	316 (3)	238 (3)	295 (3)	318 (3)	-	-
Viscosidade (ST 37,8° C)	20 (2)	39,6 (4)	35,65 (3)	40,25 (4)	30,24 (4)	-	36,8 (4)	37,1 (4)	-
Relação H/C	0,143 (3)	0,153 (3)	0,154 (3)	0,154 (3)	0,163 (3)	0,146 (3)	0,15 (3)	-	0,15 (5)

Fonte: Adaptado pelo autor

Nota: (1) Balanço Energético Nacional/MME-1998

(2) Miranda (2000)

(3) Torres (2000)

(4) Filho (1979); Fonseca (1981)

(5) IPT

Algumas características físicas dos óleos vegetais os elegem como potenciais substitutos, ou complementares, ao diesel, merecendo destaque:

- o poder calorífico, entre 11% e 17% inferior ao diesel;
- a portabilidade (facilidade de transporte);
- a renovabilidade;
- a não contribuição para o aumento do efeito estufa;
- a possibilidade da produção se dar próxima ao local de consumo;

- possibilidade de utilização de óleos de diferentes oleaginosas e;
- a facilidade de obtenção do óleo por prensagem mecânica (manual ou motorizada).

Os processos usuais de extração industrial dos óleos vegetais se dão pela utilização de solventes e por prensagem mecânica. Tradicionalmente, nas comunidades, a extração se dá pela maceração e posterior cozimento. O uso de solventes requer um sistema relativamente mais complexo, com mão-de-obra especializada, e é normalmente utilizado para produção em grande escala ou em nível de laboratório, para pesquisa, face aos investimentos requeridos. É um processo mais eficiente, do ponto de vista do rendimento em óleo, chegando a quase 100% de extração, porém requer um processo de recuperação do solvente contido no óleo e nos resíduos da extração, a fim torná-los próprio para utilização, bem como para evitar contaminação ambiental.

A prensagem mecânica, que tanto pode utilizar prensa tipo pistão (hidráulica) como helicoidal/contínua (moinho), tem a vantagem da simplicidade de operação, em qualquer dos modelos. É, no entanto, menos eficiente que o método por solvente, deixando na torta¹³ entre 10% e 20% do óleo total originalmente contido na massa oleaginosa.

O rendimento na extração do óleo depende, principalmente, da preparação da semente (secagem, trituração, laminação e aquecimento) e do ajuste na prensa (pressão e velocidade de passagem da massa). Há, no entanto, dois fatores que poderão limitar o rendimento a certo patamar: a vantagem financeira (aumento da quantidade extraída versus custo pelo aumento), em primeiro lugar, e, em segundo lugar, a destinação do uso final do óleo, que poderá exigir sua extração a frio (na temperatura ambiente), o que implica menor rendimento.

Pela simplicidade de operação e pelos menores custos de investimento, instalação e operação, além da disponibilidade em escalas reduzidas¹⁴ e de maior porte, as prensas mecânicas são de uso mais comum na extração de óleo.

¹³ resíduo resultante da extração de óleo.

¹⁴ prensas manuais podem ser fabricadas em tornearias, com relativa facilidade.

2.2.7. O EMPREGO DOS ÓLEOS VEGETAIS EM SUBSTITUIÇÃO AO DIESEL

2.2.7.1 QUESTÃO TÉCNICA:

Os óleos vegetais têm sido utilizados como combustível tanto na forma bruta (*in natura*) como na forma modificada. A forma bruta equivale ao óleo na sua composição físico-química original, do qual apenas as partículas sólidas decorrentes da extração são retiradas, por filtração ou decantação. Já a forma modificada, a partir da forma bruta, equivale a uma aproximação do óleo vegetal às características do diesel. O processo tido como mais prático e barato para esta modificação é a transesterificação do óleo mediante alcoólise com metanol ou etanol, na presença de um catalisador (H_2SO_4 , HCL ou Hidróxido de Sódio), cujo resultado é a formação de ésteres metílico ou etílico, dependendo do álcool utilizado, mais glicerina. Os ésteres formados têm estrutura molecular idênticas ao diesel, o que permite seu uso em motores diesel sem necessidade de modificação na sua estrutura.

O uso na forma bruta requer que o motor seja adaptado ou modificado para permitir a queima adequada do óleo vegetal.

Dados bibliográficos relativos a experiências com óleos vegetais não modificados, a partir de 1910 até os dias atuais, em motores comuns, têm apresentado resultados semelhantes, embora, em alguns casos, as conclusões sejam contraditórias, mais em função do estágio de modernidade do motor e dos tipos de óleo utilizados. Os principais problemas relatados dizem respeito a:

- formação de resíduos sólidos de óleo no circuito de injeção (filtro-tubulação-bomba injetora e bico injetor), ocasionando o entupimento total ou parcial do mesmo e, conseqüentemente, instabilidade operacional;
- carbonização excessiva na face dos bicos injetores e câmara de combustão, com conseqüente queda gradual de rendimento do motor;
- maior carbonização em motores com injeção direta que com injeção indireta;
- desgaste excessivo dos elementos e válvulas da bomba injetora e dos elementos do bico injetor;
- dificuldade de atomização do óleo, em virtude de sua maior viscosidade, relativamente ao diesel;

- aumento do consumo específico, entre 10 e 20 por cento, em relação ao diesel;
- Medidas relativamente simples, no entanto, servem para amenizar os problemas acima:
- pré-aquecimento do óleo, a fim de torná-lo menos viscoso e denso, e permitir melhor atomização pelo bico injetor;
- eliminação de partículas sólidas no óleo, mediante filtragem eficiente, a fim de evitar atrito nas paredes de válvulas e elementos da bomba e do bico injetor, e conseqüente desgaste da cromagem;
- diminuição da acidez do óleo e retirada de gomas - ácidos graxos livres e traços de metal - por meio, por exemplo, de neutralização com a utilização de hidróxido de sódio, com o objetivo de diminuir a corrosão da cromagem por ação química e a degomagem da câmara de combustão;
- mistura de pequena quantidade de álcool, com o objetivo de evitar entupimento do bico injetor.

Estas medidas são insuficientes para resolver por completo os problemas apresentados, uma vez que os motores de ciclo diesel evoluíram para uma dedicação cada vez maior ao óleo diesel, cujas características físico-químicas, conforme já citado, são distintas das dos óleos vegetais.

Diversas experiências têm sido feitas, também, misturando-se óleo vegetal *in natura* e diesel. Os resultados alcançados são considerados muito positivos, tendo sido, em alguns casos, surpreendentes, verificando-se maiores potências (torque), com menor consumo de combustível e menos emissão de fumaça, do que os conseguidos com óleo diesel puro (RIO, 1979).

Os motores modificados ou adaptados não necessitam de todas as medidas acima, para evitar os problemas listados, uma vez que a geometria dos bicos injetores e do sistema de combustão são tais que é necessário, apenas, que o óleo seja fluido o suficiente para fluir pela tubulação e permitir a atomização, e que seja suficientemente inflamável para viabilizar o processo de combustão através da compressão (ELSBETT, 1985).

2.2.7.2. BENEFÍCIOS SÓCIO-ECONÔMICOS DIRETOS

O emprego de óleos vegetais como combustível poderá contribuir direta e positivamente, com respeito às questões sócio-econômicas:

- gerando emprego localmente, tendo em vista o uso intensivo de mão-de-obra;
- com o desenvolvimento econômico, na medida em que se constitui numa atividade capaz de dinamizar a economia local;
- com o balanço de pagamentos nacional, dado que diminui a dependência externa na obtenção de combustível;
- com a garantia de suprimento constante, se bem planejado, visto que independe de fatores não climáticos;
- com a descentralização da produção e dos benefícios, pois cada região poderá produzir a oleaginosa mais adequada do ponto de vista agrícola e da experiência local na produção.

Além dos fatores positivos acima, é válido considerar, também, a possibilidade de complementaridade alimentar com a utilização do próprio óleo ou da torta resultante da extração. Mais de 50 por cento da massa oleaginosa resulta em torta, com toda proteína nela contida. Seu aproveitamento poderá se dar para alimentação humana ou ração animal. Outra possibilidade de aproveitamento dos resíduos, quando não são apropriados para o consumo humano ou animal, é na produção de energia (pela queima direta ou gaseificação e queima do gás resultante) ou para adubação do solo. Estas são formas, inclusive, de diminuir o custo de produção do óleo.

2.2.7.3. O EMPREGO ENERGÉTICO DOS ÓLEOS VEGETAIS VERSUS A PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Os óleos vegetais, na grande maioria, não são tóxicos nem nocivos ao homem e ao meio ambiente, de modo que o manuseio e a ocorrência de derramamento acidental não significam risco para a vida humana, nem tampouco para animais e plantas. Na água, além da baixa toxicidade, é completamente biodegradado em 30 dias e, em mistura com o diesel

aumenta em três vezes a taxa de biodegradabilidade deste¹⁵. As emissões tóxicas e fumaça visível decorrentes do uso do biodiesel são bastante reduzidas em relação ao diesel, quando utilizado sozinho (B100), e diminuem significativamente quando o biodiesel é misturado na proporção de 20 por cento com o diesel (B20), como mostra o Quadro 2.3.

Quadro 2.3. Redução potencial de emissões tóxicas e fumaça decorrentes do uso do biodiesel

EMIÇÃO	B100	B20
Monóxido de Carbono	- 43,2%	-12,6%
Hidrocarbonos	- 56,3%	-11,0%
Particulados	- 55,4%	- 18,0%
Óxidos de Nitrogênio	+ 5,8%	+1,2%
Tóxicos do Ar	-60% a -90%	- 12,0% a - 20%
Mutagenicidade	-80% a - 90%	- 20%

Fonte: *home-page* do US DEPARTMENT OF ENERGY'S NATIONAL BIOFUELS PROGRAM. Capturado em 28 de set. de 2002. Disponível na internet em [[http:// www.ott.doe.gov/biofuels](http://www.ott.doe.gov/biofuels)].

Embora haja um leve aumento nas emissões de óxidos de nitrogênio observado no quadro acima, o biodiesel produz uma combustão mais completa, diminuindo as emissões de monóxido de carbono e os hidrocarbonos, principais componentes que, na presença de luz, dão origem ao Smog fotoquímico.

Para a cultura das oleaginosas não são retirados nutrientes ou micro-nutrientes, pois a gordura vegetal é composta de carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), que não são retirados do solo, mas são componentes da água e do dióxido de carbono retirado do ar no processo de fotossíntese. Em se considerando que as emissões de carbono, no processo de queima do óleo, se igualam à quantidade sequestrada pela planta, em regime permanente, no processo de fotossíntese, conclui-se que o balanço de carbono é nulo na atmosfera.

A substituição de diesel por óleo vegetal se converte, portanto, numa forma de mitigação do carbono na atmosfera, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Também contribui positivamente para a saúde pública e para o meio ambiente, na medida em que diminui a emissão dos gases tóxicos que afetam a saúde humana e as plantas e animais.

¹⁵ Informações obtidas da *home-page* do US DEPARTMENT OF ENERGY'S NATIONAL BIOFUELS PROGRAM. Capturado em 28 de set. de 2002. Disponível na internet em [[http:// www.ott.doe.gov/biofuels](http://www.ott.doe.gov/biofuels)].

O cultivo de plantas oleaginosas de ciclo perene, como é o caso do dendê (*Elaeis guienensis*) e coco (*Cocos nucifera*), entre outras culturas já dominadas, poderá atuar, também, diretamente em benefício do meio ambiente: na recuperação de solos pobres, mediante cobertura arbórea, evitando a lixiviação e a erosão; na recuperação de áreas desmatadas e degradadas; na regulação climatológica; e no balanço hídrico.

Apesar dos benefícios acima, é necessário ponderar sobre o cultivo das oleaginosas. A fase agrícola, se mal administrada, poderá levar a resultados catastróficos para o meio ambiente e onerar os custos de produção, eliminando as vantagens comparativas com o diesel. O uso intensivo da mecanização e de produtos químicos na adubação e no combate a ervas daninhas e insetos terão como conseqüências prováveis: a compactação, a erosão e o envenenamento dos solos, e o envenenamento e a redução dos cursos d'água. Também a possibilidade de se criar dependência tecnológica, especialmente de fertilizantes e inseticidas importados e de sementes com variedades genéticas resistentes a doenças e pragas, deve ser considerada.

2.2.7.4. A PRODUÇÃO ENERGÉTICA VERSUS PRODUÇÃO ALIMENTAR

É importante que o cultivo de oleaginosas para produção de energia não seja uma atividade concorrente com as culturas para alimento e outros fins, mas que seja complementar, sob pena de se estar optando por uma alternativa que, em vez de minimizar, poderá agravar os problemas de ordem social e econômica. A esse respeito, Nogueira (2000, p.126), afirma: “se a produção de energia afeta diretamente a estabilidade social, reduzindo a oferta de alimentos e elevando a inflação, suas vantagens passam a ser negativas”.

Em situações onde a produção de óleos vegetais tenha como principal obstáculo a concorrência com a produção de alimentos para o suprimento das necessidades locais de consumo de proteínas, a escolha de oleaginosas cujos resíduos apresentem alto valor protéico e tenham aceitação como alimento humano poderá cumprir satisfatoriamente o duplo papel de produção de alimento e de combustível, descaracterizando o conflito que inicialmente se apresenta.

Dentro desta ótica, para que um programa de uso de óleos vegetais possa cumprir seu papel de substituir ou reduzir as importações de energéticos, de forma vantajosa, é necessário que não haja competição por recursos escassos, como mão-de-obra qualificada, terras cultiváveis e recursos financeiros, utilizados na produção de alimentos.

2.2.8 OS ÓLEOS VEGETAIS NO CONTEXTO AMAZÔNICO

Parece não haver dúvida quanto à possibilidade de se transformar os óleos vegetais em importante substituto do óleo diesel, a julgar pelos resultados favoráveis dos experimentos já realizados¹⁶ e pelas vantagens comparativas, especialmente com respeito às questões ambientais e sócio-econômicas. Do ponto de vista técnico, conforme descrito no item 2.2.8.1, tem-se as seguintes opções de emprego conveniente dos óleos vegetais para geração de energia:

- a- utilizar o óleo vegetal na forma bruta, em motores especiais (modificados ou adaptados);
- b- promover alterações relativamente simples no óleo (pré-aquecimento, neutralização, etc.), para poder usá-lo em motor convencional, especialmente de injeção indireta, porém tendo consciência da necessidade de um ciclo de manutenção mais constante e;
- c- promover alterações nas características físico-químicas do óleo (alcoólise ou craqueamento), a fim de poder utilizá-lo em qualquer motor diesel convencional.

2.2.8.1 POSSIBILIDADE DE APROVEITAMENTO DE ÓLEOS DAS OLEAGINOSAS NATIVAS DA REGIÃO

O emprego de óleos vegetais como substituto do diesel poderá ser uma solução amazônica para um problema amazônico. Entretanto, a solução existe mas não está, ainda, posta. Não se pode afirmar, como já é lugar comum, que a Amazônia é um grande depósito de biomassa energética disponível, aí incluídos os óleos vegetais.

Os resíduos significativos da atividade madeireira são disponibilizados: na selva, por ocasião do corte e retirada de toras; nas serrarias, quando da transformação das toras e peças

¹⁶ Cf. FILHO, Hernani et al (1979); TORRES (2000); SOARES, VIEIRA, NASCIMENTO (2000), MIRANDA (2000).

para uso na construção civil e indústria moveleira. O seu aproveitamento tem se inviabilizado pelas razões que seguem: no primeiro caso, encontram-se de forma dispersa e geograficamente inviável para aproveitamento, em face da distância do potencial local de consumo; no segundo e terceiro casos, o fato de as serrarias e indústrias moveleiras estarem situadas nas sedes dos municípios, com energia elétrica altamente subsidiada, desencoraja os altos investimentos em equipamentos de transformação.

O uso da floresta nativa não é, ainda, recomendado, mesmo em se considerando a possibilidade de manejo florestal ou substituição por cultivo racional de espécies recomendadas para este fim (florestas energéticas), tendo em vista o pouco conhecimento sobre as reais possibilidades de aproveitamento econômico da biodiversidade abrigada na mata em pé.

Os óleos vegetais de oleaginosas nativas, para algumas comunidades isoladas, poderão ser uma opção interessante, no curto prazo, ainda que por um tempo limitado, pelos motivos seguintes: a) disponibilidade da matéria-prima próxima no local de uso; b) baixo custo de produção; c) conhecimento do morador local na utilização das sementes oleaginosas e; d) possibilidades de instalação de equipamentos de pequeno porte, portanto de baixo investimento, para extração de óleo. O curto prazo está relacionado com a disponibilidade de sementes nativas, enquanto o “tempo limitado” refere-se ao limite máximo de óleo que poderá ser extraído num dado tempo, e que limitará a quantidade de energia disponível, obrigando a novas soluções, principalmente o cultivo racional.

É importante salientar que as oleaginosas nativas, assim como quase todos os produtos naturais da Amazônia, estão, de maneira geral, dispersos por grandes extensões de área, traduzindo-se em “baixa densidade de unidade do produto por unidade de área”, tornando a coleta, muitas vezes, extremamente penosa e pouco rentável. Dessa forma, somente aquelas comunidades localizadas em áreas privilegiadas com relação a grandes ocorrências das plantas, poderão vir a serem indicadas, de imediato, como candidatas à utilização de óleos vegetais em substituição ao diesel, após estudos que apontem a viabilidade econômica, social e ecológica da produção do óleo vegetal.

A selva Amazônica, pela forma rarefeita como apresenta os recursos naturais da sua biodiversidade, mais se assemelha a um “mostruário”, e menos a um depósito de onde se poderá retirar grandes quantidades de produtos. Se tal ocorrer, fatalmente se estará praticando

o extrativismo de extermínio. Ou seja, a selva informa ao homem aquilo que é possível se reproduzir em determinada área, e não o que pode ser retirado indiscriminadamente, sem reposição. Em outras palavras, há um limite de exploração do recurso além do qual se estará inviabilizando sua reprodução.

Um outro ponto importante a ser considerado é que um óleo vegetal nativo, a exemplo de muitos outros produtos da floresta, pode, em certa época, não ter valor monetário de mercado mas, subitamente, por questões de modismo ou outras, passar a ser supervalorizado. Neste caso, estará inviabilizado seu uso como combustível, embora que temporariamente. Este fato é, indubitavelmente, um fator de risco a investimentos visando a produção de energia com óleos vegetais nativos.

Dentro desta lógica, a utilização dos óleos vegetais, de forma ampla, depende do cultivo de plantas oleaginosas, pois somente assim se terá assegurado, para o futuro, a disponibilidade de sementes em quantidade e custo adequados. Caso contrário se estará correndo o risco de fracasso financeiro do investimento.

Infelizmente, os conhecimentos silviculturais sobre as espécies oleaginosas nativas da Amazônia são inversamente proporcionais à grande variedade existente, o que, de certa forma, é um entrave a um programa mais amplo de emprego, no curto prazo, destas sementes. O estudo de caso do capítulo 4 mostra a possibilidade de aproveitamento em áreas de forte ocorrência de sementes oleaginosas, analisando aspectos sociais e econômicos relacionados a este uso dos óleos.

2.2.8.2. POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE OLEAGINOSAS CULTIVÁVEIS NA AMAZÔNIA – O CASO DO DENDÊ

Aspectos Silviculturais

De acordo com o exposto no item anterior, o uso de óleos vegetais em substituição ao diesel, na região Amazônica, não pode se pautar no potencial nativo que, além de ainda não ter sido dimensionado, apresenta dificuldades evidentes ao seu aproveitamento, como por exemplo, a dificuldade de coleta em função da forma dispersa com que se distribui a produção

na floresta. Este fato, aliado à pouca pesquisa sobre o cultivo racional da grande variedade de oleaginosas existentes, não recomenda, para um curto prazo, a introdução destas espécies num projeto amplo de substituição ao diesel. Sua participação, num primeiro momento, deverá ser apenas marginal, em locais específicos. Entretanto, para o longo prazo, a inclusão das espécies nativas não poderá ser desprezada. Para tanto, pesquisas deverão ser feitas no sentido do cultivo racional das oleaginosas nativas, principalmente porque espécies domesticadas e cultivadas em outras regiões poderão encontrar fortes barreiras para adaptação às condições amazônicas.

A região, por suas dimensões e condições favoráveis (solo, luminosidade e pluviometria), tem sido apontada como um grande celeiro para a produção de óleos vegetais, especialmente de óleo de palma africana (*Elaeis Guienensis*). Trata-se de uma cultura domesticada e completamente dominada agronomicamente e adaptada às condições edáficas e climáticas de grande parte da Amazônia, e que, até o momento, apresenta a maior produtividade, em kg/ha/ano, comparada com outras oleaginosas, conforme ilustra o Quadro 2.4.

A dendeicultura é considerada uma cultura de forte apelo ecológico, por apresentar baixos níveis de agressão ambiental e expressivos níveis de seqüestro de carbono – cerca de 13,25 toneladas de carbono, por hectare e por ano¹⁷ – além de adaptar-se a solos pobres e imitar a floresta tropical, protegendo os solos contra a lixiviação e erosão. Também contribui para a restauração do balanço hídrico e climatológico e para a fixação de CO₂ e O₂ (VILELA; BARCELOS E RODRIGUES, 1998). Adicionalmente, é a cultura oleaginosa que apresenta a mais baixa taxa de mecanização, pois não precisa de preparo do solo e cultivos anuais. O consumo de combustível dá-se, praticamente, na colheita e é calculado em cerca de 18 kg de óleo diesel por tonelada de óleo produzido, enquanto a soja requer cerca de 200 kg de combustível apenas para sua produção agrícola (VEIGA, 2000).

¹⁷ Cf. VEIGA *apud* HARTLEY, 1977, p. 137.

Quadro 2.4. Produtividade das Principais Oleaginosas - Kg/ha/ano

CULTURA	TIPO DE ÓLEO	PRODUTIVIDADE – kg/ha
Palma africana (polpa do dendê)	Óleo de palma	3.500 a 5.000
Palmiste (amêndoa do dendê)	Óleo de Palmiste	200 a 350
Soja	Óleo de soja	400 a 600
Coco	Óleo de coco	2.000 a 3.000
Oliva	Óleo de Oliva	1.500 a 2.500
Colza	Óleo de Colza	800 a 1.100
Girassol	Óleo de Girassol	600 a 1.000
Amendoim	Óleo de amendoim	600 a 1.000

Fonte: KALTNER (2000, p.8)

Introdução da Cultura do Dendê na Região

A cultura da palma africana, ou dendê, na Amazônia teve início no final da década de 60 do século passado, através de um projeto-piloto da Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), órgão que antecedeu a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM). O projeto original foi elaborado pelo *Institut de Recherches Pour Les Huiles et les Oleagineux* (IRHO), sediado em Paris, dando origem ao cultivo de 1.500 hectares no Município de Benevides, no Estado do Pará (PANDOLFO, 1981). No ano de 1972 iniciou-se o processo de venda da área cultivada para a iniciativa privada, finalmente concluído em 1974, com a compra pela FIBROCO (mais tarde DENPAL e depois DENPASA).

Limitações ao Cultivo do Dendê na Amazônia

Apesar da vasta área com condições apropriadas ao cultivo do dendê na Amazônia, conforme o Quadro 2.5, a produção brasileira – cerca de 93 mil toneladas de óleo em 1999 – representa menos de 1% da produção mundial.

Quadro 2.5. Brasil: Área Potencial e Área Plantada com Dendê - 1998

ESTADOS	POTENCIAL PARA O CULTIVO (ha)	ÁREA PLANTADA (ha)	ÁREA EM PRODUÇÃO (ha)
Acre	2.500.000	-	-
Amapá	1.500.00	4.000	3.500
Amazonas	50.000.000	2.000	-
Maranhão	-	-	-
Mato Grosso	500.000	-	-
Pará	10.000.000	32.977	24.601
Rondônia	1.000.000	-	-
Roraima	4.000.000	-	-
Tocantins	500.000	-	-
Bahia	750.000 ^(a)	8.503	3.400
Total	70.000.000	47.480	31.501

Fonte: MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO, 1998.

Nota: (A) SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA DO ESTADO DA BAHIA

Diversas razões são apontadas como limitantes ao aumento da produção, sendo as principais aquelas sintetizadas no Quadro 2.6 a seguir.

Quadro 2.6. Limitações ao Cultivo do Dendê na Amazônia

RAZÕES	JUSTIFICATIVAS
Instabilidade das políticas agrícolas	Desconfiança do investidor e desvio de recursos para outras atividades
Necessidade e dependência de beneficiamento do dendezeiro.	Dependências dos produtores em relação às usinas, que exercem controle de preço e demanda
Pragas e doenças	Risco de perda de rentabilidade
Necessidade de maiores investimentos	Existência de outras opções de aplicação do capital com menos risco de prejuízo ou com maior retorno.
Desconfiança quanto ao trabalho de forma coletiva	Há dificuldade em formalizar organizações de produtores com o objetivo de alcançar um volume mínimo de produção que viabilize o investimento em beneficiamento ou industrialização.
Desconhecimento do mercado	Dificuldade de penetração em mercados já consolidados.
Carência de pesquisas	Há, ainda, pragas e doenças de difícil controle e que se constituem em sérios riscos ao cultivo
Reduzida infra-estrutura básica	Dificuldade de escoamento da produção, atendimento médico, escolar, energia elétrica, entre outros.
Fundiárias	Cerca de 74,4% das áreas da Amazônia Legal são ocupadas por terras indígenas, Unidades de Conservação e terras públicas em geral. Restam 25,4% de terras ocupadas por imóveis rurais. Destas, 80% são reservas legais, que não podem ser desmatadas. Ou seja, mais de 80% da região está protegida por lei. Este fato limita a expansão de áreas contínuas para o cultivo, além de impedir o aproveitamento de novas áreas.
Baixa densidade demográfica na área rural	Carência de mão-de-obra para trabalhar nas áreas com aptidão.
Localização das áreas potenciais	Grande parte das áreas aptas referem-se a florestas nativas e estão localizadas nos municípios do Alto Solimões e do Alto Rio Negro, conforme indicado na Fig. 3.3. Trata-se de uma região pouco e esparsamente antropizada, distante cerca de 400 km de Manaus, sem infra-estrutura básica e com baixíssima densidade demográfica (menos de 1×10^{-3} habitante por km^2), pouco provável de receber investimento no cultivo de dendê

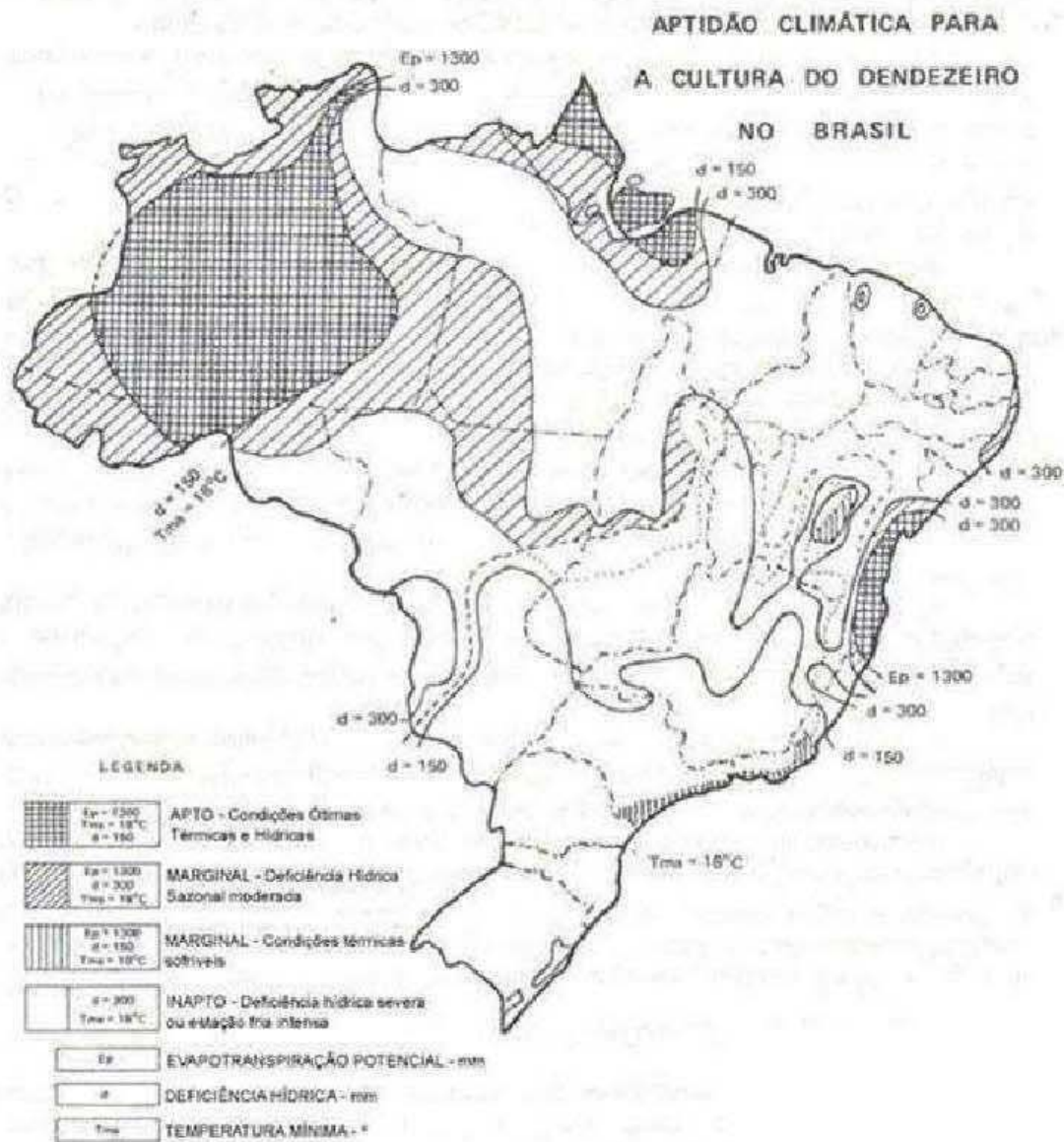
Fonte: HOMMA et al (2000); VALE et al (2000), PALDOLFO (1981).

Limitações ao Cultivo em Comunidades Ribeirinhas da Amazônia

Com respeito às comunidades isoladas da Amazônia, estas se situam, geralmente, às margens dos rios, e se estabelecem segundo os seguintes critérios: às margens dos rios porque estes são a sua estrada, por onde chegam os mantimentos de primeira necessidade e por onde escoam sua produção; próximo a um lago piscoso, para garantir sua subsistência no período de seca do rio e; próximo à terra-firme, para garantir área não inundável ao cultivo de roça.

Há, relativamente, pouca terra-firme às margens dos rios, de modo que, na maioria das vezes, as comunidades se formam em pequenas elevações, pouco ou não inundáveis, porém insuficientes para o desenvolvimento de culturas alimentares, o que os obriga a percorrer, muitas vezes, longas distâncias até a terra-firme. Como o dendê não é adaptado a terras inundáveis, seu cultivo nas várzeas amazônicas ficaria restrito àquelas comunidades localizadas nas terras-firmes situadas às margens dos rios.

O transporte de cachos de frutos, nas costas, a longas distâncias, como ocorre com as comunidades que moram na margem do rio e cultivam na terra-firme, torna o cultivo do dendê pouco atrativo. Dessa forma, conclui-se que, a nível de comunidade isolada, a cultura do dendê sofre, adicionalmente, restrições pelo movimento das águas, o que obriga a escolha de cultura mais adaptada às condições locais. Este fato reforça a necessidade de se pesquisar mais as oleaginosas nativas, com vistas ao plantio racional.

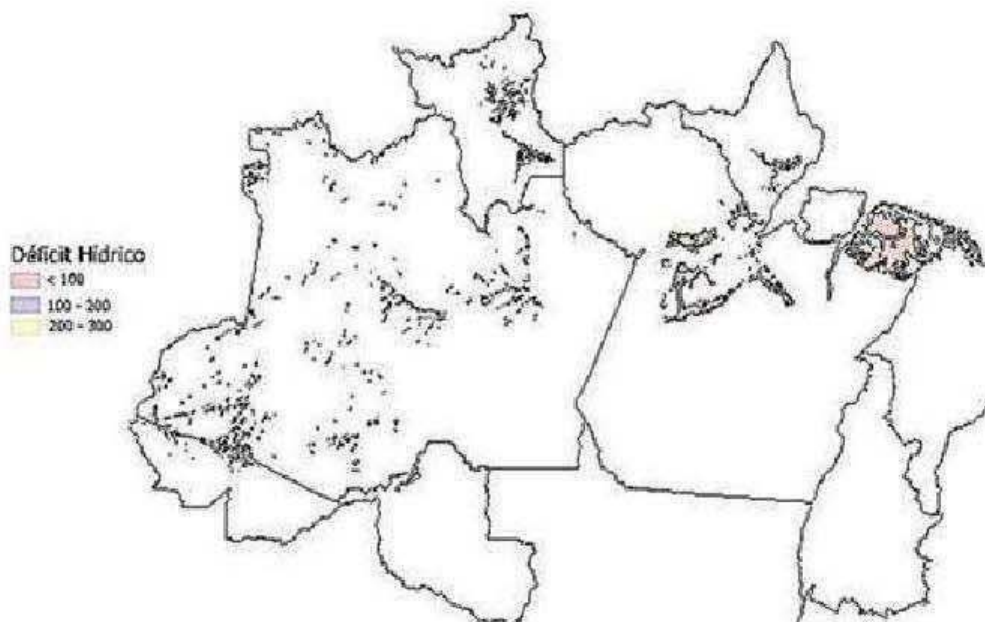


Fonte: PANDOLFLO (1981).

Figura 2.4. Mapa de Aptidão para a Cultura do Dendê no Brasil

Dadas as limitações de ordem ambiental referentes à utilização de áreas de floresta primária para o cultivo do dendê, prioridade deve ser dada ao aproveitamento de áreas já alteradas, livres de pressões ecológicas e, mais importante, que necessitam de recuperação. Neste sentido, apresenta-se o mapa da Fig. 2.4, no qual estão demarcadas as áreas degradadas

com aptidão para o cultivo do dendê, determinadas segundo as condições edáficas e climáticas do Quadro 2.7. Para a construção deste mapa fez-se a interseção das áreas degradadas do “Mapa da Amazônia Legal com Áreas Antropizadas”, Fig. 1 (anexo 3.1), com os Mapas Climatológicos/INMET e de Tipos de Solo/IBGE. A temperatura mínima média utilizada foi referente ao mês de julho, mês em que ocorrem as menores temperaturas médias mensais da região.



Fonte: adaptado pelo autor

Nota: Mapas Climatológicos - INMET/MA e Mapa de Solos /IBGE

Figura 2.5. Mapa de Áreas Degradadas com Aptidão ao Cultivo de Dendê

O déficit hídrico (DH) foi determinado pelas fórmulas (1) e (2) abaixo, utilizando dados climatológicos (precipitação média anual, temperatura média anual e temperatura média mensal) do Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura (INMET-MA), série 1931 a 1990.

$$DH = P + Arm - Ep \quad (1)$$

$$Ep = (t - 0,5 \times T) \times p \quad (2)$$

onde,

DH= déficit hídrico anual, em mm;

P= precipitação anual, em mm;

Arm= armazenamento hídrico do solo (tomado igual a 120 mm);

T= temperatura média anual, em °C;

t= temperatura média mensal, em °C;

Ep= evapo-transpiração potencial, em mm;

p= (insolação mensal x 100/insolação anual)

Insolação= número de horas de insolação média mensal-anual.

Quadro 2.7. Potencial de Produção de Óleo em Áreas Degradadas da Amazônia Legal

Condições Edáficas e Climáticas Necessárias	Déficit Hídrico Anual - DH (mm)	Área Correspondente por Estado (ha) x 10 ³						Potencial de Produção de Óleo (ton) x 10 ³	
		AC	AM	RO	PA	RR	AP	(ton/ha)	Total
.Tmea ^(a) entre 24 e 33 °C	DH<100 100<DH<200 200<DH<300	164	1.687	110	4,97	563	246	5,5	42.592
.Tmim ^(b) de 18 °C		-	-	-	618		-	5,0	3.090
.número de horas de insolação média anual de 1200		-	-	-	4,81		-	4,0	19
.Solos ^(c) Latossolos e Podzólicos									
Total Geral									45.701

Fonte: Determinado pelo autor, a partir dos mapas de clima do INMET/MA

DH = déficit hídrico acumulado do ano

(a) Tmea – temperatura média anual

(b) Tmim – temperatura mínima média mensal

(c) Os dois tipos de solo são recomendáveis para o cultivo do dendzeiro na Amazônia e são representativos de 75% do total da superfície da região, aproximadamente 3,62 milhões de km² (MACEDO,J.L.V.; RODRIGUES, M. R. L., 2000).

Para a determinação da quantidade de óleo de dendê necessária à substituição do diesel utilizado na geração de energia elétrica, no Brasil e no Norte, considerou-se que o consumo de óleo vegetal, kg/kWh, é cerca de 10% superior ao diesel. O Quadro 2.8. mostra o consumo de óleo diesel no ano de 2000 no Brasil e a quantidade de óleo de dendê necessário à produção de energia elétrica.

Quadro 2.8. Consumo de Óleo de Dendê em Substituição ao Diesel – Ano de 2000

REGIÃO	CONSUMO DE ÓLEO DIESEL (TON)		CONSUMO DE ÓLEO DE DENDÊ NA PRODUÇÃO DE ENERGIA (TON)
	TOTAL DO PAÍS ^(A)	PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ^(b)	
BRASIL	30.665.700	1.152.747	1.268.021
NORTE	-	1.067.420	1.174.162

Fonte: (a) MME BEN/2001 – (b) MME SIESE/2000

As áreas necessárias ao cultivo irão depender da fração de cada área que poderá ser explorada, em função dos custos de produção do óleo. No entanto, verifica-se no Quadro 2.7. que, considerando-se as áreas com $DH < 100$, serão necessários cerca de 231.000 hectares em produção para substituir todo o diesel utilizado no Brasil para geração de energia elétrica, e cerca 214.000 hectares para atender a demanda do norte. Estes montantes representam 3% e 2,8%, respectivamente, da área total degradada com $DH < 100$.

A julgar pelo tamanho das áreas acima calculadas para o cultivo de dendê destinado a substituir o diesel, há grande probabilidade do seu aproveitamento, dado que estas correspondem a regiões com relativa infra-estrutura de transporte e densidade populacional.

Custo de Geração de Energia com Óleo de Dendê:

De acordo com Kaltner (2002), o preço histórico do dendê no mercado internacional, nos últimos 30 anos, é de US\$ 450,00 por tonelada. O custo de produção de energia, segundo o autor, fica em torno de US\$ 121,50/MWh, considerando um grupo-gerador de 100 kW de potência operando com consumo específico de 270 l/MWh. Em se considerando que os motores que operam nas comunidades isoladas da Amazônia são de potência entre 4 e 15 kW, com consumo específico de cerca de 500 l/MWh, é de se esperar o valor do MWh em torno de US\$ 225,00, sem os subsídios da Conta Consumo de Combustível (Resolução Aneel 245 de 11/06/1999).

Os custos acima, na verdade, refletem apenas o custo monetário da geração de energia com óleo de dendê. Por tratar-se de uma cultura intensiva na ocupação de mão-de-obra – emprega, em média, uma família em cada 10 hectares plantados – os benefícios sociais decorrentes desta opção de geração de energia são significativos. Também os benefícios ecológicos, do uso de óleos vegetais em substituição ao diesel (recuperação de áreas degradadas, mitigação das emissões de gases tóxicos e de efeito estufa, entre outros) são importantes. Deste modo, a incorporação destas externalidades positivas na composição dos custos de geração certamente os conduziria (os custos) a patamares inferiores. Neste aspecto, necessita-se de estudos mais detalhados.

4 ANÁLISE EXPERIMENTAL

Capítulo 3

ESTUDO DO ABASTECIMENTO DE ENERGIA ÀS COMUNIDADES ISOLADAS DA AMAZÔNIA CONSIDERANDO O DÍESEL

A forma singular como as comunidades isoladas da Amazônia estão distribuídas, esparsas e ao longo das calhas dos rios, inviabiliza o abastecimento de energia por meio de linhas de transmissão, a partir das sedes dos municípios, e encarece sobremaneira o custo de geração com a utilização de combustíveis fósseis, face às grandes distâncias a serem vencidas pelo transporte. Esta combinação de fatores, aliados à falta de opção de renda do ribeirinho, resulta no precário suprimento de energia hoje observado nessas comunidades. A questão, no entanto, tem ligação direta com a forma excludente com que são concebidas as políticas de desenvolvimento econômico e social oficiais que, por não levarem em conta as demandas destas populações, relega-as à própria sorte.

O homem ribeirinho da Amazônia está excluído das políticas de desenvolvimento econômico do país e dos serviços públicos essenciais, como saúde, educação, previdência e, logicamente, energia elétrica. Enfim, o aparelho público não consegue contemplar, mesmo precariamente, aqueles que vivem na floresta, e que exercem o papel de guardiões dos espaços vazios da região.

O Estado do Amazonas apresenta uma disparidade muito grande na distribuição regional da sua geração de riquezas, e se encaixa muito bem ao acima exposto. Sua população é de 2.813.085 habitantes, dos quais 2.104.290 vivem na área urbana e 708.795 na área rural do estado, representando 75% e 25%, respectivamente (IBGE, 2000). A cidade de Manaus, com 1.403.796 habitantes (1.394.724 habitantes na área urbana e 9.074 na área rural), abriga 66% da população urbana e 50% da população total. É responsável por noventa e oito por

cento do PIB do estado, assim como noventa e dois por cento do ICMS arrecadado. Este panorama revela a ausência generalizada de atividades produtivas no interior do Estado e, por conseguinte, dos meios de geração de renda.

Não há, evidentemente, uma fórmula óbvia para resolver a questão do abastecimento de energia no interior da Amazônia. No entanto, o ponto de partida deverá ser uma decisão política que busque equacionar o problema e levar a cabo a sua solução. Solução esta que não será única, mas específica para cada área da região.

A partir de dados técnico-econômicos levantados no sistema de geração a diesel em uma comunidade isolada da Reserva Extrativista do Médio Juruá, no Estado do Amazonas - comunidade do Roque - serão apresentadas simulações de abastecimento de energia elétrica, com base no uso do diesel e considerando a possibilidade de inserção dos pequenos sistemas isolados como beneficiários dos subsídios da CCC (Conta Consumo de Combustível). O objetivo do estudo é mostrar os custos envolvidos neste tipo de geração, da forma como opera atualmente, e o que muda, em termos de custos, com a inserção da CCC. Simulou-se, ainda, mudanças no número de horas de operação deste sistema, com o intuito de se verificar a participação das despesas com energia na renda dos comunitários.

A principal razão que motivou o presente estudo foi o fato da existência de um grande número destes pequenos sistemas nas comunidades isoladas da região amazônica – estima-se em 2.500 sistemas só no Estado do Amazonas, segundo levantamento feito junto a 37 das 61 prefeituras municipais do Estado.

3.1. A IMPORTÂNCIA DA ENERGIA PARA O HOMEM DO INTERIOR

Promover o acesso aos serviços de energia elétrica deve ser pensado como um dever inconteste do Estado. Como um direito de todo cidadão brasileiro, independentemente de sua localização geográfica.

A disponibilidade de energia para as comunidades isoladas, mesmo que não seja 24 horas por dia, é de grande significância, e tem relação direta com outros temas muito importantes, do ponto de vista da viabilização destes, tais como:

educação: na maioria das comunidades, o nível de escolaridade não vai além da 5ª série do ensino fundamental, e um dos fatores apontados como responsável por esta limitação é a carência de energia elétrica. Isto porque, no interior, a produção familiar depende da quantidade de mão-de-obra empregada. Por conseguinte, o engajamento do jovem ao trabalho começa muito cedo, de modo que, para continuar seus estudos, só seria possível no período noturno, que depende, logicamente, da disponibilidade de energia elétrica. Em algumas localidades, para contornar a situação daqueles que já estão engajados ao trabalho e precisam estudar, as aulas se dão à noite, à luz de lampião – normalmente uma unidade – por falta de energia elétrica. Esta alternativa tem motivado a desistência de alguns e a evasão escolar de outros, como decorrência, principalmente, da dificuldade adicional imposta pela qualidade da iluminação àqueles que, comumente, já vão para a sala de aula depois de um dia de trabalho exaustivo, como o é, o trabalho na roça, principal atividade do homem ribeirinho.

Também alguns recursos didáticos necessários ao ensino mais avançado dependem da energia elétrica para seu emprego – informática – projetores – vídeos – entre outros. É fato, pois, que o avanço do ensino no interior depende, entre outros fatores, da disponibilidade de energia elétrica.

Saúde: algumas ações de prevenção e de remediação de doenças dependem da existência de energia elétrica. Dois casos típicos são: energia para refrigeração e conservação de medicamentos, e para alimentar equipamentos de uso laboratorial, como é o caso dos microscópios utilizados pelos agentes de saúde, especialmente no diagnóstico de malárias e verminoses; e energia para bombeamento de água de poço artesiano, de onde se retira água com qualidade superior àquela normalmente captada na superfície, comumente contaminada pelos próprios moradores, em decorrência dos hábitos de múltiplo uso *in loco* – higiene pessoal, limpeza de alimentos, lavagem de roupas, entre outros.

Também a iluminação com uso de lâmpadas elétricas, em substituição à iluminação por lamparinas a diesel e a querosene iluminante, tem efeito positivo sobre a saúde, principalmente em relação ao aparelho respiratório, em virtude de se estar retirando os gases e particulados resultantes da queima destes combustíveis e que são aspirados pelas pessoas.

Comunicação: em razão das grandes distâncias entre as comunidades e as sedes dos municípios, aliadas ao meio de transporte fluvial, normalmente lento, os sistemas de comunicação desempenham papel importantíssimo na vida do interiorano. Muito tempo pode ser poupado e muitos prejuízos financeiros podem ser evitados quando se dispõe de sistemas de comunicação entre as comunidades e entre as comunidades e a sede do município. Até mesmo vidas podem ser salvas, visto que, em muitas situações, o socorro para um enfermo pode ser acionado por um sistema de rádio, diminuindo o tempo de atendimento.

Freqüentemente o produtor se desloca com a produção para a sede do município, em busca de venda e, em lá chegando, não encontra comprador, ou quando encontra o preço de venda de seu produto não cobre nem mesmo as despesas com transporte. Some-se o tempo gasto pelo produtor para se deslocar, e que poderia estar sendo utilizado para a produção.

Existem situações, ainda, em que o produtor tem prejuízo financeiro na venda de determinado produto, ao negociá-lo localmente com o *regatão* (mercador que para de comunidade em comunidade), em decorrência do desconhecimento do preço de mercado deste produto, como consequência da falta de comunicação.

Há, enfim, uma série de benefícios decorrentes da disponibilidade de um sistema de comunicação. Entretanto, há necessidade de se dispor de energia elétrica para alimentá-lo.

Produção: a utilização da energia elétrica para a produção, em comunidades isoladas da Amazônia, é insignificante. No entanto, o aproveitamento, *in loco*, de muitos produtos da flora e da fauna, bem como a agregação de valor a um sem número destes, só são possíveis mediante o uso de máquinas e equipamentos, os quais necessitam de energia elétrica para sua operação.

Muitas das fases dos processos industriais destes produtos não exigem mão-de-obra especializada e podem ser executadas nas proximidades dos locais de sua coleta/retirada, empregando mão-de-obra capacitada da própria região, portanto gerando renda localmente. É o caso, por exemplo: do pescado, que pode ser processado – limpo, filetado, entre outros - e armazenado sob refrigeração para posterior comercialização; identicamente, das frutas silvestres perecíveis; das sementes oleaginosas, que podem ter seu óleo extraído por processo mecânico, com posterior filtragem e embalagem para exportação; da madeira, que pode ser

transformada em pranchões, tábuas e outras peças menores, antes de ser transportada para os centros de industrialização e consumo; e muitos outros recursos, que igualmente poderão ter agregação de valor *in loco*.

A energia elétrica também poderá ser empregada para se obter uma maior produtividade nos processos de produção de produtos cultivados pelas comunidades, bem como para permitir uma maior agregação de valor aos mesmos.

Conforto: a substituição da luz de lamparina por luz elétrica; a água bombeada para as residências ou para pontos próximos, em substituição àquela transportada nas costas, do rio ou igarapé mais próximo, de qualidade normalmente precária; o uso de equipamentos elétricos para execução de tarefas antes feitas manualmente, etc. , representa conforto para os seus beneficiários. Este conforto, aliado aos itens acima, pode significar a fixação das pessoas na comunidade, bem como um fator importante na decisão de profissionais, para irem trabalhar na comunidade.

Lazer: as pessoas que moram no interior têm poucas opções de lazer, especialmente por não disporem de espaço adequado para tal. No entanto, a energia lhes proporciona, através da utilização de aparelhos eletrônicos, como televisão e aparelhos de som, novas opções de lazer e diversão.

Fixação do Homem no Interior: comumente o homem do interior tem consciência das dificuldades porque teria que passar, ao se mudar para a cidade. Portanto, esta mudança só entra em seus planos, quando entra, devido à quase total falta de presença do aparelho do estado nas comunidades isoladas.

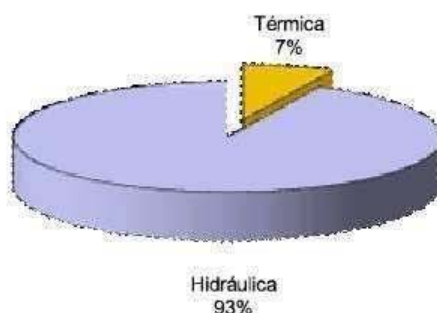
Segundo levantamento sócio-econômico (1998) feito junto aos moradores da comunidade do Roque, os principais motivos que os faz pensar em mudar para a cidade – só uma minoria pensa nesta possibilidade - diz respeito à necessidade de dar continuidade aos estudos dos seus filhos, e à falta de atendimento médico, inexistente nas comunidades.

Em síntese, a energia elétrica se faz tão necessária e importante no interior como na cidade. Talvez não se deva mais perguntar quanto custa levar energia às comunidades isoladas da Amazônia, mas sim, decidir levá-la da forma mais racional possível, em termos de custos financeiros e impactos positivos esperados – sociais, econômicos e ecológicos.

3.2 ABASTECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA NA REGIÃO NORTE ISOLADA

3.2.1 ATENDIMENTO ÀS CAPITAIS E SEDES DOS MUNICÍPIOS

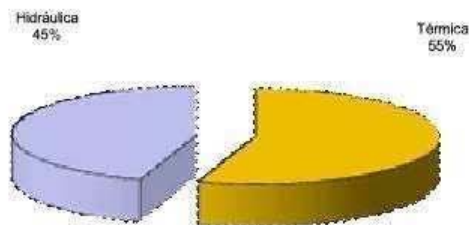
O parque elétrico brasileiro é predominantemente formado por centrais hidrelétricas. Tem uma potência instalada em torno de 67,713 GW, dividida entre 88,4% de fontes hídricas e 11,6% de fontes térmicas. A geração bruta, no entanto, está dividida entre 93% de fontes hídricas e 7% de térmicas. (ELETROBRÁS/MME – Boletim Anual/2000). É o que ilustra da Fig. 3.1.



Fonte: Eletrobrás/MME – Boletim Anual/2000
Figura 3.1. Geração Bruta – Brasil/2000

Já o sistema Isolado da Região Norte – Acre, Amazonas, Roraima, Amapá, Rondônia e Interior do Pará – apresenta um parque gerador com predominância térmica, com 71,8% da potência total instalada (2.175 GW) contra 28,2% de potência hídrica.

Embora a potência térmica do sistema Norte Isolado seja equivalente a 2,5 vezes a potência hidráulica, as energias geradas não guardam a mesma proporção. O parque térmico é responsável por 55% da energia bruta gerada, à base de óleo combustível e óleo diesel, enquanto o hidráulico supre os 45% restantes, conforme mostra a Fig. 3.2.



Fonte: Eletrobrás/MME – Boletim Anual/2000
Figura 3.2. Geração Bruta Norte Isolado/2000

O fato da energia bruta gerada não corresponder às proporções das potências instaladas, reflete o precário estado operacional de grande parte das máquinas das centrais térmicas, especialmente das centrais dos municípios do interior, que, via de regra, por questão técnica, são obrigadas a operarem com potência disponível¹⁸ muito inferior à nominal. O reflexo deste estado operacional são os rotineiros racionamentos e interrupções de energia observados nas cidades do interior dos estados que compõem o Sistema Norte Isolado.

3.2.2 O MECANISMO DA CCC – SISTEMAS ISOLADOS

Graças à instituição do subsídio da Conta de Consumo de Combustível (CCC) – em 1973 para o sistema Sul/Sudeste, em 1977 para o Sistema Nordeste e em 1993 para todos os demais sistemas – a tarifa de energia elétrica dos sistemas isolados, com geração à base de derivados de petróleo, pôde se adequar, relativamente, ao poder aquisitivo dos consumidores destes sistemas. Obviamente penalizando, via aumento da tarifa de consumo, todos os demais consumidores.

A CCC dos Sistemas Isolados é um fundo formado por todas as empresas com atendimento ao consumidor final, e tem por objetivo cobrir os custos da geração térmica destes sistemas. O recurso financeiro é planejado ao final de cada ano, para o ano seguinte, sendo rateado entre as empresas, pago em duodécimos, em parcelas mensais, na proporção da

¹⁸ Potência que a máquina estará limitada a fornecer, por questões técnicas.

venda de energia correspondente ao ano anterior ao ano do planejamento. O montante de recursos a ser rateado é determinado, de acordo com a Resolução Aneel n^o 350/1999, por:

$$V_i = V_p + V_s + V_a - V_e \quad (4.1)$$

onde,

V_i = valor do recurso financeiro a ser rateado entre as empresas, em R\$;

V_p = valor da despesa prevista para a compra de combustíveis fósseis, com base no consumo específico estipulado pela Aneel (no máximo 0,3 l/kWh para o diesel e para o óleo leve PTE, e 0,38 para o óleo combustível e o óleo PGE), em R\$;

V_s = valor correspondente ao saldo previsto do ano do planejamento (será negativo se o saldo for positivo e será negativo em caso contrário), em R\$;

V_a = valor correspondente aos subsídios previstos na Resolução Aneel n^o 245/1999 para projetos que substituam geração térmica com derivados de petróleo, em R\$;

V_e = valor correspondente ao custo, em R\$, da energia hidráulica que poderia substituir a totalidade da geração térmica caso os sistemas estivessem completamente interligados, calculado como

$$V_e = C_{MWh} \times TEH \quad (4.2)$$

onde,

C_{MWh} = consumo de energia, em MWh;

TEH = tarifa de energia que deverá valorizar a energia hidráulica para cada concessionária dos sistemas isolados, estabelecida pela Aneel como sendo igual a R\$ 25,12/ MWh;

O total do desembolso feito por cada empresa é calculado como:

$$V_{tk} = V_{ck} + V_{rk} - V_{ik} + V_{ek} \quad (4.3)$$

onde

k = identifica a empresa em consideração;

V_{tk} = despesa total da empresa, em R\$;

V_{ck} = despesa com a compra de combustíveis, em R\$;

V_{rk} = valor relativo à cota de CCC, correspondente à participação percentual da empresa na venda de energia, em R\$;

V_{ik} = valor do subsídio da CCC, em R\$, dado por

$$V_{ik} = C_{MWh} \times 1000 \times \rho_a \times P_c \quad (4.4)$$

Vek = valor do equivalente hidráulico, em R\$, dado por

$$Vek = C_{MWh} \times TEH \quad (4.5)$$

ρ_a = consumo específico admitido pela Aneel

Pc = preço do combustível, posto nas unidades de geração, em R\$

Com base na previsão de geração de energia elétrica homologada pela Aneel para o ano de 2001, para os sistemas isolados, bem como nos consumos específicos médios das empresas e máximos admitidos pela Aneel, e ainda nos preços médios dos combustíveis para cada região, foram montadas as tabelas 1, 2 e 3 (anexo 4.1) para o Norte Isolado, com o objetivo de se determinar qual a influência da CCC nas despesas das empresas com a aquisição de combustíveis.

O montante de despesas de todos os sistemas isolados (norte e outros), a ser rateado em 2001 entre todas as empresas de energia com atendimento ao consumidor final, compreendendo despesas previstas com compra de combustíveis, saldo negativo do ano de 2000, subsídios relativos à substituição de geração térmica a combustíveis fósseis (Resolução Aneel nº 245/1999), menos o equivalente hidráulico, importou em R\$ 1.193.131.227,15. Na Tabela 3.1 estão sintetizadas as despesas com a compra de combustíveis e a relação entre o custo assumido pela empresa e o valor total pago na aquisição do combustível.

Os valores mais altos da relação “despesa da empresa/compra de combustíveis”, na Tabela 3.1., devem-se à participação de energia de origem hidráulica no atendimento ao consumidor final. Quanto maior a participação da energia de origem hidráulica, maior a relação. No caso particular da CEA, a relação tem a contribuição adicional do alto consumo específico da empresa, em torno de 0,473 l/kWh de diesel. Em contrapartida, no outro extremo da relação, a CEAM não tem participação de energia hidráulica no atendimento ao consumidor final, além de seu consumo específico ser em torno de 0,30 l/kWh de diesel (equivalente ao máximo permitido pela Aneel).

Os casos da CEAM, CERON e ELETROACRE, cujas despesas com combustível representam, respectivamente, 15,3%, 18,27% e 17,21% do custo de aquisição do mesmo, ilustram bem a importância do mecanismo da CCC no custo de geração de energia com combustíveis fósseis.

Tabela 3.1. Despesas Totais e Subsídio na Compra de Combustíveis

EMPRESA DE ENERGIA	PARTICIPAÇÃO NA VENDA DE ENERGIA (%)	GERAÇÃO (MWh)	COMPRAS DE COMBUSTÍVEL (mil R\$)	COTA DA CCC (mil R\$)	SUBSÍDIO DA CCC (mil R\$)	EQUIVALENTE HIDRÁULICO (mil R\$)	DESPESA DA EMPRESA (mil R\$)	RELAÇÃO G/C (%)
	A	B	C	D = (A . Vi)/100	E	F = 25,12 x B	G = C + D - E + F	
CEA	0,131	45.600	17.866,00	1.563,00	11.369,00	1.145,00	9.205,00	51,50
CEAM	0,103	546.904	123.904,00	1.229,00	119.936,00	13.738,00	18.935,00	15,30
CELPA	1,182	206.492	49.750,00	14.103,00	49.310,00	5.187,00	19.730,00	39,66
CER	0,012	34.855	10.345,00	143,00	8.145,00	876,00	3.218,00	31,10
CERON	0,361	257.946	64.766,00	4.307,00	63.763,00	6.479,00	11.789,00	18,20
ELETROACRE	0,110	106.400	25.032,00	1.312,00	24.738,00	2.673,00	4.279,00	17,10
B. V. ENERGIA	0,080	367.495	94.643,00	954,00	73.970,00	9.231,00	30.858,00	32,60
ELETRONORTE	4,104	1.408.856	327.866,00	48.966,00	327.866,00	35.390,00	84.356,00	25,73
MANAUS ENERGIA	0,783	3.139.789	545.500,00	9.342,00	494.000,00	78.871,00	139.713,00	25,61
TOTAL	6,866	6.114.337	1.259.672,00	81.919,00	1.173.097,00	153.590,00	322.083,00	25,57

Fonte: Plano Anual de Combustíveis 2001 - ELETROBRAS/MME - adaptado pelo autor

3.2.3. O ATENDIMENTO ÀS COMUNIDADES ISOLADAS – ESTUDO DE CASO

Já foi citado, na introdução deste capítulo, que a carência de energia nas comunidades isoladas da Amazônia tem relação com o alto custo do diesel, mas que o fator preponderante acaba sendo a baixa renda dos habitantes locais.

Há um grande número de comunidades que dispõe de grupos geradores a diesel, cedidos pelas prefeituras dos municípios, mas que só funcionam esporadicamente, ou em horário muito restrito, seja por falta de combustível, seja por falta de manutenção (especialmente por não aquisição de peças). Ambos os casos são decorrentes de uma causa comum: o baixíssimo poder aquisitivo dos consumidores.

Trata-se de uma situação atípica de abastecimento de energia, uma vez que depende de decisão do prefeito ou das condições financeiras do município, o fato de ter ou não ter energia nas comunidades isoladas. É comum haver energia somente naquelas comunidades em que há ensino noturno, portanto, nas mais populosas.

É válido afirmar que o “não-abastecimento de energia elétrica” do interior é plenamente conhecido, bem como suas conseqüências negativas. As diversas iniciativas por parte do governo federal, na busca da solução do problema da falta de energia elétrica em comunidades remotas, especialmente através do Programa Nacional de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), não têm apresentado os resultados esperados. Instituído em dezembro de 1994, através de decreto presidencial, o PRODEEM atendeu em todo o Brasil, até o ano 2000, a demanda social (escolas, postos de saúde, centros comunitários, etc.) de 3.000 localidades, com sistemas fotovoltaicos, e projetou o atendimento de mais 3.000 escolas em 2001. Para 2002 está previsto o atendimento de 6.000 escolas/bombeamentos de água e 1.200 postos de saúde. Estes montantes são pouco significativos diante de um contingente de cerca de 20 milhões de brasileiros (aproximadamente 15% da população) não atendidos, a maioria na área rural, distribuídos entre cerca de 100 mil comunidades, 3 milhões de estabelecimentos rurais, 58 mil escolas públicas e 3 mil comunidades indígenas¹⁹.

¹⁹ Informações obtidas da *home-page* do PRODEEM/MME. Capturado em 27 de set. de 2002. Disponível na internet [<http://www.mme.gov.br/prodeem>].

Mantidas as condições atuais de pobreza, miséria e desinformação da maioria dos interioranos amazônidas e, ainda, a ausência de mecanismos que possam subsidiar o abastecimento de energia elétrica, é seguro afirmar que o quadro atual tenderá a permanecer indefinidamente na região. E enquanto esta questão se eterniza, em muitas comunidades da Amazônia os ribeirinhos, utilizando energia gerada a diesel, pagam o kWh entre 5 e 6 vezes o que o consumidor urbano de baixa renda conectado à rede da concessionária, também com geração a diesel, paga.

Buscando mostrar valores que possam dar uma idéia, o mais real possível, dos custos envolvidos na geração de energia elétrica a diesel em comunidades isoladas da Amazônia, a seguir são apresentadas três opções de geração: 1. considerando a situação comum atual, com operação durante 4 horas diárias, sem custos de investimento e manutenção e sem o subsídio da CCC, e simulando a inserção do subsídio; 2. condições idênticas às do item 1, porém com operação durante 24 horas diárias e; 3. operação durante 24 horas diárias, considerando os custos de investimento e operacionais. Para estudo de caso das hipóteses 1 e 2 considerou-se a Comunidade do Roque, na Reserva Extrativista do Médio Juruá.

A hipótese 1 refere-se ao suprimento de energia a diesel, da forma como se dá atualmente na grande maioria das comunidades da Amazônia, em que a prefeitura fornece o grupo motor-gerador e se responsabiliza por sua manutenção eletromecânica, ficando por conta dos consumidores a responsabilidade pelo suprimento de combustível e pela operação do grupo, com períodos de duração de 4 horas diárias, em média.

A hipótese 2 mantém as premissas da hipótese 1, porém com período de operação de 24 horas, enquanto a hipótese 3 simula uma cooperativa de eletrificação rural, sem fins lucrativos, como *autorizada* para operar o sistema elétrico. Neste caso, levando-se em conta os custos de investimento e operação.

Para os cálculos de consumo de diesel, custo total de geração, valor dos subsídios da CCC e custo do kWh gerado, foram utilizadas as seguintes equações:

$$\text{Despesa total com diesel: } V_t = 1000 C_{MWh}.Ce.Pd \quad (4.6)$$

$$\text{Subsídio da CCC: } V_i = C_{MWh}.(1000.\rho_a.Pd - 25,12) \quad (4.7)$$

$$\text{Valor a ser pago pelos consumidores: } V_p = V_t - V_i + A_I \quad (4.8)$$

$$V_p = C_{MWh}.(1000.Pd.Ce - 1000. \rho_a.Pd + 25,12) + A_I \quad \text{ou}$$

$$V_p = 1000.P_d. C_{MWh}.(C_e - \rho_a) + C_{MWh} 25,12 + A_I \quad (4.9)$$

$$V_k = V_p / C_{kWh} \quad (4.10)$$

onde,

V_t = despesa total com a aquisição de diesel, em R\$

C_{MWh} = consumo anual de energia, em MWh

C_e = consumo específico do grupo-gerador instalado, em l/kWh

P_d = preço de custo do diesel, em R\$/ litro

V_i = subsídio da CCC, em R\$

ρ_a = consumo específico admitido pela Aneel, em l/kWh

V_p = valor a ser pago pelos consumidores, em R\$

A_I = anuidade do investimento, em R\$

V_k = custo da energia, em R\$/kWh

C_{kWh} = consumo de energia, em kWh

R\$ 25,12/MWh = tarifa de equivalente hidráulico (TEH)

Das equações (4.6) a (4.10) acima, resulta:

$$V_k = (A_I) / C_{KWh} + P_d.(C_e - \rho_a) + 0,02512 \quad (4.11)$$

Hipótese 1: 4 horas de operação - estudo de caso da Comunidade do Roque (sem investimento)

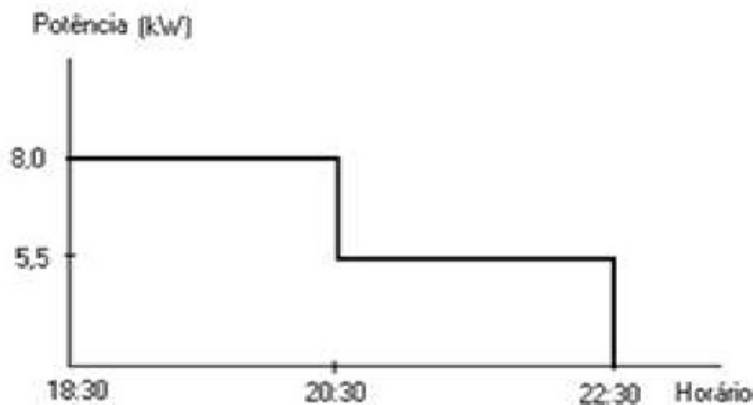
a) dados do grupo motor-gerador:

- Motor Lombardini de 16,4 kVA
- Gerador Kholbak de 15 kVA – rendimento $\eta\% = 83$
- Consumo específico verificado (medido) do grupo = 0,50 l/kWh
- Período de operação: 18:30 às 22:30

b) carga instalada: conforme Quadro 3.1.

c) curva de carga medida da Comunidade do Roque: segundo a Fig. 3.3.

No período de 18:30 às 20:30 horas a carga se refere à iluminação, aparelhos e bomba d'água, enquanto das 20:30 às 22:30 horas permanece somente a iluminação (60 residências, 2 escolas, centro comunitário e iluminação pública) e aparelhos.



Fonte: Levantamento de Campo/2001

Figura 3.3. Curva de Carga Diária da Comunidade do Roque (18: 30 as 22:30)

- d) energia consumida no ano:

$$E = 9.909 \text{ kWh}$$

- e) consumo de diesel, para o consumo específico de 0,50 l/kWh:

$$C_d = 4.955 \text{ litros}$$

- f) consumo de diesel admitido pela Aneel (consumo específico = 0,3 l/kWh):

$$C_{da} = 2.973 \text{ litros}$$

- g) tarifa de equivalente hidráulico ($TEH = 25,12 \text{ R\$ /MWh}$):

$$TEH = 25,12 \times 9.909 = \text{R\$ } 249,00$$

- h) custo total do diesel, em reais, ao preço de R\$ 1,40/litro praticado no município:

$$V_d = 4.955 \times 1,40 = \text{R\$ } 6.937,00$$

- i) valor do subsídio a ser rateado entre as empresas de energia com atendimento ao consumidor final (subsídio):

$$V_i = 1,40 \times 2.973 - 249 = \text{R\$ } 3.913,00$$

- j) valor pago pelos consumidores da Comunidade do Roque (V_p): uma vez inserida no mecanismo da CCC, a comunidade teria que recolher para o sistema (conjunto de empresas com atendimento ao consumidor final), a título de participação no rateio, o valor percentual de sua geração em relação à venda total de energia ao consumidor final brasileiro. Sua geração, no entanto, representa apenas $3,4 \times 10^{-8} \%$ da venda total de energia verificada em 1999 – cerca de 289.318.034 MWh. Logo, sua cota no rateio é desprezível, não sendo incluída nos cálculos. Assim:

$$V_p = V_d - V_i = \text{R\$ } 3.024,00$$

l) custo do kWh para os comunitários:

$$V_k = 3.024,00/9.909 = \text{R\$ } 0,31/\text{kWh}$$

O custo do kWh baixou significativamente, de R\$ 0,70 por kWh, sem o subsídio da CCC, para R\$ 0,31, com o subsídio.

Com o subsídio da CCC, cada uma das 60 famílias gastaria o equivalente a R\$ 50,40 por ano, ou R\$ 4,20 por mês, correspondente a 4,7% de sua renda média mensal de R\$ 90,00. Sem o subsídio da CCC cada consumidor teria que desembolsar R\$ 116,00 por ano, ou R\$ 10,7 por mês, equivalente a 10,7% da sua renda média mensal.

Quadro 3.1. Carga Instalada na Comunidade do Roque - Watts

LÂMPADAS	QUANTIDADE	POTÊNCIA - (W)
FLUORESCENTE 2x40 W	12	960
FLUORESCENTE 2X20 W	11	440
INCANDESCENTE 60 W	74	4.440
INCANDESCENTE 40 W	98	3.920
PL ELETRÔNICA 15 W	08	120
APRELHOS DE SOM	QUANTIDADE	
60 W	08	480
120 W	06	720
180 W	04	720
REATOR	QUANTIDADE	
15 W	23	345
FREEZERS	QUANTIDADE	
300 W	04	1200
600 W	01	600
FERRO ELÉTRICO	QUANTIDADE	
1500 W	01	1500
VENTILADOR	QUANTIDADE	
60	04	240
POTÊNCIA TOTAL - (W)		15.685

Fonte: Resultado desta pesquisa

Hipótese 2: 24 horas de operação – estudo de caso da Comunidade do Roque (sem investimento)

a) dados do grupo motor-gerador:

- Motor Lombardini de 16,4 kVA
- Gerador Kholbak de 15 kVA – rendimento $\eta\% = 83$
- Consumo específico verificado (medido) do grupo = 0,50 l/kWh
- Período de operação: 24 horas

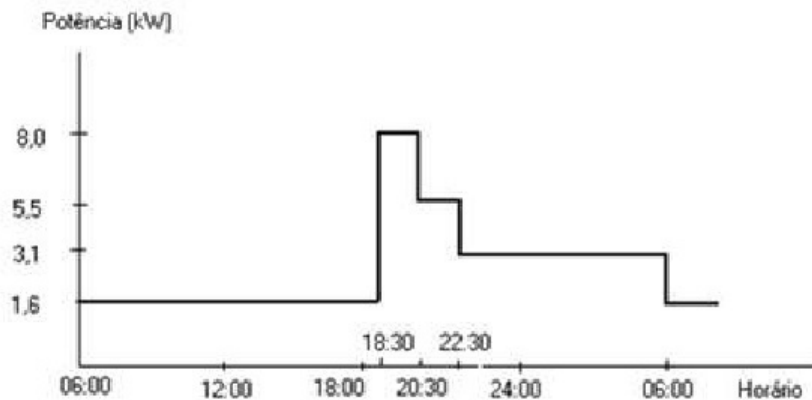
b) carga instalada: conforme Quadro 3.1.

c) curva de carga: a curva de carga, para um total de 60 domicílios, se apresenta como na Fig. 3.4., construída segundo os seguintes critérios:

c.1) das 18:30 às 22:30 horas: idem *hipótese 1*;

c.2) das 22:30 às 6:00 horas: considerou-se somente a iluminação incandescente, freezer e ventiladores – demanda estimada em 30% da somatória destas cargas, tomando por base a demanda medida na hipótese 1, das 20:30 às 22:30 (hora em que a bomba d'água não está operando);

c.3) das 6:00 às 18:30 horas: considerou-se somente aparelhos, freezer, ferro elétrico e ventiladores – estimou-se 30% de demanda em relação a estas cargas.



Fonte: Levantamento de Campo/2001

Figura 3.4. Curva de Carga Diária da Comunidade do Roque (24 horas)

d) energia consumida no ano

$$E = 26.152 \text{ kWh}$$

e) consumo de diesel, para o consumo específico de 0,50 l/kWh

$$C_d = 13.070 \text{ litros}$$

f) consumo de diesel admitido pela Aneel (consumo específico = 0,3 l/kWh)

$$C_{da} = 7.845 \text{ litros}$$

g) tarifa de equivalente hidráulico ($T_{EH} = R\$ 25,12/\text{MWh}$)

$$T_{EH} = 25,12 \times 26,152 = R\$ 657,00$$

h) custo total do diesel, a R\$ 1,40/l:

$$V_d = 13.070 \times 1,40 = R\$ 18.298,00$$

i) valor do subsídio a ser rateado entre as empresas de energia com atendimento ao consumidor final

$$V_i = 1,40 \times 7.845 - 657,00 = R\$ 10.326,00$$

j) valor pago pelos consumidores da Comunidade do Roque (V_p):

$$V_p = V_d - V_i = R\$ 7.972,00$$

l) custo do kwh para os comunitários, em R\$/kWh

$$V_k = 7.972/26.152 = R\$ 0,31/\text{kWh}$$

Cada família gastaria, com a inserção da CCC, o equivalente a R\$ 133,00 por ano, ou R\$ 11,00 por mês, correspondente a 12,3% de sua renda média mensal de R\$ 90,00. Sem a CCC, cada família gastaria o equivalente a R\$ 305,00 por ano, ou R\$ 25,00 por mês, correspondente a 28% de sua renda média mensal.

Os níveis de comprometimento da renda dos moradores da Comunidade do Roque – situação idêntica ocorre nas demais comunidades isoladas do município de Carauari/AM – sugerem que o número de horas de operação do grupo gerador deva ser discutido com os mesmos, a fim de se estabelecer um teto de desembolso com energia elétrica até o qual se pudesse esperar que não houvesse inadimplência.

Hipótese 3: 24 horas de operação – considerando custos de investimento e operacionais (combustível e peças de manutenção)

Nesta hipótese serão apresentadas tabelas que permitirão determinar, em função dos custos de investimento e custos operacionais, o valor do kWh gerado a diesel, considerando que a mão-de-obra ficaria a cargo dos próprios moradores. Na tentativa de mostrar a

influência da demanda média, em relação à potência instalada, o estudo considera demandas equivalentes a 40% e 60% da potência instalada, mantidos os demais parâmetros das hipóteses anteriores (consumo específico do grupo motor-gerador igual 0,50 l/kWh, consumo específico admitido pela Aneel igual a 0,3 l/kWh e custo do diesel a R\$ 1,40/l). A exemplo da hipótese 2, simulou-se custos com a inserção dos subsídios da CCC e sem os subsídios.

A partir de levantamentos de preços de grupos-geradores a diesel na praça de Manaus e de construções civis nos municípios, foram determinados os custos médios de instalação de mini-centrais, no interior do Estado do Amazonas, em função da potência instalada (R\$/kW) – Tabela 3.2.

Tabela 3.2. Custo Médio de Instalação de Grupos Geradores a Diesel

POTÊNCIA DO GRUPO GERADOR (kW)	CUSTO DE INSTALAÇÃO (R\$)	CUSTO DO KW INSTALADO (R\$/kW)
3,4	4.200	1.235
5,1	4.800	941
6,4	5.840	912
8,5	6.360	748
10,6	7.800	735
12,8	12.254	957*
17	12.609	741*
21,2	15.159	715
25,25	15.674	620
34	16.985	499
42,5	20.169	474
51	20.539	402
59,5	24.555	412
68	25.650	377
76,5	26.660	348

Fonte: Resultado desta pesquisa – realização em 2002

Para a determinação dos custos totais anuais de geração de energia os investimentos foram anualizados e os valores determinados de acordo com a seguinte fórmula:

$$Ai = I \{ i / [(1 + i)^n - 1] + i \} \quad (4.12)$$

onde,

Ai = anuidade do investimento, em R\$;

I = investimento na instalação da mini-central, em R\$;

* esta variação positiva ocorreu em função do fato de que nesta faixa de potência há uma grande descontinuidade nos níveis de potência padrão dos motores.

i = taxa de desconto anual, tomada igual a 15% - valor praticado pela Agência de Fomento do Estado do Amazonas para este tipo de investimento;

n = período, em anos, de vida útil das instalações, sendo igual a 10 anos para o grupo-gerador e 20 anos para as construções civis (abrigo).

Com as equações de (5.6) a (5.12) e os dados da Tabela 3.2. se construiu as tabelas ,2 e 3 do (anexo 4.2), das quais se extraiu os dados da Tabela 3.3 seguinte, onde os valores 40% e 60% significam operação a 40% e a 60% da potência nominal do grupo gerador.

Tabela 3.3. Custo de Geração

POTÊNCIA DO GRUPO GERADOR (kW)	CONSUMO ANUAL DE ENERGIA (kWh)		CONSUMO DE DIESEL (l/ano)		CUSTO DE GERAÇÃO (R\$/MWh)			
					SEM CCC		COM CCC	
	40%	60%	40%	60%	40%	60%	40%	60%
3,4	11.914	17.870	5.957	8.935	790,00	760,00	470,00	438,00
5,1	17.870	26.860	8.935	13.403	770,00	750,00	446,00	422,00
6,4	22.426	33.638	11.213	16.819	770,00	750,00	443,00	421,00
8,5	29.784	44.676	14.892	22.338	760,00	740,00	431,00	412,00
10,6	37.142	55.714	18.571	27.857	750,00	740,00	430,00	411,00
12,8	44.851	67.277	22.426	33.638	770,00	750,00	446,00	423,00
17	59.568	89.352	29.784	44.676	760,00	740,00	430,00	412,00
21,2	74.285	111.427	37.142	55.714	750,00	740,00	428,00	410,00
25,25	88.476	132.714	44.238	66.357	750,00	730,00	421,00	406,00
34	119.136	178.704	59.568	89.352	740,00	720,00	412,00	400,00
42,5	148.920	223.380	74.460	111.690	730,00	720,00	410,00	398,00
51	178.704	268.056	89.352	134.028	730,00	720,00	405,00	395,00
59,5	208.488	312.732	104.244	156.368	730,00	720,00	405,00	395,00
68	238.272	357.408	119.136	178.704	730,00	720,00	403,00	393,00
76,5	268.056	402.084	134.028	201.042	730,00	720,00	400,00	392,00

Fonte: Resultado desta pesquisa

A equação (4.11) permite observar que, para um consumo específico (C_e), dos grupos-geradores, igual ao consumo específico admitido pela Aneel (p_a), o consumidor pagaria somente o equivalente hidráulico e as anuidades do investimento.

Deduz-se, dos resultados da Tabela 3.3., que o mecanismo da CCC reduz significativamente o custo de geração. No entanto, estes valores permanecem altos – R\$ 410,00/MWh, em média (hipótese 3) – para os padrões de renda dos ribeirinhos. Também são altos comparativamente com o que pagam os consumidores de baixa renda com consumo

entre 31 e 100 kWh/mês, que é R\$ 112,41/MWh, conforme tarifa da CEAM referente a dezembro de 2001.

O preço do diesel, aliado ao alto consumo específico dos grupos-geradores de pequena potência instalados em comunidades, é responsável pelos altos custos de geração não subsidiada. No caso da geração subsidiada pela CCC, o alto consumo específico – 0,5 l/kWh, contra 0,3 l/kWh admitido pela Aneel para o cálculo de subsídio – é o maior responsável pelo alto custo de geração.

4 ANÁLISE EXPERIMENTAL

Capítulo 4

OS ÓLEOS VEGETAIS DE OLEAGINOSAS NATIVAS COMO UMA POSSIBILIDADE DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO

Os óleos vegetais de oleaginosas nativas têm sido freqüentemente apontados como uma das possibilidades de geração de energia elétrica em comunidades isoladas da Amazônia. No entanto, a forma dispersa como as espécies se distribuem na floresta cria dificuldades de coleta, o que torna os preços das sementes relativamente altos, com forte influência nos custos de produção dos óleos.

O presente estudo, pautado em resultados de experiência prática, busca contribuir com dados que possam auxiliar em estudos de viabilidade deste tipo de geração de energia elétrica na região. Para tanto, são apresentados: dados de custo de implantação de micro-usinas de produção de óleo, com capacidade variando de 40 a 300 kg/h de prensagem de semente; curvas representativas dos custos unitários (R\$/kg) de produção do óleo – estudo de caso da andiroba – em função da quantidade de óleo produzida anualmente; e os custos de geração de energia baseados nos custos de produção do óleo.

Simulações de inserção do subsídio da CCC na geração de energia elétrica também foram considerados e os resultados sintetizados em tabelas. Tais simulações, a exemplo do que foi feito com o diesel no capítulo anterior, têm por objetivo mostrar a importância da CCC nos custos de geração de energia.

4.1 Contextualização

A região amazônica apresenta, entre tantas possibilidades de aproveitamento dos seus recursos naturais renováveis, consideráveis potencialidades energéticas, baseadas nos seus recursos hídricos, solar e de biomassa. No entanto, devido a restrições de ordem política, técnica, econômica e/ou ambiental, algumas dessas fontes têm seu uso limitado ou até mesmo descartado.

A questão política refere-se à ausência de programas governamentais de incentivo real ao uso desses recursos energéticos. Esta questão, por si só, poderia viabilizar aquelas de ordem técnica e econômica, mediante a disponibilidade de recursos financeiros para adaptação, melhoria e aplicação das tecnologias de transformação.

A questão ambiental está, atualmente, completamente incorporada ao elenco de fatores que decidem sobre a viabilidade, no seu sentido mais amplo, de projetos de aproveitamento energético. Isto porque todo projeto desta natureza é, em maior ou menor grau, ambientalmente impactante, de modo que se faz necessário decidir sobre aqueles que apresentam maiores possibilidades de satisfação econômica e social, com um mínimo de impacto ambiental.

Usinas hidrelétricas como a de Balbina, a 140 km de Manaus, são um exemplo típico de aproveitamento de um potencial energético que, certamente, não teria aprovação para sua construção nos dias atuais. Trata-se de uma usina com potência instalada de 250 MW, que inundou uma área de aproximadamente 236 mil hectares (MELLO, 1993), cerca de 1,05 kW de potência instalada para cada hectare inundado. A título de comparação, a hidrelétrica de Tucuruí, no Pará, com 4.275 MW, tem aproximadamente 16,5 kW instalado para cada hectare inundado. Ambas as usinas, no entanto, causaram sérios impactos sociais e ecológicos.

Na ausência de políticas de aproveitamento destes recursos energéticos, a nível de abastecimento de pequenas comunidades, raras experiências isoladas têm sido colocadas em prática na Amazônia, operando, basicamente, a título de “projetos demonstrativos”. Os resultados parciais destas tentativas ainda são parcos e incipientes, a ponto de não permitirem apontar com segurança soluções energéticas adequadas às comunidades isoladas, em diferentes partes da região.

A lista de espécies oleaginosas nativas existentes na localidade em questão é extensa. No entanto, uma espécie, a andiroba (*Carapa guianensis* e *Carapa procera*), foi inicialmente eleita para aproveitamento, por existir em maior quantidade, apresentar maior rendimento em óleo por kg de semente, maior facilidade de extração e, conseqüentemente, menor custo de produção de óleo.

4.2 A Espécie Florestal Andirobeira

4.2.1 Descrição Botânica

A andirobeira (*Carapa guianensis*) pertence à família Meliácea, árvore nativa que atinge até 55 m de altura, com 1,80 m de diâmetro à altura do peito. São encontradas com mais frequência alcançando 25 a 35 m de altura por 45-90 cm de diâmetro. Apresenta copa média e ramosa, fuste reto com sapopemas na base, casca grossa e de sabor amargo com coloração marrom ou rosada, e às vezes cinzenta ou negra, apresentando descamação em placas. Fruto, cápsula globosa deiscente com 6-8 cm de diâmetro, tendo em seu interior 8-16 sementes, angulosas, ferrugineas, dando um óleo espesso, de cor amarelo-claro e sabor amargo (LOUREIRO, 1979).

A espécie floresce durante a estação chuvosa nos meses de fevereiro e março. E a frutificação ocorre de março a maio. A coleta das sementes deve ser feita imediatamente após a queda dos frutos, para evitar ataque de predadores como larvas de insetos e roedores.

4.2.2 Área de Ocorrência

Árvore de ampla distribuição, freqüentemente formando associações, sendo encontrada na África Tropical, América Central, Peru, Suriname, Guianas e Brasil, principalmente, em toda a Amazônia com frequência em terrenos alagáveis e terra firme, formando colônias. As andirobeiras geralmente são encontradas em consorciação com as árvores de ucuúba (*Virola surinamensis*), jaboti (*Erisma calcaratum*), pracachy (*Pentaclethra filamentosa*), murumurú (*astrocaryum murumurú*) e uricurí (*Attalea excelsa*).

4.2.3 Uso e Importância Econômica

É uma árvore muito utilizada na fabricação de móveis e construção de casas e apresenta grande potencialidade, pelo volume de óleo que lhe é extraído das sementes, as quais possuem também a estricnina. A casca, bem como o óleo de andiroba, contém o alcalóide “carapina”. O óleo é empregado na medicina popular para curar diarreias, reumatismo, úlceras, distensões musculares, verminoses, etc. É utilizado, ainda, para iluminação caseira, principalmente no interior, e industrialmente, como lubrificante, na

fabricação de sabão, velas, xampus, cremes, etc. Tem cor amarelo claro, é líquido, transparente, mas em temperaturas abaixo de 25 graus centígrados endurece como a vaselina. O chá das flores e da casca é usado para combater bactérias e tratar tumores. O cerne é utilizado como fungicida. A casca é usada como curtume.

Na Guiana Francesa os indígenas misturam o óleo de andiroba com urucú e preparam um unguento com o qual recobrem a pele do corpo, para preservá-lo da picada dos mosquitos e das pulgas do pé (PESCE, 1941).

A semente, quando seca, tem um peso médio de 25 g e seu teor de umidade é 45%, em base úmida. É composta de 25% de casca e 75% de massa oleosa. A semente inteira seca contém 43% de óleo e na massa, sem casca, 56%. O farelo (ou torta) residual da semente não é aceito por aves e gado e é pobre em azoto e ácido fosfórico. Pode, no entanto, ser utilizado como combustível, como ocorre, por exemplo, na micro-usina instalada na comunidade do Roque, onde é empregado para aquecimento do óleo térmico – em fornalha – utilizado nos sistemas de aquecimento de sementes para prensagem e de filtragem do óleo vegetal extraído.

As principais propriedades físico-químicas e a composição de ácidos graxos do óleo de andiroba são apresentadas no Quadro 4.1.

Quadro 4.1. Propriedades físico-químicas e composição de ácidos graxos do óleo de andiroba

Característica	Pinto (1963)	Amorim (1939)	Loureiro et al. (1979)
Densidade a 15 °C	0,923 – 0,934	-	0,923
Densidade a 25 °C	0,930 – 0,941	-	-
Ponto de fusão inicial	22	30	22
Ponto de fusão completo	43	-	28
Ponto de solidificação inicial	19	-	19
Ponto de solidificação completo	5	-	5
Índice de saponificação	195 – 205	197	205
Índice de iodo	58 – 76	66	33
Índice de Reichert-Meissl	0,2 – 3,5	2,6	2,5
Índice de Polensk	0,3 – 3,0	0,4	0,30
Índice de acidez	10 – 20	18	81,9
Refração a 40 °C	1,452 – 1,459	1,461	1,464
Insaponificáveis (%)	0,6 – 2,6	1,0	1,0
Ácidos voláteis (%)	0,8	0,7	-
Ácido mirístico (%)	17,9 – 18,1	17,9	-
Ácido palmítico (%)	9,3 – 12,4	12,4	-
Ácido oléico (%)	56,4 – 59	58,4	-
Ácido linoleico (%)	4,9 – 9,2	4,9	-

Fonte: Clay e Clemente (2000)

4.2.4. Germinação e Produtividade

A germinação das sementes inicia-se assim que a mesma cai da árvore, com 6-10 dias após a semeadura e se completa de 2 a 3 meses. A técnica de conservação mais indicada para preservar a viabilidade das sementes, até os sete meses, é condicioná-las em sacos plásticos e armazenar em câmara úmida com 14 C e 80% de umidade relativa ou em câmara seca com 12 C e 30% de umidade relativa (VIANA, 1982).

Segundo Rizzine e Mors (1976), a árvore de andiroba pode produzir de 180 a 200 kg de semente por ano. No entanto, na várzea do rio Juruá, mais especificamente na Reserva Extrativista do Médio Juruá, segundo informações dos moradores locais, cada árvore produz de 5 a 7 latas de 20 litros de semente (55 a 77 kg) por safra – ocorre uma safra por ano. Em plantios de 5x5 metros, distância ideal para estimular o crescimento da copa, segundo Revilla (2001) é de se esperar até 20 toneladas de semente por hectare cultivado.

A andirobeira é uma espécie indicada para enriquecer capoeira. Yared e Carpanezzi (1981) demonstram que em 48 meses após o plantio (método de talha/dia) as andirobeiras apresentaram um crescimento anual médio de 1,65 m e um diâmetro de 1,91 cm. Outros estudos revelam que a andiroba possui um grande potencial para enriquecimento de florestas e sistemas agroflorestais (VOLPATO, et al 1972; FERNANDO, 1985). As andirobeiras apresentam um maior incremento em diâmetro, porém menor altura quando plantadas em áreas abertas, comparada com árvores plantadas em áreas sombreadas de floresta primária (ALENCAR et al., 1980). Isso ocorre, principalmente, devido ao ataque da mariposa *Hypsipyla grandella* em áreas abertas. Segundo alguns autores as árvores começam a frutificar no décimo ano após seu cultivo (SUDAM, 1979; ALENCAR et. al, 1980). Exemplares cultivados em uma estação experimental da Embrapa/Manaus, no km 30 da AM 10, frutificaram no oitavo ano. Segundo depoimentos dos moradores da Reserva Extrativista do Médio Juruá, as andirobeiras plantadas na várzea frutificam, em média, no quinto ano. A Fig. 4.1. apresenta exemplar com 8 anos de idade, mais frutos e sementes.



Figura 4.1 : Árvore de andiroba

Fonte: Correia (2002)



Figura 4.1: Árvore de andiroba, frutos e sementes

Fonte: Parédio (2000)

4.3. Os Processos de Extração de Óleo de Andiroba

a) Processo tradicional

Refere-se ao processo comumente utilizado pelos ribeirinhos da Amazônia, no qual as sementes são cozidas dentro de tambores de 200 litros, em fogões de lenha, e, em seguida amontoadas, à sombra, por um período de 30 a 45 dias, para perder água. Após este período, a casca da semente é quebrada e a massa, mole, é retirada manualmente, com auxílio de uma colher ou paleta construída de madeira. Em seguida a massa é exposta ao sol, que promove a liberação espontânea do óleo, coletado gota a gota, durante novos 30 a 45 dias. O processo completo leva, portanto, de 60 a 90 dias. Tem como principais inconvenientes: a facilidade de contaminação, pelo fato de ficar exposto, sem qualquer tipo de proteção física, e de ser freqüentemente revolvido manualmente, sem os cuidados básicos de higiene e um baixo rendimento em óleo – cerca de 14% do peso da semente, em base úmida, ou 57% do óleo contido na semente.

b) Processo por prensagem mecânica

O processo de produção por prensagem mecânica de óleo de andiroba encontra emprego semelhante na quase totalidade das oleaginosas, tanto entre aquelas cultivadas (girassol, colza, soja, amendoim, algodão, mamona, entre outros), como entre as nativas (murumuré, castanha do Pará, cupuaçu, cacau, babaçu, uricuri, marã, etc.).

Há, basicamente, dois tipos de prensa para extração de óleo: a prensa tipo pistão, na qual a massa triturada é colocada dentro de um cilindro ranhurado e é submetida a pressão, através de um pistão acionado hidráulicamente, expulsando o óleo através das ranhuras; e a prensa tipo “contínua” ou “helicoidal”, cujo princípio de operação se assemelha a um moinho tradicional, em que a massa sofre pressão e atrito ao ser tracionada por um eixo helicoidal. Esta apresenta maior produtividade (kg de massa prensada por hora) e maior rendimento (kg de óleo por kg de massa prensada) na extração de óleo, comparativamente à hidráulica. Os estudos que seguem estarão relacionados com este tipo de prensa, aplicada à andiroba.

Resumidamente, as fases de produção do óleo de andiroba, por este método mecânico, obedece à seguinte seqüência, sintetizada no fluxograma da Fig. 4.2. Na Fig. 4.3. apresenta-se

sugestão de micro-usinas para produção de óleo, com base em equipamentos produzidos no Brasil. O Quadro 4.2 apresenta os consumos de energia indicados no fluxograma.

b.1) Coleta das sementes na mata nativa.

b.2) Submersão da semente em água, por um período de 48 a 72 horas: tem por objetivo limpar a semente e matar, por afogamento, as brocas (*larvas de Hypsipila grandella*) das sementes contaminadas, evitando queda de produção de óleo, já que o número de sementes contaminadas é significativo e as brocas são capazes de consumir toda a massa oleosa da semente, antes de se transformar em mariposa e abandoná-la;

b.3) Secagem: esta fase cumpre vários objetivos, sendo os mais importantes: melhorar o rendimento da extração de óleo (melhores resultados são alcançados para umidade entre 5% e 8% do peso úmido); inviabilizar a germinação indesejada das sementes; permitir o armazenamento das sementes, sem risco de degradação, por períodos mais longos (até 6 meses);

b.4) Trituração da semente: a trituração pode atender a dois objetivos: o primeiro é quanto a facilitar a condução da massa da semente pelo eixo helicoidal que faz a prensagem – dependendo das dimensões da helicóide esta fase é dispensável; o segundo diz respeito à necessidade, eventualmente, de controlar a umidade, adicionando-se ou retirando-se água da massa de semente, na fase de cozimento, a fim de manter o teor de umidade entre 5% e 8%.

b.5) Cozimento (aquecimento): esta fase, que antecede a prensagem, tem o objetivo de facilitar a liberação do óleo. Quanto mais quente a massa, mais óleo é liberado. No entanto, esta temperatura não deve ultrapassar a faixa dos 70 °C, sob pena de alterar as características físico-químicas do óleo, tornando-o inadequado para determinados empregos, principalmente cosméticos e fitoterápicos. Não há indicação de prejuízo do óleo para fins de combustão quanto a sua extração em temperaturas maiores que 70 °C.

b.6) Prensagem: a prensagem é a fase de extração do óleo propriamente dita. A prensa helicoidal a que se está referindo, descrita acima, é uma espécie de moinho, que, exercendo pressão e atrito na massa, provoca a expulsão do óleo. A pressão é exercida pela condução da massa para passagem por uma pequena abertura (normalmente regulável), que se localiza no

final do eixo, entre este e o cesto que o envolve. Neste processo o óleo, ainda misturado com certa quantidade de finos²⁰, sai pelas ranhuras do cesto, enquanto a massa resultante é expelida pela abertura citada.

b.7) Filtragem do óleo: visa a retirada dos finos que saem misturados com o óleo. São normalmente utilizados filtros tipo prensa, cujo princípio de operação consta do bombeamento de óleo para o interior de quadros envoltos com lona filtrante. A lona retém os finos, deixando passar apenas o óleo.

Alguns óleos provocam a degomação da lona filtrante e, em pouco tempo, face ao fechamento dos orifícios, começam a dificultar a sua filtragem. Neste caso, há a necessidade de se misturar elementos filtrantes para solucionar o problema. Foi observado, na extração de óleo da micro-usina montada na Comunidade do Roque, que o material que provoca a degomação se apresenta em maior quantidade no óleo quando a extração deste é feita em baixas temperaturas (abaixo de 50 °C). Após a etapa de filtragem, o óleo, ainda no seu estado classificado como “bruto”, já estará pronto para diversos empregos, especialmente aqueles de uso popular, tais como saponificação, medicinal, repelente de insetos, etc., e como combustível em motores de ignição por compressão.

No que diz respeito aos outros óleos, o processo de produção segue a mesma seqüência, dispensando-se a fase de submersão das sementes em água. Por outro lado, especialmente em relação às sementes de palmáceas (murumuré, uricuri, babaçu, etc.,), a desidratação (secagem) tem o papel adicional de provocar o descolamento entre a casca e a amêndoa, de modo a facilitar a extração desta última.

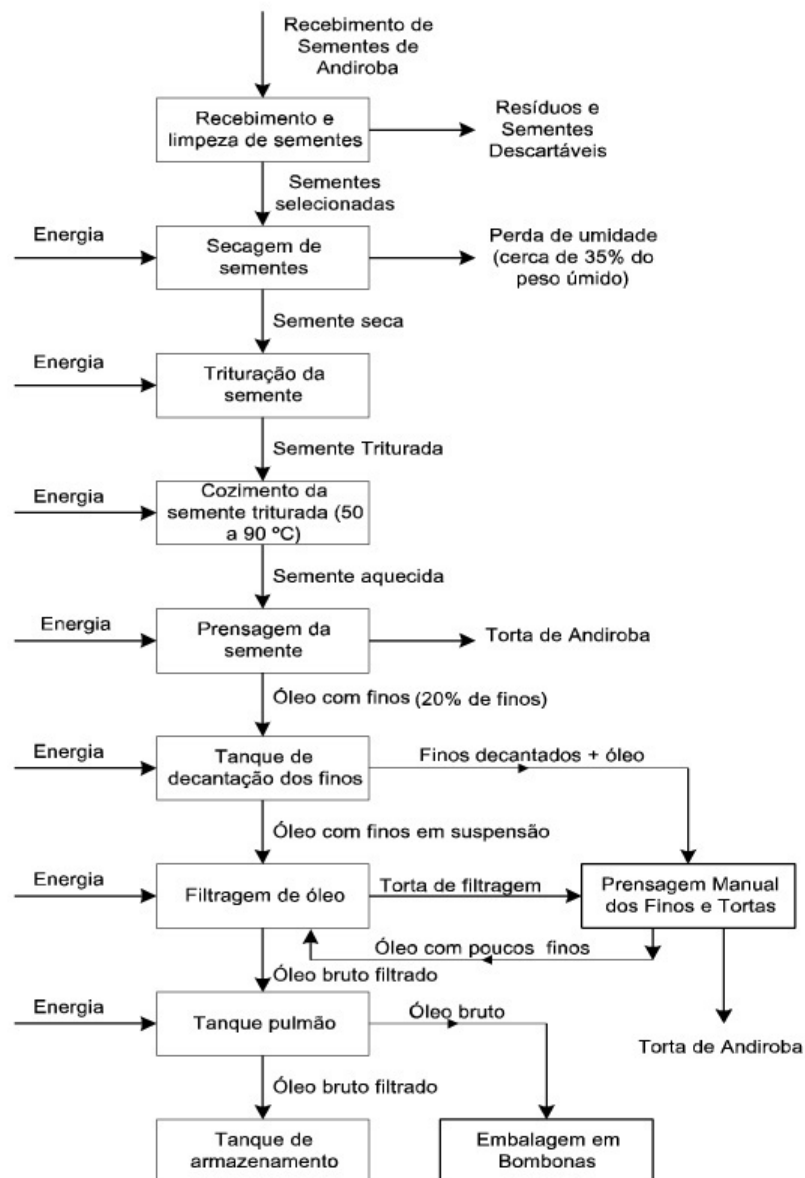
Quadro 4.2. Consumo de Energia no Processo Industrial de Produção de Óleo de Andiroba

Equipamento	Energia Elétrica kWh/h			Óleo Térmico A 80 °C
	Micro-Usina 40 kg/h	Micro-Usina 100 Kg/h	Micro-Usina 300 kg/h	
Prensa	2,7	6,4	17	
Triturador	2,7	2,7	5	
Filtro	0,5	2,7	2,7	
Cozinhador	0,9	3,0	3,0	*
Iluminação	0,5	0,8	0,8	*
Secador de Sementes	-	-	1,0	
Bomba de Óleo Térmico	0,5	0,5	1,0	*
Tanque de Decantação	0,5	0,5	0,5	
Tanque Pulmão	0,5	0,5	0,5	

Fonte: Resultado desta Pesquisa

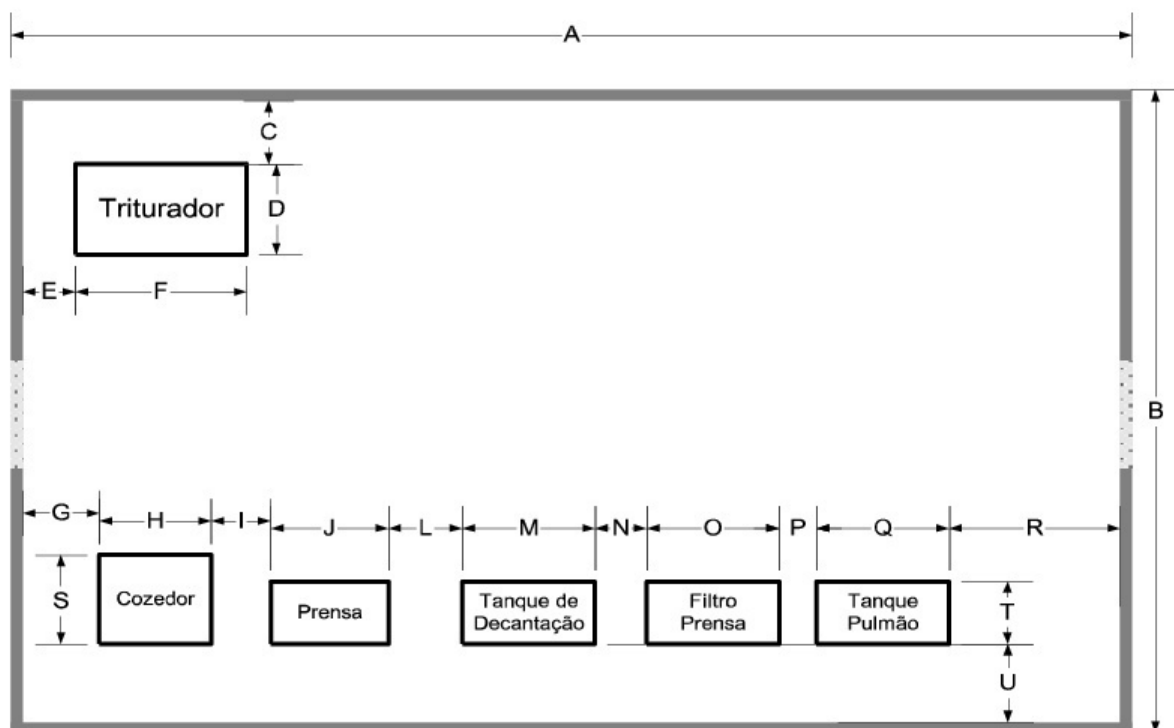
* Equipamentos que consomem energia térmica

²⁰ Os finos (pó) são decorrentes do atrito a que a massa é submetida



Fonte: Resultado desta pesquisa

Figura 4.2. Fluxograma do Processo de Extração Mecânica de Óleo de Andiroba



Fonte: Resultado desta pesquisa

Figura 4.3. Micro-Usina para Produção de Óleos Vegetais

Quadro 4.3 Cotas Referentes à Figura 4.3

COTAS (m)	MICRO-USINA 40 kg/h	MICRO-USINA 100 kg/h	MICRO-USINA 300 kg/h
A	12,0	15,0	20,0
B	8,0	9,0	10,0
C	1,0	1,0	1,0
D	0,8	1,0	1,0
E	1,0	1,0	1,0
F	1,0	1,0	1,0
G	1,0	1,0	1,20
H	1,4	2,0	3,0
I	1,0	0,5	0,5
J	1,0	1,7	2,0
L	0,5	0,5	0,5
M	1,2	2,0	2,0
N	0,5	0,5	0,8
O	1,0	1,3	1,5
P	0,8	1,0	1,0
Q	1,0	1,5	2,5
R	2,6	3,0	5,0
S	1,4	1,4	2,5
T	0,8	1,0	1,0
U	1,5	1,5	1,5

Fonte: Adaptado pelo autor

4.4 Custo de Produção do Óleo de Andiroba de Sementes Nativas – Extração Mecânica

Considerações Iniciais

Para a determinação do custo de produção do óleo de andiroba adotou-se, hipoteticamente, que esta produção estará a cargo de uma cooperativa de eletrificação rural, sem fins lucrativos. Dessa forma, os custos envolvidos dizem respeito à necessidade de investimento e operação, excluindo, portanto, o cálculo da depreciação.

Como foi observado que os custos operacionais variam grandemente em função da capacidade de produção, ou seja, quanto maior a capacidade menores os custos operacionais relativos, serão apresentadas três possibilidades de investimento e produção, correspondendo a três categorias de micro-usinas fabricadas e comercializadas no Brasil. Correspondem às seguintes capacidades de processamento de massa: 40 kg por hora, 100 kg por hora e 300 kg por hora, tomando por base a prensagem de amendoim.

Os cálculos de custo de produção apresentam resultados com a incorporação e sem a incorporação da CCC nos custos de geração de energia, com o objetivo de se verificar a influência deste subsídio nos referidos custos.

O Instrumento CCC para fontes renováveis

De acordo com a resolução nº. 245, de 11 de agosto de 1999 da Aneel, o benefício da Conta de Consumo de Combustível – CCC, para os empreendimentos de geração de energia elétrica que venham a ser implantados em sistemas elétricos isolados, em substituição, total ou parcial, de geração termelétrica que utilize derivados de petróleo ou para atendimento a novas cargas, devido a expansões do mercado atual, será determinado de acordo com a seguinte fórmula:

$$Vi = ECi \times K \times (1000 \times PCi - TEH) \quad (5.1)$$

Onde:

Vi = valor do benefício a ser pago no mês i (ao produtor de energia), através da sistemática de rateio da CCC, expresso em R\$.

ECi = energia considerada no mês i, para efeito de cálculo de benefício, que será igual à Energia de Referência – ER ou a Energia Verificada – EV, a que for menor, expressa em MWh.

K = fator a ser aplicado de acordo com a data de início de operação comercial do respectivo projeto, sendo igual a nove décimos para entrada em operação até o final do ano de 2007 e a sete décimos para entrada em operação após essa data.

= consumo específico da geração termelétrica substituída, sendo limitado a 0,30 l/kWh para centrais térmicas que utilizem óleo diesel e 0,38 kg/kwh para centrais térmicas que utilizem o óleo combustível. Para projetos que visem atendimento a novos mercados o valor de será considerado igual a 0,34 l/kwh.

PCi = preço do combustível posto no local de consumo, no mês i, expresso em R\$/l ou R\$/kg.

TEH = Tarifa de Equivalente Hidráulico, publicada pela Aneel, expressa em R\$/MWh.

Entende-se por Energia Verificada – EV, a média dos valores de energia fornecida ao mercado associado, nos últimos doze meses, expressa em MWh.

No período inicial de doze meses, para o cálculo do valor da Energia Verificada (EV), deverão ser utilizados os valores da energia fornecida ao mercado, complementando-se as doze parcelas necessárias ao cálculo da média, com o valor da Energia de Referência definido para o empreendimento.

4.4.1- Micro-Usina de 40 kg por hora

Nos cálculos que seguem o preço da semente refere-se ao produto posto na micro-usina pelos coletores, tendo em vista que a produção é pequena e pode ser suprida pelos próprios moradores locais ou de comunidades vizinhas. Ainda, em virtude do porte da micro-usina, estufas para secagem natural (estufas solares modelo Embrapa) são utilizadas para secar as sementes.

Quanto ao valor pago pelo hectolitro de semente de andiroba (R\$ 8,40), este resultou de levantamentos e discussões junto aos próprios moradores da Reserva Extrativista, os quais decidiram que este valor seria capaz de remunerá-los satisfatoriamente, já que uma pessoa adulta é capaz de coletar, em média, dois hectolitros por dia, durante 4 meses, tempo de duração da safra.

a) Necessidade de Investimento: R\$ 39.500,00

a.1- Máquinas e Equipamentos: R\$ 30.500,00

triturador = R\$ 800,00

cozedor = R\$ 2.900,00

prensa = R\$ 6.800,00

filtro prensa = R\$ 4.500,00

tanque decantador = R\$ 1.800,00

tanque pulmão = R\$ 1.500,00

grupo gerador = R\$ 7.000,00

estufas solares = R\$ 2.700,00

transporte: R\$ 2.500,00

a.2- Construções Civas: R\$ 9.000,00

b) Custos Operacionais – Anuais: R\$ 37.679,20

b.1) mão de obra – 3 operários: R\$ 14.664,00

salário = $(3 \times 200,00) \times 13 = \text{R\$ } 7.800,00$

encargos salariais (88%) = $0,88 \times 7.800,00 = \text{R\$ } 6.686,40$

b.2) manutenção de máquinas, equipamentos e construções civis (5%): R\$ 1.950,00

b.3) aquisição de sementes: R\$ 21.065,20

custo da semente: R\$ 8,40 por hectolitro

prensagem horária: 0,9 hectolitro

produção horária equivalente de óleo: 10,70 kg

horas semanais de operação da prensa: 10 horas por dia, de segunda a sexta, e 4 horas no sábado.

horas anuais de operação: 54 horas por semana, 4,3 semanas por mês, durante 12 meses:
2.786 horas por ano

consumo anual de semente: 2.507,76 hectolitros

produção anual de óleo: 29.810,20 kg

c) consumo estimado de energia elétrica: 11.459,18 kWh

- prensa: $2,7 \text{ (kW)} \times 2.786 \text{ (horas)} = 7.522,20 \text{ kWh}$
- triturador: $2,7 \text{ (kW)} \times 567,6 \text{ (horas)} = 1.532,52 \text{ kWh}$
- filtro: $0,50 \text{ (kW)} \times 258 \text{ (horas)} = 129 \text{ kWh}$

- cozedor: $0,9 \text{ (kW)} \times 1.754,4 \text{ (kWh)} = 1.578,96 \text{ kWh}$
- iluminação: $0,5 \text{ (kW)} \times 1.393,00 \text{ (hora)} = 696,5 \text{ kWh}$

d) consumo de óleo vegetal na produção: 5.648,90 kg

- consumo específico considerado = 0,50 litros por kWh
- peso específico do óleo = 0,902 kg/l
- consumo (litro) = $0,50 \text{ (l/kWh)} \times 11.459,18 \text{ (kWh)} = 5.729,59$
- consumo (kg) = $0,902 \times 6.302,55 = 5.648,9$

e) anualização do investimento: para anualização do investimento, foi considerado uma taxa de desconto de 15% ao ano e uma vida útil dos equipamentos e construções civis²¹ de 10 anos.

$$\text{- anuidade } A = I \cdot \{ i / [(1+i)^n - 1] + i \}$$

onde,

A = anuidade do investimento, em R\$

I = investimento, em R\$

i = taxa de desconto anual

n = número de anos

Dados:

$$I = \text{R\$ } 39.500,00$$

$$i = 15\%$$

$$n = 10$$

$$A = \text{R\$ } 7.870,00$$

f) subsídio da CCC - (Vi):

$$Vi = 11,45918 \times 0,9 \times (0,34 \times 1000 \times 1,40 - 25,12) = \text{R\$ } 4.650,00$$

g) total dos custos anuais, em reais (Ca):

$$Ca = \text{anuidade do investimento} + \text{custos operacionais} - \text{subsídio da CCC}$$

$$Ca = \text{R\$ } 40.899,00$$

quantidade de óleo disponível (Od) = total produzido menos o consumido na produção

²¹ As construções civis foram orçadas em madeira da região, por isso foi adotado uma vida útil. de 10 anos.

$$Od = 29.810,20 - 5.648,90$$

$$Od = 24.125,30 \text{ Kg}$$

custo de produção do óleo:

i.1) com incorporação da CCC:

- em reais por kg (R\$/kg) = $40.899,00 / 24.125,30 = 1,70$
- em reais por litro (R\$/l) = $[40.967,20 / (24.125,30 / 0,902)] = 1,53$

i.2) sem incorporação da CCC:

- em reais por kg (R\$/kg) = $45.549,20 / 24.125,30 = 1,90$
- em reais por litro (R\$/l) = 1,70

4.4.2 Micro Usina de 100 kg por hora

Para suprir a quantidade de sementes necessária ao abastecimento deste porte de micro-usina a coleta ocorre tanto localmente como em comunidades mais distantes. No presente estudo foi adotado o valor de R\$ 8,75 por hectolitro, equivalente ao valor pago aos coletores, nas comunidades, mais a despesa com transporte das comunidades até a sede da micro-usina.

a) Necessidade de Investimento: R\$ 142.200,00

a.1- Máquinas e Equipamentos: R\$ 64.200,00

triturador = R\$ 800,00

cozedor = R\$ 3.900,00

prensa = R\$ 23.500,00

filtro prensa = R\$ 8.500,00

tanque decantador = R\$ 1.800,00

tanque pulmão = R\$ 1.500,00

grupo gerador = R\$ 15.000,00

estufas solares = R\$ 4.200,00

transporte: R\$ 5.000,00

a.2- Construções Civas: R\$ 39.000,00

b) Custos Operacionais – Anuais: R\$ 95.392,00

b.1) mão de obra – 5 operários: R\$ 24.440,00,00

salário = $(5 \times 200,00) \times 13 = \text{R\$ } 13.000,00$

encargos salariais (88%) = $0,88 \times 13.000,00 = 11.440,00$

b.2) manutenção de máquinas, equipamentos e construções civis (5%): R\$ 7.110,00

b.3) sementes: R\$ 63.882

custo da semente: R\$ 8,75 por hectolitro

prensagem horária: 2,34 hectolitros

produção horária equivalente de óleo: 26 kg

horas de operação da prensa: 10 horas por dia, durante 26 dias por mês, por 12 meses =
3.120

consumo anual de semente: 7.300,80 hectolitros

produção anual de óleo: 81.120,00 kg

c) consumo estimado de energia elétrica: 30.045,60 kWh

prensa: $6,4 \text{ (kW)} \times 3.120,00 \text{ (horas)} = 18.720 \text{ kWh}$

tritador: $2,7 \text{ (kW)} \times 1248 \text{ (horas)} = 3.3690 \text{ kWh}$

filtro: $2,70 \text{ (kW)} \times 312 \text{ (horas)} = 842 \text{ kWh}$

cozedor: $3,0 \text{ (kW)} \times 1.872 \text{ (kWh)} = 5.616 \text{ kWh}$

iluminação: $0,8 \text{ (kW)} \times 1.872,00 \text{ (hora)} = 1.498 \text{ kWh}$

d) consumo de óleo na produção: 15.023 kg

consumo específico considerado = 0,50 litros por kwh

peso específico do óleo (kg/l)= 0,902

consumo (Litro) = $0,50 \text{ (l/kWh)} \times 30.0450 \text{ (kWh)} = 15.023$

consumo (kg) = 13.550

e) anualização do investimento: para anualização do investimento, foi considerado uma taxa de desconto de 15% ao ano e uma vida útil dos equipamentos de 10 anos.

$$\text{anuidade } A = I \cdot \{ i / [(1+i)^n - 1] + i \}$$

onde,

A = anuidade do investimento: R\$ 19.070,70

Máquinas e Equipamentos

I = R\$ 64.200,00

$$i = 15\%$$

$$n = 10$$

$$A1 = R\$ 12.840,00$$

Construções Cíveis

$$I = R\$ 39.000,00$$

$$i = 15\%$$

$$n = 15$$

$$A2 = R\$ 6.230,70$$

$$A = A1 + A2 = R\$ 19.070,70$$

f) subsídio da CCC – (Vi)

$$Vi = 30,0456 \times 0,9 \times (1000 \times 0,34 \times 1,40 - 25,12)$$

$$Vi = 12.192$$

g) total dos custos anuais, em reais (Ca)

Ca = anuidade do investimento + custos operacionais – subsídio da CCC

$$Ca = R\$ 102.271$$

h) quantidade de óleo disponível (Od) = total produzido menos o consumido na produção

$$Od = 81.120,00 - 13.550$$

$$Od = 67.570 \text{ kg}$$

i) custo de produção do óleo:

i.1) com incorporação da CCC

$$\text{em reais por kg} = 100.271 / 67.570 = R\$ 1,50$$

$$\text{em reais por litro} = 0,902 \times 1,50 = R\$ 1,36$$

i.2) sem incorporação da CCC

$$\text{em reais por kg (R\$/kg)} = 112.462 / 67.570 = 1,66$$

$$\text{em reais por litro (R\$/l)} = 1,50$$

4.4.3. Micro Usina de 300 kg por hora - operação durante 12 meses:

a) Necessidade de Investimento: R\$ 172.500,00

a.1- Máquinas e Equipamentos: R\$ 117.500,00

triturador = R\$ 1.800,00

cozedor = R\$ 8.900,00

prensa = R\$ 41.000,00

filtro prensa = R\$ 8.500,00

tanque decantador = R\$ 2.800,00

tanque pulmão = R\$ 2.500,00

grupo gerador = R\$ 20.000,00

secador de sementes: 15.000,00

transporte: R\$ 7.000,00

a.2- Construções Civas: R\$ 55.000,00

b) Custos Operacionais – Anuais: R\$ 238.216,00

b.1) mão de obra – 5 operários: R\$ 29.328,00

salário = $(6 \times 200,00) \times 13 = \text{R\$ } 15.600,00$

encargos salariais (88%) = $0,88 \times 15.600,00 = 13.728$

b.2) manutenção de máquinas, equipamentos e construções civis (5%): R\$ 8.600,00

b.3) sementes: R\$ 200.288,40

custo de semente: R\$ 9,25 por hectolitro

custo da semente: R\$ 9,25 por hectolitro

prensagem horária: 6,94 hectolitro

produção horária equivalente de óleo: 77,14 kg

horas de operação da prensa: 10 horas por dia, durante 26 dias por mês, por 12 meses

= 3.120

consumo anual de semente: 21.652,80 hectolitros

produção anual de óleo: 240.676,80 kg

c) consumo estimado de energia elétrica: 67.235,40 kWh

prensa: $17 \text{ (kW)} \times 3.120,00 \text{ (horas)} = 53.040,00 \text{ kWh}$

triturador: $5 \text{ (kW)} \times 1248 \text{ (horas)} = 6.240,00 \text{ kWh}$

filtro: $2,70 \text{ (kW)} \times 312 \text{ (horas)} = 842,40 \text{ kWh}$

cozedor: $3,0 \text{ (kW)} \times 1.872 \text{ (kWh)} = 5.616,00 \text{ kWh}$

iluminação: $0,8 \text{ (kW)} \times 1.872,00 \text{ (hora)} = 1.497,60 \text{ kWh}$

d) consumo de óleo na produção (kg):

consumo específico considerado = 0,50 litros por kwh

peso específico do óleo (kg/l) = 0,902

consumo (litro) = $0,50 \text{ (l/kWh)} \times 67.235,40 \text{ (kWh)} = 33.618$

consumo (kg) = 30.323

e) anualização do investimento: para anualização do investimento, foi considerado uma taxa de desconto de 15% ao ano e uma vida útil dos equipamentos de 10 anos.

$$\text{anuidade } A = I \cdot \left\{ \frac{i}{[(1+i)^n - 1]} + i \right\}$$

onde,

A = anuidade do investimento: R\$ 32.286,90

Máquinas e Equipamentos

I = R\$ 117.500,00

i = 15%

n = 10

A1 = R\$ 23.500,00

Construções Cíveis

i = 15%

I = 55.000,00

n = 20

A2 = R\$ 8.786,90

A = A1 + A2 = R\$ 32.286,9

f) subsídio da CCC – (Vi)

Vi = $67,2354 \times 0,9 \times (1000 \times 0,34 \times 1,40 - 25,12)$

Vi = R\$ 27.284

g) total dos custos anuais, em reais (Ca): 189.972,94

Ca = anuidade do investimento + custos operacionais – subsídio da CCC

Ca = R\$ 243.219

h) quantidade de óleo disponível (Od) = total produzido menos o consumido na produção

Od = 240.677 – 30.323

Od = 210.354 kg

i) custo de produção do óleo:

i.1) com incorporação da CCC

em reais por kg (R\$/kg) = $243.219 / 207.321,32 = 1,20$

em reais por litro (R\$/l) = $0,902 \times 1,2 = 1,10$

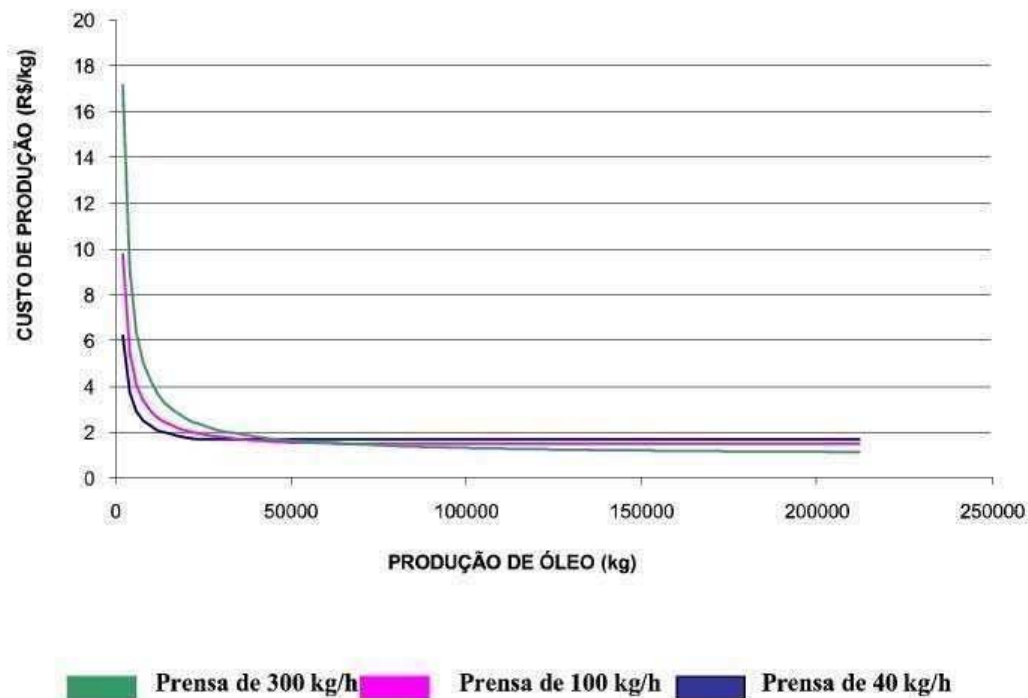
i.2) sem incorporação da CCC

em reais por kg (R\$/kg) = $270.503,37 / 207.321,32 = 1,30$

em reais por litro (R\$/l) = 1,20

Para a efetivação dos cálculos acima foi fixado um determinado horário de operação, comum às três micro-usinas. Caso haja mudança no número de horas anuais de operação, novos cálculos necessitarão ser feitos para a determinação dos novos custos de produção. É importante observar, no entanto, que a produção estará limitada à disponibilidade de sementes. Neste sentido, as curvas das Fig. 4.4 e 4.5, montadas a partir das tabelas 1e 2 (anexo 5.1), auxiliam na escolha da prensa que apresenta menor custo de produção, em função da disponibilidade de sementes (ou da quantidade de óleo a ser produzida).

Conforme as curvas da Fig. 4.4, relativas à produção de óleo com o subsídio da CCC na geração de energia, para uma produção de óleo até 24 ton/ano a micro-usina de 40 kg/h atende por um menor custo. Este é seu limite de produção anual. Acima de 25 ton/ano e até 67 ton/ano – seu limite de produção anual – a micro-usina de 100 kg/h atende à demanda com o menor custo de produção. Acima desta produção a demanda deverá ser atendida pela micro-usina de 300 kg/h.

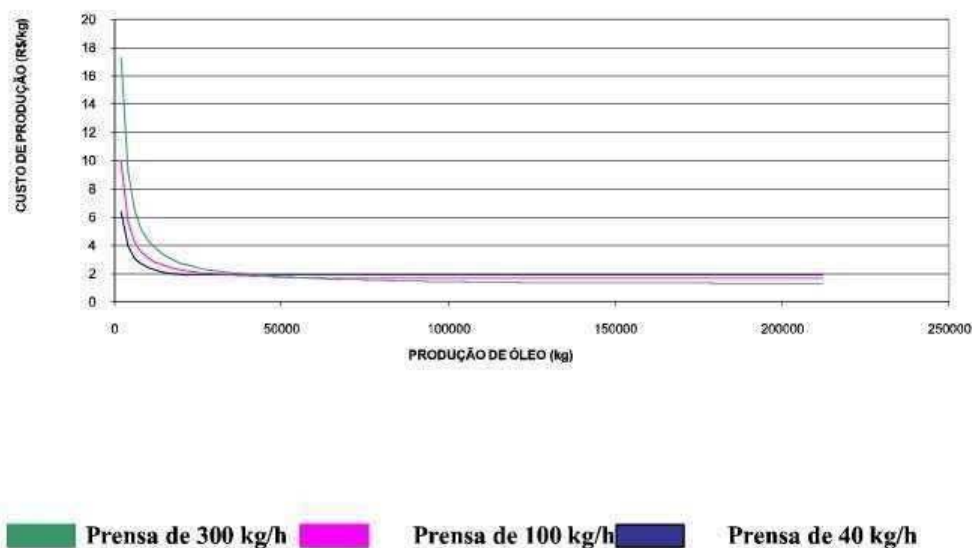


Fonte: Resultado desta

pesquisa

Figura 4.4. Custo de Produção de Óleo de Andiroba com CCC

Relativamente à produção sem subsídio da CCC na geração de energia, Fig. 4.5, a micro-usina de 40 kg/h atende até 24 ton/ano, com vantagem. Acima deste valor, que é seu limite de produção anual, até 55 ton/ano, a prensa de 100 kg/h é a que atende a demanda ao menor custo. Acima deste valor a demanda deverá ser atendida pela micro-usina de 300 kg/h.



Fonte: Resultado desta pesquisa

Figura 4.5. Custo de Produção de Óleo de Andiroba sem CCC

4.5. Custo da Geração de Energia com Óleo de Andiroba - Incorporando a CCC

A geração de energia, no presente caso, estará a cargo de uma pessoa jurídica sem fins lucrativos. Serão consideradas duas situações de geração: uma em que o grupo-gerador será fornecido pela prefeitura, bem como sua manutenção, ficando a cargo da comunidade apenas o suprimento de combustível; e a outra, com todos os encargos assumidos pelos consumidores, inclusive os investimentos para instalação. Assim como na geração a diesel, se elegerá novamente a comunidade do Roque como estudo de caso, onde se estudará o fornecimento de energia em horário restrito (18:30 às 22:30), como ocorre atualmente, e também durante 24 horas por dia, conforme determina a Resolução nº. 315, de 01 de outubro de 1998 da Aneel, para geração subsidiada pela CCC.

Os preços do óleo de andiroba utilizados para calcular os custos de geração referem-se àqueles determinados para os limites de produção anual das micro-usinas, em função do número de horas anuais de operação.

Este estudo de caso utiliza as seguintes equações na determinação dos custos de geração de energia com óleo de andiroba:

$$V_k = 1000 \times (V_o - V_i + A) / C_{MWh} \quad (5.2)$$

$$V'_k = (V_o + A) / C_{MWh} \quad (5.3)$$

$$V_o = C_{MWh} \times C_{eo} \times P_o \quad (5.4)$$

$$V_i = 0,9 \times C_{MWh} \times (1000 \times \rho \times P_d - TEH) \quad (5.5)$$

onde,

V_k = custo da geração a óleo vegetal, com inserção da CCC, em R\$/MWh;

V'_k = custo de geração a óleo vegetal, sem inserção da CCC, considerando o investimento e manutenção, em R\$/MWh;

V_o = custo de geração sem inserção da CCC e sem investimento, em R\$;

V_i = subsídio da CCC, em R\$;

A = anuidade do investimento, em R\$;

C_{MWh} = consumo de energia, em MWh;

TEH = tarifa de equivalente hidráulico, em R\$/MWh;

C_{eo} = consumo específico do grupo-gerador, em l/MWh;

ρ = consumo específico admitido pela Aneel, em l/MWh;

P_o = custo de produção do óleo vegetal por diferentes micro-usinas, em R\$/l;

P_d = preço do óleo diesel na comunidade, em R\$/l.

Hipótese 1: 4 horas de operação – sem investimento inicial e sem custo de manutenção.

$$C_{MWh} = 9,91 \text{ MWh}$$

$$C_{eo} = 500 \text{ l/MWh}$$

$$\rho = 340 \text{ l/MWh}$$

$$TEH = 25,12 \text{ R$/MWh}$$

$$P_d = \text{R\$ } 1,40/\text{l}$$

$$A = 0$$

P_o = função da capacidade da micro-usina

Hipótese 2: 4 horas de operação – com investimento inicial e custo de manutenção a cargo dos comunitários

$$C_{MWh} = 9,91 \text{ MWh}$$

$$C_{eo} = 500 \text{ l/MWh}$$

$$\rho = 340 \text{ l/MWh}$$

$$TEH = 25,12 \text{ R\$/MWh}$$

$$P_d = \text{R\$ } 1,40/\text{l}$$

$$A = 1.708$$

$$P_o = \text{função da micro-usina}$$

Com as equações (5.2) a (5.5) e os dados das hipóteses 1 e 2 acima, foi construída a Tabela 4.1, onde estão representados os custos de geração com inserção da CCC e sem sua inserção.

Tabela 4.1. Custo de Geração de Energia - 4 horas de operação diária

PRENSA (kg/h)	CUSTO DO ÓLEO VEGETAL - P_o (R\$/l)		CUSTO DE GERAÇÃO (R\$/MWh)			
			SEM INVESTIMENTO EM GRUPO-GERADOR		COM INVESTIMENTO EM GRUPO-GERADOR	
	COM CCC	SEM CCC	COM CCC	SEM CCC	COM CCC	SEM CCC
40	1,53	1,70	360	850	550	1.000
100	1,36	1,50	270	750	450	920
300	1,10	1,20	120	600	300	770

Fonte: Resultado desta pesquisa

Hipótese 3: 24 horas de operação – sem investimento inicial e sem custo de manutenção.

$$C_{MWh} = 26,152 \text{ MWh}$$

$$C_{eo} = 500 \text{ l/MWh}$$

$$\rho = 340 \text{ l/MWh}$$

$$TEH = 25,12 \text{ R\$/MWh}$$

$$P_d = \text{R\$ } 1,40/\text{l}$$

$$A = 0$$

$$P_o = \text{função da capacidade da micro-usina}$$

Hipótese 4: 24 horas de operação – com investimento inicial e custo de manutenção a cargo dos comunitários

$$C_{MWh} = 26,152 \text{ MWh}$$

$$C_{eo} = 500 \text{ l/MWh}$$

$$\rho = 340 \text{ l/MWh}$$

$$TEH = 25,12 \text{ R\$/MWh}$$

$$P_d = \text{R\$ } 1,40/\text{l}$$

$$A = 1.708$$

$$P_o = \text{função da capacidade da micro-usina}$$

Com as equações (1) a (4) e os dados das hipóteses 3 e 4 acima, foi construída a Tabela 4.2, onde estão representados os custos de geração com inserção da CCC e sem sua inserção.

Tabela 4.2. Custo de Geração de Energia – 24 horas de operação diária

PRENSA (kg/h)	CUSTO DO ÓLEO VEGETAL - P_o (R\$/l)		CUSTO DE GERAÇÃO (R\$/MWh)			
			SEM INVESTIMENTO EM GRUPO-GERADOR		COM INVESTIMENTO EM GRUPO-GERADOR	
	COM CCC	SEM CCC	COM CCC	SEM CCC	COM CCC	SEM CCC
40	1,53	1,70	360	850	430	920
100	1,36	1,50	270	750	360	830
300	1,10	1,20	120	600	210	660

Fonte: Resultado desta pesquisa

4.6. Análise dos Resultados e Estudo de Alternativas de Redução dos Custos de Geração de Energia

Conforme os resultados econômicos apresentados nas tabelas acima, o abastecimento de energia com base no óleo vegetal de andiroba passa a ser economicamente competitivo com o diesel, a nível de comunidades isoladas, tanto com os subsídios da CCC como sem estes subsídios para ambos os combustíveis, quando a produção de sementes atende à micro-usina de 300 kg/hora de processamento de massa. Estes custos, no entanto, permanecem altos. O menor custo de geração – R\$ 120,00/MWh – ainda é superior à tarifa cobrada pela

concessionária local de energia elétrica, para consumidores com consumo entre 31 e 100 kWh/mês, Tabela 4.3.

Tabela 4.3. Composição Tarifária da Companhia Energética do Amazonas - nov/2001

FAIXA DE CONSUMO (kWh)	CUSTO (R\$/MWh)
Residencial	
Até 30	65,58
31 a 100	112,41
101 a 140	
141 a 150	
151 a 160	168,62
161 a 180	
181 a 200	
Normal	187,34
Comercial e Industrial	199,83

Fonte: Atos Normativos Expedidos pela ANEEL

Alternativas, no entanto, devem ser analisadas, na busca pela redução do custo de geração a óleo vegetal para as comunidades isoladas. Neste sentido, formulou-se as seguintes simulações, cujos resultados estão nas Tabelas 4.4 e 4.5:

1- Eliminação Total dos Investimentos em Micro-Usina e Grupo-Gerador por Parte dos Comunitários – mantendo $\rho = 340$ l/MWh

Com a eliminação total dos investimentos por parte dos comunitários e usando as mesmas rotinas de cálculo das seções 4.4 e 4.5 para a determinação do custo de produção do óleo e da geração de energia, respectivamente, montou-se a Tabela 4.4. Conforme os resultados desta tabela, o óleo produzido pela micro-usina de 300 kg/hora resulta em custo de geração de energia inferior à tarifa para consumo entre 0 e 100 kWh, Tabela 4.3. Este porte de micro-usina, no entanto, tem poucas chances de ser instalada em comunidades isoladas, se destinada a produzir óleo para geração de energia. Seja pelo alto investimento requerido, tanto na sua aquisição e instalação como na aquisição e instalação do grupo-gerador que irá fornecer energia, seja pela improvável disponibilidade de sementes para supri-la. Suas chances aumentam quando o local de sua instalação dispõe de outras variedades de oleaginosas exploráveis comercialmente, principalmente quando prensas menores não têm potência suficiente para extração do óleo, como ocorre, por exemplo, com o murumuré, que não pode ser prensado pela micro-usina de 40 kg/h.

Tabela 4.4. Custo de Geração Sem Investimento em Micro-Usina e Grupo-Gerador - para $\rho = 340$ l/MWh

PRENSA (kg/h)	CUSTO DE PRODUÇÃO DO ÓLEO (R\$/l)	CUSTO DE GERAÇÃO (R\$/MWh)
40	1,24	214
100	1,11	149
300	0,90	44

Fonte: Resultado desta pesquisa

As questões relativas a preço de aquisição de equipamento e disponibilidade de sementes acima abordadas levam a que se considere a micro-usina de 40 kg/h como a mais provável de ser instalada em comunidades isoladas. Entretanto, para que a energia gerada com o óleo produzido por esta usina tenha valor idêntico à tarifa acima referida, para consumo entre 30 e 100 kWh/mês, o consumo específico definido pela Aneel deveria ser permutado de 340 l/kWh para 420 l/MWh. Na simulação a seguir será este o valor considerado.

2. Eliminação Total e Parcial dos Investimentos – Simulação para a Micro-Usina de 40 kg/h.

Esta simulação apresenta alternativas de produção de óleo e geração de energia com óleo de andiroba levando em consideração diferentes possibilidades de aquisição da micro-usina de 40 kg/h e do grupo-gerador de energia, propondo um consumo específico de 420 l/MWh para o cálculo do subsídio da CCC.

Foi escolhido um grupo-gerador de 8,5 kW, para efeito de estudo, pois representa um valor médio daqueles comumente instalados nas comunidades isoladas do Estado do Amazonas. Foi adotada uma demanda média de energia de 60% (5,1 kW), operação durante 24 horas e um consumo específico do grupo-gerador de 500 l/MWh. Com estes dados foi montada a Tabela 4.5, onde estão determinados os custos de geração para as diferentes combinações de formas de aquisição da micro-usina e do grupo-gerador pelos comunitários.

Tabela 4.5. Custo de Geração para $\rho = 420$ l/MWh

CUSTO DE PRODUÇÃO DO ÓLEO DE ANDIROBA (R\$/l)		CUSTO DE GERAÇÃO DE ENERGIA (R\$/MWh)			
FORMAS DE AQUISIÇÃO DA MICRO- USINA		FORMAS DE AQUISIÇÃO DO GRUPO-GERADOR			
		SEM CUSTO		COM CUSTO	
Sem Custo de Aquisição	Com Custo de Aquisição	Micro Usina Sem Custo de Aquisição	Micro Usina Com Custo de Aquisição	Micro Usina Sem Custo de Aquisição	Micro Usina Com Custo de Aquisição
1,18	1,48	96,00	238,00	168,00	283,00

Fonte: Resultado desta pesquisa

Ratifica-se, neste ponto, que nos cálculos acima não está incluído custo de mão-de-obra para operação do grupo-gerador. Subtende-se que a própria comunidade ficaria encarregada pela operação, como ocorre presentemente.

Relativamente ao consumo específico admitido para simulação, este é um valor razoável, tendo em vista que o consumo específico dos pequenos motores – na faixa de 3,4 a 12,8 kW – utilizados nas comunidades isoladas é superior ao dos grandes motores – acima de 300 kW – em operação nas usinas de geração das sedes dos municípios. Uma causa significativa para este baixo consumo específico dos pequenos grupos é o rendimento do gerador acoplado ao motor. Na faixa de potência acima o rendimento dos geradores (potência de saída/potência de entrada) varia entre 76% e 82%. Em contrapartida, geradores acima de 100 KW têm rendimento superior a 90%.

Os chamados altos custos de geração acima determinados somente refletem os custos econômicos. Na verdade, a geração a óleo vegetal traduz-se, antes de tudo, como uma alternativa econômica baseada em recursos locais e, por conseguinte, ocupando mão-de-obra da própria região, contribuindo, por seu lado, para a melhoria das condições de vida dos comunitários. A internalização destas externalidades positivas, ainda não são convenientemente quantificadas monetariamente, não permitindo que o custo real da energia gerada possa ser determinado. A questão de fundo passa a ser, portanto, quem deve assumir a diferença entre o valor que o ribeirinho pagaria pelo kWh consumido e o custo real do kWh.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Capítulo 5

A ENERGIA COMO INSUMO PARA A VALORIZAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NA RESEX DO MÉDIO JURUÁ: UM ESTUDO DE CASO

A biodiversidade vem experimentando grau de importância ascendente a partir dos anos 80, quando deixa de ser considerada como uma questão restrita à manutenção de espécies e passa a ser tema de interesse econômico relevante, com seus desdobramentos, em função, principalmente, do avanço da biotecnologia.

Há, basicamente, três vertentes principais de interesses em relação à conservação da biodiversidade no planeta: aqueles que enxergam a biodiversidade como elemento de suporte à vida, portanto sob uma ótica ecológica; os que praticam o aproveitamento econômico direto dos recursos naturais de forma não sustentável – p. ex. madeireiros e mineradores, entre outros; e aqueles que detêm tecnologias avançadas, capazes de identificar formas de agregar valor e explorar economicamente os recursos da biodiversidade.

Na medida em que os recursos tecnológicos avançados são propriedade dos países desenvolvidos e as grandes reservas de biodiversidade estão localizadas nos países em desenvolvimento, esta (a biodiversidade) passa a ser, por conseguinte, uma questão geopolítica em nível internacional. Por um lado, os detentores dos conhecimentos científicos e tecnológicos – países ricos – defendem a preservação da biodiversidade, pois lhes é essencial como fonte de informação, capaz de encurtar prazos e economizar recursos em pesquisas, e como matéria-prima para a produção industrial, capaz de garantir seus ganhos econômicos, notadamente nas áreas médica, de alimentos e agrônômica. Por outro, os países em desenvolvimento, detentores dos recursos da biodiversidade, reivindicam acesso às tecnologias avançadas desenvolvidas pelos países ricos, o que lhes permitiria explorar de forma economicamente satisfatória os recursos da sua biodiversidade.

5.1 A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA E AMAZÔNICA

O Brasil é considerado o primeiro país em ‘megadiversidade’ – as estimativas sobre o percentual de espécies aqui existentes variam de 10% a 30% do número total mundial – possuindo a mais diversa flora do mundo, cerca de 10% das espécies de anfíbios e mamíferos, 17% das aves e a maior diversidade de primatas do planeta. O número de espécies de plantas, animais e microorganismos localizados em território nacional é calculado em mais de 2 milhões, o que também indica a existência de uma rica diversidade genética (ALBAGLI, apud Dias, 1996 p. 154).

Ainda segundo o autor, 31% das exportações brasileiras correspondem a produtos da biodiversidade, aí se destacando o café, a soja e a laranja; cerca de 40% do Produto Interno Bruto brasileiro é formado por atividades relacionadas à agroindústria, sendo o setor florestal e o setor pesqueiro responsáveis, respectivamente, por 4% e 1% do PIB; e a biomassa vegetal (incluindo o álcool, a lenha e o carvão vegetal) corresponde a cerca de 23% da matriz energética nacional (BEN, 2000).

A região amazônica, formada territorialmente segundo o Quadro 6. 1, guarda a maior floresta tropical úmida contínua, além de deter o maior banco genético do planeta. Das 250.000 a 300.000 espécies de plantas vasculares²², aproximadamente 30.000 são amazônicas²³. São 5.000 diferentes espécies de árvores²⁴ contra 652 nativas em todo o continente norte-americano ao norte do México²⁵. Em apenas um hectare de floresta amazônica é comum encontrar-se 150 a 200 espécies diferentes de árvores, podendo chegar a 300 espécies na Amazônia Ocidental²⁶.

Nos seus mais de 7 milhões de quilômetros quadrados, dos quais 5.144.333,4 km² estão dentro do Brasil (aproximadamente 60% do território nacional), a Amazônia abriga pouco mais de 10% do patrimônio genético de plantas vasculares do planeta e maior

²² Nelson, Bruce W. Inventário Florístico na Amazônia e a Escolha Racional de Áreas Prioritárias para Conservação. In: *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia* (INPA), Manaus. v.1, p. 173-186, 1991.

²³ *ibidem* apud Gentry, 1982.

²⁴ apud Junk, 1989.

²⁵ apud Elias, 1980.

²⁶ apud Gentry, 1988.

porcentagem de animais²⁷. A esse respeito, Oliveira, apropriando-se de Erwin (1983), apresenta uma estimativa de 30 milhões só de insetos na Amazônia. São estimadas 2.500 espécies biológicas de peixes, o correspondente a 8% do peixe de todo o mundo, 30% de todo o peixe de água doce, e 75% de todo o peixe de água doce do Brasil (SANTOS, et al., apud COHEN, 1970; GEISLER et al., 1975, p. 263).

Quadro 5.1. Superfície dos países do Tratado de Cooperação Amazônica, de suas áreas amazônicas e da sub-região amazônica, em milhares de km²

PAÍSES	TOTAL	REGIÃO AMAZÔNICA	% DO PAÍS	% DA REGIÃO AMAZÔNICA
BOLÍVIA	1.048	699	66,7	8,9
BRASIL	8.512	5.217	61,3	67,2
COLÔMBIA	1.142	403	35,3	5,2
EQUADOR	276	131	47,5	1,7
GUIANA	216	216	100,0	2,8
PERU	1.285	759	59,1	9,8
SURINAME	162	162	100,0	2,1
VENEZUELA	912	180	19,7	2,3
TOTAL	13.553	7.767	57,3	100

Fonte: Aragón (1993, p.244)

Conhecer para Aproveitar Corretamente

Os números espetaculares que retratam a biodiversidade amazônica sugerem que é temeroso o processo de desflorestamento que ainda ocorre, uma vez que se está erodindo, em muitos casos de forma irreversível, uma diversidade de vidas ainda pouco conhecidas e, menos ainda, valoradas.

Muito pouco se sabe sobre as complexas intra e inter-relações dos vários ecossistemas amazônicos, de equilíbrio ecológico extremamente frágil. No entanto, as tentativas de incorporação da região no desenvolvimento econômico nacional, baseadas em grandes projetos desenvolvimentistas, deixaram de considerar estas complexidade e fragilidade, promovendo grandes desmatamentos para investimentos com retorno duvidoso – pecuária, mineração, madeireiro e agrícola, principalmente – fazendo desaparecer extensas áreas de floresta nativa, antes que se pudesse concluir sobre a viabilidade econômica da mata em pé.

²⁷ Cf. Nelson *apud* Erwin, 1982.

Ainda que considerados incipientes, os conhecimentos científicos disponibilizados pelos diversos institutos de pesquisa e universidades regionais, nacionais e até estrangeiros, sobre os recursos da biodiversidade amazônica, fornecem razoável pista para estratégias de desenvolvimento regional, inserido no conceito de sustentabilidade. Dessa forma, propõe-se que qualquer tentativa de incorporação dos recursos naturais da região à economia nacional só deverá ocorrer se apoiado em bases científicas.

Quem Deve se Beneficiar com a Preservação da Biodiversidade

Nas discussões sobre o meio ambiente, raras referências são feitas aos povos da florestas que, por seu modo de uso extensivo dos recursos naturais, não poderão ser responsabilizados por problemas ambientais decorrentes de formas predatórias de exploração destes recursos. Pelo contrário, faz-se necessário que se encontre mecanismos de compensação a estes habitantes (índios, caboclos, seringueiros, etc.), por sua contribuição em relação à manutenção dos ecossistemas amazônicos e pela transferência do conhecimento popular no que se refere à identificação e uso de diversas plantas, principalmente as medicinais.

É preciso que se reconheça que sem as informações passadas pelos moradores tradicionais da floresta, acumuladas ao longo de gerações, notadamente no uso de plantas nativas na cura de determinadas doenças, muitos dos medicamentos hoje utilizados pela medicina tradicional não estariam disponíveis. Portanto, é importante que estas pessoas, que têm contribuído com informações valiosas no auxílio da formulação de novos medicamentos, que têm resguardado o território nacional com sua presença nos lugares mais longínquos e inóspitos, e que, acima de tudo, têm dado lição de respeito à natureza, tenham a chance de galgar melhores condições de vida. Esta chance poderá residir, entre outros instrumentos, em tecnologias e insumos que potencializem a exploração racional, em seu favor, dos recursos da biodiversidade que lhes cerca.

Neste sentido, nos itens a seguir serão apresentados os principais recursos da flora e da fauna amazônica que são explorados por não ribeirinhos, que poderão ser incorporados às possibilidades econômicas dos mesmos, desde que se lhes ofereça as condições para tal. Assim, se estará analisando estas possibilidades considerando a disponibilidade de energia

elétrica, insumo que poderá contribuir significativamente para a melhoria da renda local, pela agregação de valor aos produtos da biodiversidade e por viabilizar o armazenamento prolongado, mediante o congelamento de produtos perecíveis, especialmente alimentícios, de modo a permitir que o produtor se dedique a outras atividades produtivas.

5.2. PRINCIPAIS RECURSOS EXPLORADOS E POSSIBILIDADES DE VALORIZAÇÃO LOCAL

5.2.1. RECURSO PESQUEIRO

Importância Sócio-Econômica

Um dos recursos da biodiversidade amazônica com grande potencial para contribuir na melhoria das condições sócio-econômicas dos ribeirinhos da região, mediante manejo adequado e agregação de valor *in loco*, a partir da disponibilidade de energia e técnicas de conservação, é, sem dúvida, o pescado.

O peixe é um dos recursos naturais mais abundantes e também um dos mais consumidos na região amazônica. Além de importante alimento para a população amazônica, especialmente pela disponibilidade e acessibilidade, desempenha papel de destaque na economia local, inclusive como produto importante na pauta de exportação – semi-industrializado, para consumo humano; vivo como produto ornamental e; partes transformadas em “*souvenirs*” (escama, pele, esporas, cabeça, entre outros). Não seria exagero afirmar que os recursos pesqueiros determinam a distribuição geográfica das comunidades amazônicas.

A produção de pescado na Amazônia brasileira oscila em torno de 125 mil toneladas por ano, sendo seu potencial estimado em 200 mil toneladas. Manaus é o maior entreposto pesqueiro, com cerca de 30 mil toneladas consumidas localmente e mais 30 mil toneladas exportadas (FEPESCA,1999). Seu consumo médio per capita está em torno de 30 g/dia. No interior, onde o peixe é a base da alimentação, juntamente com a farinha de mandioca, certamente o consumo per capita é bem superior.

A frota pesqueira do Estado do Amazonas é de 1.054 barcos, com capacidade de transporte variando de 2 a 80 toneladas, e emprega um contingente em torno de 17 mil pescadores. Estes, quase sempre, residem nas sedes dos municípios, notadamente em Manaus, que tem uma frota cadastrada de 482 barcos (*idem*). Dessa forma, o ribeirinho é excluído até mesmo como mão-de-obra para o desenvolvimento da pesca.

A produção pesqueira na região é extremamente rudimentar e predatória. Não se utiliza qualquer tipo de tecnologia moderna de pesca e nem mesmo de conservação do pescado – aproximadamente 12% do volume pescado é desperdiçado devido a sobrepeso nas caixas de conservação dos barcos e por falta de infra-estrutura de armazenamento em Manaus, principalmente.

Apesar das comunidades isoladas estarem situadas próximas aos mananciais pesqueiros, na maioria dos casos praticam apenas a pesca de subsistência – a pesca produtiva, para comercialização, deixa de ser praticada. Vários fatores contribuem para que não ocorra a pesca comercial em muitas comunidades, dos quais merecem destaque: a localização da comunidade, fora da rota dos compradores do pescado; a falta de recursos para conservação do pescado, que não permite que se pesque e acumule razoável estoque para venda posterior; ocorrência de conflitos, tanto intra-comunidade como entre comunidade e pescadores de fora, motivados pela utilização dos lagos para fins de exploração comercial. Várias situações têm ocorrido em que se fez necessário a mediação de instituições presentes na região: Ibama, justiça comum e, até mesmo, a igreja católica. A ocorrência de conflitos dá uma dimensão da importância destes mananciais na vida do homem ribeirinho.

A Energia Elétrica como Insumo Estratégico à Economia e ao Manejo do Pescado nas Comunidades Isoladas

A disponibilidade de energia elétrica nas comunidades isoladas poderá desempenhar papel fundamental no que diz respeito à produção econômica do pescado, pelos motivos seguintes: primeiro, pelo fato de permitir que se forme estoques, sob refrigeração, o que permitirá aguardar a passagem de comprador ou o transporte para o ponto de venda mais próximo – normalmente a sede do município; segundo, por permitir que o pescado aguarde o momento mais propício, do ponto de vista do preço, para sua comercialização.

Cabe destacar, ainda, que a maioria dos ribeirinhos que praticam a pesca profissional ficam à mercê dos comerciantes de peixe, que lhes fornecem utensílios de pesca e gelo, em troca do pescado, criando uma relação de dependência normalmente desfavorável ao pescador local. A disponibilidade de energia poderia desfazer ou melhorar esta condição.

Mesmo que o pescado não seja destinado à comercialização, o fato de poder conservá-lo tem influência significativa na questão da renda. Atualmente, em todas as comunidades da Reserva Extrativista do Médio Juruá e entorno, os moradores são obrigados a dividirem o resultado de suas pescarias com os vizinhos comunitários e até mesmo limitarem o volume pescado, por não terem como conservá-lo sob refrigeração – os ribeirinhos não têm o costume de consumir peixe salgado. Esta condição os obriga a pescas diárias, com enorme subtração do tempo que seria dedicado a outras atividades produtivas, especialmente no cultivo de mandioca para produção de farinha, sua principal fonte de renda.

Experiências com moradores da Comunidade do Roque, em que se substituiu o arco e a flecha por redes de pesca (malhadeiras) e se disponibilizou freezers para conservação do pescado, demonstraram que o tempo médio de pesca, para o mesmo volume de pescado tradicionalmente obtido, foi reduzido para aproximadamente um quinto. Dessa forma, a pesca com malhadeira, durante o número de horas normais de pesca com arco e flecha, permite que o pescador capture em um dia o suficiente para consumir por cinco dias, liberando-o, por conseguinte, para outras atividades produtivas, por quatro dias.

A disponibilidade de energia e um sistema de conservação também permitiriam aos comunitários que fizessem um manejo do pescado levando em consideração as sazonalidades da produção. Os mananciais pesqueiros que garantem a produção, na maior parte do ano, são os lagos próximos às comunidades. No entanto, ocorrem os fenômenos das migrações de peixes nos rios, oportunidade em que a pesca fica extremamente facilitada. Estas seriam oportunidades em que os ribeirinhos poderiam estocar pescado para consumo posterior, deixando a pesca no lago para o período de escassez do rio, na seca do mesmo, diminuindo, então, a pressão sobre o manancial dos lagos. Esta pressão já causa preocupação em muitas comunidades, em virtude, principalmente, do seu crescimento populacional e conseqüente aumento de consumo.

Dessa forma, a disponibilidade de energia elétrica nas comunidades isoladas poderá significar importante fator de manejo do pescado e do desenvolvimento econômico. De um lado, permitindo a conservação do pescado para comercialização e por outro lado, maior disponibilização de tempo para as práticas produtivas tradicionais.

No caso da pesca de subsistência, o menor tempo de exposição do pescador aos insetos e à insolação, principalmente, significa, também, menor risco de acidente e menor probabilidade de contrair as doenças associadas a estes vetores.

A importância do peixe, na Amazônia, no entanto, vai além de um recurso econômico e de subsistência do homem ribeirinho: exerce papel fundamental na manutenção de diversas formas de vida. Além de base alimentar de um sem número de predadores, inclusive de peixes carnívoros, são importantes como agentes biológicos de dispersão de sementes e como enriquecedores naturais do sistema aquático, através da conversão da biomassa vegetal em matéria animal e mineral. Daí a importância da conservação das florestas de várzea e de se praticar a pesca não predatória, condições essenciais para a manutenção das espécies.

5.2.2. RECURSO MADEIREIRO

Contextualização

A exemplo de outros recursos da biodiversidade amazônica, as espécies florestais com potencial para exploração econômica ainda não estão totalmente identificadas sob o ponto de vista de seu aproveitamento econômico. Sua utilização, ainda ditada pela demanda do mercado consumidor, segue velhos padrões, com notórios desperdícios em toda a cadeia de produção. A extração das espécies se desenvolve, ainda, de forma predatória, apesar das pressões exercidas sobre o setor madeireiro, no sentido de discipliná-lo ecologicamente.

O declínio dos estoques florestais no centro-sul, aliado aos incentivos para instalação de indústrias na Amazônia, na década de 70, impulsionou a indústria madeireira na região, especialmente beneficiada com a abertura de estradas, haja vista a facilidade de acesso a estoques madeireiros de terra-firme, onde é possível a utilização de máquinas pesadas.

Com relação ao Estado do Amazonas, a madeira tem se mantido o principal produto do extrativismo vegetal, cuja produção, em 1989, correspondia a mais de 50 por cento da produção extrativa estadual, sendo aumentada ainda mais nos anos seguintes, segundo HUMMEL, et al. (1994, p. 26). Mas a ausência de infra-estrutura no interior do estado, especialmente de estradas, tem funcionado como uma barreira a uma exploração mais intensiva, ficando limitada quase que exclusivamente às áreas de várzea.

A Seletividade Predatória de Espécies

Já na década de oitenta a exploração madeireira foi apontada como um dos vilões do desmatamento na Amazônia, atrás apenas das atividades de pecuária e agricultura, nesta ordem. Sua exploração predatória ocorre, em parte, por causa do número muito reduzido de espécies selecionadas, sujeitas, pois, ao extermínio. Como a extração é seletiva e a quantidade de árvores por hectare é pequena, as máquinas e caminhões percorrem grandes distâncias na selva, deixando um rastro de destruição por onde circulam. O Quadro 5.2 mostra a diferença entre uma área ocupada mais antiga – Paragominas (250 km ao Sul de Belém, na rodovia Belém-Brasília) – e uma área de fronteira – Tailândia (a 200 km ao Sul de Belém, na rodovia PA-150). Por ser uma região mais antiga, portanto já com esgotamento das madeiras mais nobres, Paragominas se adaptou à nova condição de ter que explorar novas espécies florestais.

Quadro 5.2. Características da Exploração Florestal em duas áreas do Sul do Pará

CARACTERÍSTICA	PARAGOMINAS	TAILÂNDIA
ESPÉCIE EXTRAÍDA (n^0/ha)	52	10
ÁRVORES EXTRAÍDAS (n^0/ha)	6,4	2,0
ÁRVORES DANIFICADAS (n^0/ha) ^A	148	58
VOLUME EXTRAÍDO (m^3/ha)	38	16
VOLUME NÃO APROVEITADO (m^3/ha)	3	3
VOLUME DANIFICADO (m^3/ha) ^A	62	19
COEFICIENTE DANIFICADO/EXTRAÍDO ($m^3/(m^3)$)	1,9	1,2
COEFICIENTE DE ÁREA DESTRUÍDA (%) ^B	51,9	13,9

Fonte: KITAMURA 1994, *apud*, UHL, et al 1990, 1992 e VERÍSSIMO et al., 1992.

NOTA: ^A - Somente $dap > 10$ ^B - Abertura do dossel, estradas e pátios para a exploração

Segundo Silva et al, (1991), das 400 espécies comercializáveis são utilizadas menos de 100 espécies no mercado local; destas, menos de 40% no mercado nacional e 30 a 35

espécies são exportadas, sendo que apenas o mogno, virola, sucupira, cedro e ipê representam mais de 75% das exportações de madeira serrada. Ressalte-se que somente o mogno em 1988/1989 foi responsável por 35% do volume global de madeira serrada exportada, e por 58% do valor em dólares.

Os métodos de extração da madeira se diferenciam, no entanto, quando se refere a várzea ou terra-firme. Na várzea as árvores são derrubadas, preparadas as toras e mantidas na floresta até a chegada da cheia do rio, quando são retiradas e transportadas em jangadas e balsas. A derrubada se dá próximo ao período da cheia, para evitar deterioração da madeira serrada, e o volume de produção é influenciado pelo nível das águas dos rios, sendo tanto maior quanto maior for a cheia. É comum, quando os rios não alcançam determinado nível, toras de madeira permanecerem e se deterioreem na floresta, em virtude da impossibilidade de sua retirada naquele ano.

Embora predatória, por ser seletiva, a extração de madeira da várzea é limitada pela dificuldade da retirada das toras. Torna-se, ainda, menos impactante que a extração de terra-firme pelo fato de não ser necessário abrir grandes picadas na selva, uma vez que se necessita de um caminho suficiente apenas para a passagem da tora, normalmente conduzida por água - as toras são conduzidas até um curso d'água onde possa ser rebocada por uma embarcação, após serem amarradas em bóias de madeira flutuante que as sustentam. Já a extração na terra-firme se dá, normalmente, durante todo o ano, sendo mais intensiva nos seis meses mais secos (junho a novembro). Devido à facilidade de acesso por estradas, são retiradas por máquinas (tratores de esteira e carregadeiras) e transportadas em caminhões, até o pátio da indústria ou até um porto para transporte fluvial.

A Ineficiência do Setor Madeireiro Regional

Kitamura apropriando-se de Uhl et al., (1990, p.97), revela que “o desperdício nas serrarias é de 2 a 3 m³ de madeira em tora para cada m³ serrado, refletindo assim a obsolescência das plantas de beneficiamento de madeira implantadas na região”. Calcula-se que no transporte em jangadas são perdidas em torno de 30% das toras transportadas.

A esse respeito, Hummel (1994), revela que o setor madeireiro no Brasil, em particular na Amazônia, onde se concentra 70% da produção nacional, apresenta as seguintes características: dependência quase que completa de florestas nativas; setor itinerante (principalmente as serrarias); atraso tecnológico; pequenos investimentos em pesquisa (a indústria pouco ou nada investe, ficando a espera, normalmente que o governo o faça); reposição florestal incipiente ou inexistente e a estreita vinculação com os setores da construção civil e moveleiro.

Apesar da importância social e econômica que este setor tem na região, seu caráter de exploração predatória é motivo de forte pressão internacional, nos últimos anos, especialmente por organismos internacionais, com destaque para as Organizações Não-Governamentais (ONGs). Os reflexos destas pressões são uma diminuição da atividade, com fechamento de diversas serrarias e dispensa de mão-de-obra, decorrente de uma fiscalização mais rigorosa dos órgãos ambientais, especialmente do Ibama, na tentativa de eliminar a produção de madeira dita “clandestina”, ou de floresta não manejada.

A Disponibilidade de Energia e a Vez do Ribeirinho

A madeira extraída na região amazônica normalmente viaja por longas distâncias, até chegar em um polo de beneficiamento. O transporte fluvial é extremamente moroso, mas na maioria dos casos é a única opção, como ocorre com a madeira explorada nas várzeas dos rios do Amazonas, Estado onde apenas sete cidades, de um total de 61, se ligam a Manaus por via rodoviária.

Assim, a disponibilidade de energia naquelas comunidades onde tradicionalmente se explora a madeira em sua volta poderia fomentar localmente esta atividade, evitando parte dos custos relativos ao transporte, notadamente pela perda de toras e pelo consumo de combustível. Dessa maneira, parte do beneficiamento da madeira poderia ocorrer na própria comunidade (produção de pranchões, tábuas, vigas, etc.), com emprego de mão-de-obra local e, o que é mais importante, com a agregação de valor a um produto que, na grande maioria dos casos, pode ser considerado como de propriedade dos próprios ribeirinhos. Esta forma de

exploração do recurso madeireiro traria, seguramente, importante contribuição à economia local, além da profissionalização da mão-de-obra das próprias comunidades.

5.2.3 POSSIBILIDADES DE EXPLORAÇÃO ECONÔMICA DA REMJ E A QUESTÃO AMBIENTAL

A Reserva Extrativista do Médio Juruá (REMJ) pode ser tomada como um exemplo de um ecossistema ainda primitivo, praticamente intocado, e que abriga uma biodiversidade extremamente importante, pela variedade e quantidade de seus recursos. O aproveitamento racional destes recursos, em favor dos moradores locais, é um dos objetivos da criação da reserva, e faz parte do plano de utilização elaborado pelo Ibama, o órgão que tem atribuição legal para administrá-la.

Apesar da REMJ ter sido criada há seis anos, os seus produtos extrativos ainda têm uma participação insignificante na economia das comunidades, situação idêntica ao período recente que antecedeu sua criação. O peso na economia local está a cargo da produção de farinha, uma atividade desenvolvida de forma arcaica, completamente artesanal, de baixa produtividade e de conseqüente impacto negativo sobre os recursos florestais. Com base no laudo biológico elaborado pelo Ibama, que serviu de suporte para a criação da Reserva, e nos depoimentos dos moradores locais, descreve-se, a seguir, algumas das possibilidades mais aparentes de exploração econômica dos produtos da sua biodiversidade, enfatizando-se aqueles casos em que o insumo energia é capaz de agregar valor ao produto explorado.

Recursos Pesqueiros

A área da Reserva Extrativista do Médio Juruá é dotada de grande quantidade de lagos, pequenos afluentes e igarapés, que detêm significativa quantidade e variedade de peixes - os mais importantes estão listados no Quadro 5.3 - o que torna a região extremamente farta no período de seca do rio. As comunidades, entretanto, não exercem a pesca comercial, apenas a de subsistência, embora esta atividade esteja prevista no plano de utilização da reserva.

Dentre os lagos da Reserva, seis são denominados de lagos de preservação, nos quais os ribeirinhos não pescam. O objetivo destes é a preservação/desenvolvimento das espécies para repovoamento de lagos vizinhos, no período da cheia, quando os peixes que se desenvolveram migram em busca de alimento e para reprodução. Por falta de utensílios adequados para a pesca, consequência da baixa renda dos moradores, e de meios e técnicas de armazenamento e manejo do pescado, os moradores locais não vêm tirando proveito comercial deste potencial natural.

Pressupondo-se a disponibilidade de energia e de mão-de-obra capacitada, especialmente com relação ao processamento do pescado, a nível de preparação para refrigeração e exportação, certamente o potencial da região será convertido em importante fonte de renda para as comunidades.

Quadro 5.3. Principais Espécies de Peixe da REMJ

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO
Acará-açú	<i>Astronotus ocellatus</i>
Aracú	<i>Leporinus spp.</i>
Aruanã	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>
Bodó	<i>Hipostomus spp.</i>
Branquinha	<i>Potamorhina altamaronico</i>
Cascuda*	<i>Psectrogaster amazônica</i>
Curimatã	<i>Prochilodus nigricans</i>
Flecheira	<i>Hemiodus unimaculatus</i>
Jaraqui	<i>Semaprochilodus knesi</i>
Mandi	<i>Pimelodus blochii</i>
Matrinchã	<i>Brycon spp.</i>
Pacú	<i>Myleus spp.</i>
Pirapitinga	
Peixe-boi	<i>Trichechus inunguis</i>
Pescada	<i>Plagiocion spp.</i>
Piraíba	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>
Piraputaba	<i>Brachyplatystoma vaillanti</i>
Piranha	<i>Pygocentrus natteroni</i>
Pirarara	<i>Phractocephalus hemilipteros</i>
Pirarucú	<i>Arapaima gigas</i>
Sardinha	<i>Triportheus elongatus</i>

Surubim	<i>Pseudoplatystoma fasicatum</i>
Tambaqui	<i>Colossoma macropomum</i>
Tamauatá	<i>Hoplosternu thoracatum</i>
Traíra	<i>Hoplias malabaricus</i>
Tucunaré	<i>Chico spp.</i>

Fonte: CHADA e OLIVEIRA, 1994.

Recursos Madeireiros

Conforme já foi citado anteriormente, a atividade madeireira nas comunidades isoladas da Amazônia, quando existe, se limita ao emprego de mão-de-obra no corte de árvores em toras para processamento nas sedes dos municípios, onde se dispõe de energia subsidiada. A forma de participação do homem do interior na cadeia de produção madeireira se dá, portanto, com pouca ocupação de mão-de-obra e baixa remuneração.

Quanto às Reservas Extrativistas, está previsto o aproveitamento de recursos madeireiros nos seus planos de utilização, como forma de benefício aos moradores locais. No entanto, para que os moradores tenham real compensação financeira nesta atividade é necessário que se agregue valor, *in loco*, a tais recursos, o que significa a transformação da madeira, antes de seguir ao mercado consumidor, em peças processadas, até o limite da capacidade técnica e operacional das instalações locais a serem montadas para este fim. Eventualmente, se poderá chegar à produção de móveis simples (camas, beliches, portas, janelas, outros.), uma vez que não há necessidade de mão-de-obra altamente especializada para este tipo de trabalho. Dado a prática dos moradores com a produção de artefatos simples de madeira e a construção de pequenas embarcações nas próprias comunidades, espera-se que, com reduzido esforço de capacitação, estes possam estar habilitados para esta importante forma de aproveitamento da madeira regional, em benefício próprio

Uma importante decorrência da agregação de valor à madeira extraída localmente está relacionada com a possibilidade de poupança de estoque natural. Segundo levantamento feito pelos pesquisadores do projeto “Óleos Vegetais para Geração de Energia Elétrica e Valorização da Biodiversidade em Comunidades Isoladas da Reserva Extrativista do Médio Juruá- Município de Carauari”, a venda de uma árvore transformada em tábuas, um subproduto ainda com pouco valor agregado, equivale, em média, em termos financeiros, à

venda de 3 árvores em toras. Este dado tem dois importantes significados: o primeiro, é de ordem econômica, e está relacionado a uma melhor remuneração por um produto florestal em benefício do morador local; o segundo, é de ordem ambiental, com efeito positivo sobre o ecossistema, na medida em que o beneficiamento de uma árvore pode evitar a derrubada de outras duas. As principais espécies exploradas são apresentadas no Quadro 5.4.

Quadro 5.4. Espécies Florestais com Potencial para Exploração Madeireira na REMJ

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO
Acapú	<i>Voucapova americana</i>
Acapurana	<i>Campsiandra comosa</i>
Aquariquara	
Arapari	<i>Macrolobium acaciaefolium</i>
Abiurana	<i>Pouteira caimito</i>
Açacú	<i>Hura creptans</i>
Cumarú	<i>Dipteryx sp.</i>
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>
Faveira	<i>Dimorphandra multiflora</i>
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i>
Ipê	<i>Tabebuia sp.</i>
Jatobá	<i>Hymenaeae sp.</i>
Jacareúba	<i>Calophyllum brasiliense</i>
Louro	<i>Ocotea sp.</i>
Macacaúba	<i>Platymissium ulei</i>
Mata-mata	<i>Eschweilera ovorata</i>
Tauari	<i>Couratari guianensis</i>
Sucupira	<i>Bowdichia brasiliense</i>

Fonte: CHADA e OLIVEIRA, 1994

Outros Recursos Florestais Identificados

Óleos Vegetais

Potencial de Produção

Os óleos vegetais das oleaginosas nativas da Reserva Extrativista do Médio Juruá (REMJ) representam um significativo potencial econômico para a região. Grandes variedades de plantas são encontradas na Reserva, dentre as quais se destacam a andiroba (*Carapa guianensis*), o murumurú (*Astrocaryum murumurú*), o uricurí (*Attalea excelsa*), a copaíba (*Copaifera multijuga Hayne*) e o patauá (*Jessania batauá*). As três primeiras são as que apresentam maior potencial para exploração.

Para a determinação do potencial de produção de óleo das três principais espécies, fez um levantamento expedito na parte nordeste da REMJ, em áreas de várzea²⁸, tomando 6 parcelas de 1 hectare cada como áreas para contagem de espécies. Os resultados obtidos por parcela estão representados no Quadro 1 (Anexo 6.1). A partir das tipologias florestais das parcelas, Fig. 1 (anexo 6.2.), fez-se uma estimativa da quantidade de árvores para toda a reserva, sintetizado no quadro abaixo.

Quadro 5.5. Estimativa da Quantidade de Árvores por Hectare

AMBIENTES DE VÁRZEA	ESPÉCIES OLEAGINOSAS ADULTAS MÉDIA POR AMBIENTE		
	Andiroba	Murumurú	Uricurí
Floresta Aberta de Várzea Alta*	85	24	7
Floresta Densa de Terraço Aluvial (Restingas Altas)**	61	10	6
Transição Aluvial (Várzea Alta e Várzea Baixa)***	89	7	19

Fonte: Relatório do Projeto Óleos Vegetais para Geração de Energia e Valorização da Biodiversidade em Comunidades Isoladas da Reserva Extrativista do Médio Juruá- Município de Carauari7Am.

Nota: * inundável somente nas grandes cheias

** terrenos que permanecem, em média, 30 dias inundados nas grandes cheias

*** terrenos que permanecem, em média, 45 dias inundados nas grandes cheias.

²⁸ Na estimativa da quantidade de árvores por hectare considerou-se apenas as áreas de várzea, em virtude das dificuldades para exploração das áreas de terra-firme.

O Quadro 5.6. a seguir apresenta o potencial de extração de óleo da reserva, para as três espécies pesquisadas, considerando a quantidade de óleo por árvore, a quantidade de hectares e a capacidade média de extração das prensas, referente a cada uma das oleaginosas. Em função das sazonalidades da produção de andiroba, foi admitido apenas 50% da produção potencial, o que é um valor conservador, mas que dá uma margem de segurança em torno de 50% para a capacidade de extração.

Quadro 5.6. Potencial de Extração de Óleo

AMBIENTES DE VÁRZEA	ÁREA (10 ³ ha)	ESPÉCIE	QUANTIDADE DE ÁRVORES POR HECTARE	QUANTIDADE DE SEMENTE POR ÁRVORE (kg)	FRAÇÃO DE EXTRAÇÃO DE ÓLEO POR kg DE SEMENTE	QUANTIDADE POTENCIAL DE EXTRAÇÃO DE ÓLEO (ton/ano)
	A		B	C	D	E= A x B x C x D
Floresta Aberta de Várzea Alta	18	ANDIROBA	42	55	0,20	8.316
Floresta Densa de Terraço Aluvial	33	ANDIROBA	30	55	0,20	10.890
Transição Aluvial	04	ANDIROBA	44	55	0,20	1.936
TOTAL						21.142
Floresta Aberta de Várzea Alta	18	MURUMURU	24	5	0,10	216
Floresta Densa de Terraço Aluvial	33	MURUMURU	10	5	0,10	396
Transição Aluvial	04	MURUMURU	07	5	0,10	14
TOTAL						626
Floresta Aberta de Várzea Alta	18	URICURI	07	7,5	0,10	94,5
Floresta Densa de Terraço Aluvial	33	URICURI	06	7,5	0,10	148,5
Transição Aluvial	04	URICURI	19	7,5	0,10	57
TOTAL						300

Fonte: Adaptado pelo autor

Vale frisar que o potencial de extração do óleo de andiroba do Quadro 5.6 tem poucas possibilidades de ser alcançado, em função, principalmente, das dificuldades de transporte, feito através de picadas na selva. Em virtude da cheia, que coincide com a safra de andiroba, os deslocamentos dos ribeirinhos passam a ser quase que exclusivamente por canoa a remo, de pequeno porte (capacidade média de 280 kg), único meio de transporte capaz de penetrar na selva, ainda que com extrema dificuldade e a pequenas distâncias. Por esse motivo, é razoável considerar um raio máximo de coleta em torno de 2 quilômetros, a partir de cada comunidade, percurso suficiente para coleta e transporte da carga equivalente a uma canoa de sementes por dia (aproximadamente 2 hectolitros). Dessa forma, as 28 comunidades distribuídas ao longo do rio coletariam sementes numa área total de aproximadamente 1.260 hectares, o que resultaria numa produção potencial de 550 toneladas de óleo por ano (250 famílias coletando 2 hectolitros por dia, durante 25 dias por mês, num período de 4 meses – tempo de duração da safra).

Necessidade de Óleo para Suprimento das Comunidades da Resex

A quantidade de óleo necessária para abastecer as 28 comunidades da Reserva Extrativista do Médio Juruá (250 famílias) na geração de energia elétrica pode ser determinada tomando por base o consumo estimado para a Comunidade do Roque, onde o consumo por família, para operação durante 4 horas por dia foi de 56 l/ano/família e para operação durante 24 horas foi de 218 l/família/ano (Tabela 5.1.).

Tabela 5.1. Necessidade de Óleo de Andiroba para Abastecimento da Resex do Médio Juruá

PERÍODO DE OPERAÇÃO (h/dia)	CONSUMO POR FAMÍLIA (kg/família)	TOTAL DE FAMÍLIAS	CONSUMO DE ÓLEO (kg/ano)			ÁREA NECESSÁRIA À EXPLORAÇÃO (ha) ***
			NA GERAÇÃO DE ENERGIA	NA PRODUÇÃO DE ÓLEO	TOTAL	
04	51	250	12.750	2.400*	15.150	35
24	218	250	54.500	9.265**	63.765	145

Nota: * para a micro-usina de 40 kg/hora

** para a micro-usina de 100 kg/hora

*** considerando 40 árvores por hectare e 55 kg de semente por árvore

Mercado para Óleos Nativos

Os óleos de oleaginosas nativas encontram-se numa fase de crescimento da demanda. No entanto, a inserção de novos produtos no mercado passa por um processo lento de conquista deste mercado, especialmente quando localizado em países desenvolvidos, como é o caso dos maiores compradores dos óleos vegetais nativos da Amazônia. Destacam-se os europeus, americanos e japoneses, extremamente seletivos, que exigem qualidade, regularidade de fornecimento e quantidade, normalmente estabelecidos em contrato com os exportadores. A forma dispersa, pouco higiênica, artesanal e não padronizada da produção, aliadas a problemas de adulteração, às vezes já na origem da produção, tem criado sérias dificuldades para os exportadores destes produtos. Eliminadas estas deficiências, no entanto, pode-se afirmar com segurança que os óleos nativos terão mercado garantido por longos anos, ainda.

Algumas comunidades, organizadas em associação de classe, têm conseguido montar micro-indústrias para extração de óleo – notadamente nos estados do Acre, Amazonas, Amapá e Pará – e têm conseguido vender seus produtos diretamente para empresas importadoras no exterior, alcançando preços bem superiores aos normalmente praticados pelos atravessadores regionais. Esta ligação direta produtor-importador tem sido, via de regra, resultado de trabalhos desenvolvidos por ONG's, e traz como lição a necessidade da existência de agentes oficiais capazes de promoverem a organização e o comércio da produção, uma vez que as ações das ONG's são pontuais, por isso pouco significativas em termos regionais.

Sustentabilidade da Produção

A fase industrial do processo de produção dos óleos vegetais nativos é bastante simples, podendo ser executada nas próprias comunidades, com o emprego de mão-de-obra local, desde que se disponha de energia elétrica. A sustentabilidade da produção, por seu turno, depende, de um lado do mercado consumidor, de outro da capacidade máxima de fornecimento de sementes, aí entendida como o máximo que se poderá retirar sem causar prejuízo à capacidade de regeneração das espécies e à alimentação de parte da fauna silvestre. Diante da falta de informações científicas sobre esta importante questão a ser considerada,

principalmente do ponto de vista do investidor, o cultivo racional de espécies nativas parece inevitável como garantia de suprimento da demanda futura.

Plantas Medicinais

As plantas medicinais são, sem dúvida, o grande alvo do mercado bilionário que envolve os recursos florestais. Souza (1996), informa que somente com a comercialização para fins medicinais e farmacêuticos de produtos extraídos das florestas tropicais são movimentados cerca de 20 bilhões de dólares por ano, sem contar com outros benefícios ligados à agricultura e à indústria; isto com menos de 1% das plantas tropicais tendo seus usos potenciais investigados. O autor, apropriando-se de informações da Organização Mundial de Saúde, afirma que nos países em desenvolvimento, 80% da população se trata pela medicina tradicional, e 85% dessa medicina inclui extratos de plantas medicinais. No Brasil, estima-se que 25% dos US\$ 8 bilhões de faturamento, em 1996, da indústria farmacêutica nacional sejam originados de medicamentos derivados de plantas (GARCIA et al., 1999, apud SIMÕES et ali., 1996).

A floresta Amazônica, devido à diversidade de espécies medicinais, é considerada uma das mais importantes fontes de princípios ativos do planeta, por isso, as perspectivas da fitoterapia são altamente promissoras (VIEIRA, 1992). Segundo este autor, as plantas, pelo metabolismo primário, elaboram os compostos orgânicos destinados à promover seu crescimento e desenvolvimento. Através do metabolismo secundário, sintetizam compostos orgânicos, de natureza complexa, denominadas de princípios ativos ou substâncias ativas que exercem ação farmacológica, benéfica ou prejudicial, sobre o organismo. Esses princípios ativos são constituídos de uma substância ou conjunto de substâncias quimicamente bem definidas, que servem de base para a produção de drogas ou medicamentos (OLIVEIRA, et al., 1991). O organismo pode absorver substâncias ativas de diversas maneiras, através de chás, saladas, sucos, xaropes, alcoolaturas, cataplasmas, pomadas, entre outros (BALBACH, 1982). O teor de princípios ativos conhecidos é variável entre as plantas e também varia na sua maneira de agir no organismo humano. Seu mecanismo de ação terapêutica poderá ser mais lento, mas na verdade é mais fisiológico e natural.

A flora medicinal, nativa e introduzida, da Reserva Extrativista do Médio Juruá (REMJ) é bastante diversificada. Assim como em outras comunidades pobres do planeta, o uso das plantas medicinais se faz fortemente presente na vida das comunidades ribeirinhas do Médio Juruá. No Quadro 1 (Anexo 6.3.) estão listadas as principais espécies da flora medicinal encontrada na REMJ e suas propriedades terapêuticas.

O aproveitamento econômico do potencial já identificado de plantas medicinais da REMJ não pode se constituir, no entanto, numa atividade de simples coleta, como vem ocorrendo atualmente. É primordial que se promova a capacitação dos moradores locais quanto aos métodos ecologicamente corretos de coleta, e aos meios de conservação e transporte destes recursos.

A disponibilidade de energia, aliada à capacitação dos moradores, poderá resultar em significativa agregação de valor destes recursos florestais. Esta valorização poderá se dar pela extração, localmente, e comercialização de óleos essenciais e outras substâncias contidas nas plantas, como também pela extração e emprego destes derivados na produção de produtos de maior valor agregado, como sabonetes naturais e colônias, entre outros. Processos como desidratação/secagem e conservação sob refrigeração, controlados, dos produtos florestais, só serão viáveis mediante a disponibilidade de energia elétrica.

Aproveitamento Racional dos Recursos Naturais versus Conservação Ambiental na REMJ

Aspecto Agronômico-Ecológico

A criação de Reservas Extrativistas é uma tentativa de conciliar a sobrevivência dos povos que tradicionalmente habitam estas áreas, mediante o uso sustentável de seus recursos naturais, com a manutenção da integridade física dos ecossistemas que as compõem. Não se pode perder de vista, no entanto, que estes povos praticam atividades agrícolas de subsistência e para fins comerciais. É de se esperar, pois, que haja competição entre a necessidade de aumento da fronteira agrícola – motivada, basicamente, pelo crescimento demográfico e pela estagnação do preço dos produtos que obrigam o aumento da produção – e a manutenção dos ecossistemas.

Dessa forma, depara-se com um processo co-evolutivo entre agronomia e ecossistema, cujos desdobramentos, em termos de sustentabilidade econômica (lucratividade), agronômica (manutenção da produção), social (melhoria das condições de vida) e ecológica (equilíbrio dos ecossistemas) depende de um sem número de variáveis, endógenas e exógenas, controláveis e não controláveis, atuando simultaneamente. Dentre as variáveis endógenas merecem destaque: o grau de conscientização dos moradores quanto à necessidade de conservação dos ecossistemas; sua capacidade de extração racional e agregação de valor aos recursos naturais, bem como do uso de técnicas que permitam aumentar a produtividade agrícola do solo sem degradá-lo e; o potencial de recursos naturais disponíveis para aproveitamento econômico. Quanto às variáveis exógenas, pode-se destacar: a necessidade da existência de um mercado que absorva os produtos oriundos da biodiversidade local a preços compensatórios; a disponibilidade de variedades de sementes de plantas com maior rentabilidade por área cultivada e de técnicas agrícolas adaptadas às condições edáficas e climáticas locais, e; pesquisas visando a identificação de novos produtos para que os residentes possam aumentar a sua renda.

Um Estudo de Caso de Mitigação do Desmatamento Agrícola

Os moradores da Reserva Extrativista do Médio Juruá (REMJ), na sua quase totalidade, sobrevivem da produção e comercialização de farinha de mandioca, a exemplo de parcela significativa da população das comunidades do interior da Amazônia. A renda média, por família, segundo levantamento de campo realizado pelos pesquisadores do projeto “Óleos Vegetais”, confirmado por levantamento idêntico realizado pelo Movimento de Educação de Base (MEB), da igreja católica de Carauari, é de R\$ 90,00 (noventa reais) mensais, equivalente à venda de 3 (três) sacos de farinha de 50 quilogramas. A renda média anual da Reserva, com suas aproximadamente 250 famílias, fica, pois, em torno de R\$ 270.000,00 (duzentos e setenta mil reais). Ao preço de R\$ 8,40 por hectolitro de semente de andiroba, a venda de 32.142 hectolitros, equivalente a 2% do potencial de produção estimado para a Resex (ou 72% da capacidade de coleta – 1260 ha) seria suficiente para que os moradores obtivessem a mesma renda média anual, necessitando trabalhar durante somente 4 meses.

Esta forma de aproveitamento pode evitar a derrubada de 450 hectares de floresta anualmente, destinados à produção de farinha, diminuindo consideravelmente o avanço da fronteira agrícola sobre a floresta nativa. De acordo com o potencial apresentado no Quadro 6.6, há óleo suficiente para melhorar consideravelmente a renda local, muito além do equivalente à renda com a farinha comercializada. A inclusão do murumuré e do uricuri contribuirá ainda mais para o aumento da renda dos ribeirinhos, configurando-se como opções alternativas à andiroba. Além destas duas oleaginosas, há um grande número de outros produtos, já listados anteriormente, que, se corretamente aproveitados, muito contribuirão para a diminuição da taxa de desmatamento na Reserva Extrativista do Médio Juruá (REMJ).

As Externalidades Positivas da Energia Elétrica na REMJ

Conforme discutido nas seções anteriores, a sustentabilidade das Reservas Extrativistas, nos seus aspectos econômico, social, agrônomo e ecológico, depende de uma série ações conjuntas, como capacitação profissional, que tem ligação direta com o nível de escolaridade dos moradores; conscientização ecológica; manejo de espécies animais e florestais; investimento em pesquisa e tecnologia buscando melhorar a qualidade dos produtos já explorados, agregar-lhes valor, e descobrir novos produtos com potencial para aproveitamento econômico; e inserção no mercado consumidor de produtos já consolidados e de novos produtos. Entretanto, muitas destas ações não poderão ser colocadas em prática se não houver a disponibilidade de energia elétrica que permita a operação das máquinas e aparelhos nos processos de produção e conservação, bem como de recursos didáticos necessários ao aprendizado dos moradores locais, tanto na educação formal como na capacitação profissional. Dessa forma, a energia elétrica desempenha papel fundamental na sustentabilidade, na medida em que sua disponibilidade viabiliza o aproveitamento, com agregação de valor, dos principais produtos da biodiversidade local, notadamente os recursos florestais (madeireiros e não madeireiros – óleos vegetais principalmente) e da ictiofauna (basicamente peixes).

Os processos de agregação de valor destes recursos resultam na produção de considerável volume de resíduos, principalmente na produção de óleos vegetais e beneficiamento de madeiras. Os resíduos madeireiros poderão, eventualmente, ser

aproveitados como fonte primária de energia, enquanto os resíduos da extração dos óleos poderão servir a este mesmo fim e como fonte de alimento na criação de pequenos animais.

Este mecanismo de valorização da biodiversidade (uso racional e agregação de valor), que se reveste em favor da melhoria de vida das comunidades locais e da conservação da própria biodiversidade, não pode ser considerado uma tarefa simples, que possa ser desenvolvida pelos ribeirinhos sem a ajuda externa de técnicos e pesquisadores. A ajuda externa, inclusive e principalmente, com recursos tecnológicos e financeiros, é fundamental para a concretização dos objetivos a que se propõem as Reservas Extrativistas.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS

Ainda que em fase de consolidação, a experiência em curso na REMJ permite uma primeira e importante conclusão sobre a produção dos óleos vegetais de oleaginosas nativas: que esta deve ser tratada como uma atividade produtiva, organizada e planejada, e que seja capaz de permitir remuneração digna à mão-de-obra empregada em todo o processo produtivo, da coleta de sementes à expedição do óleo produzido, independente da destinação que se dará a este óleo. Sem essa premissa não haverá como garantir a auto-sustentabilidade da produção. Daí se concluir sobre quão importante é a organização das comunidades envolvidas para o êxito de um projeto dessa natureza.

Quanto aos custos de geração de energia com uso do óleo de andiroba, os resultados obtidos a partir do acompanhamento da experiência supracitada e nas simulações realizadas, indicam que a introdução efetiva deste óleo na matriz energética da REMJ, com custo de produção capaz de permitir prática de tarifa ao nível do kWh cobrado pela concessionária local, somente se viabilizará mediante significativos subsídios. Subsídios estes que tanto podem envolver a aquisição, sem custos financeiros, de micro-usinas para produção de óleo e de grupos-geradores, como a inserção do mecanismo da CCC na geração de energia, ou ambos simultaneamente.

A comparação entre os custos de geração a diesel e a óleo vegetal de andiroba, da forma como foi apresentada no escopo deste trabalho, se fez de forma reducionista, uma vez que não se monetizou e internalizou as externalidades positivas e negativas associadas ao ciclo de vida de cada uma das fontes primárias consideradas. Este novo modo de comparação requer, no entanto, estudo específico, não contemplado nos objetivos do presente trabalho.

No que diz respeito à valorização da biodiversidade local, incluindo os óleos vegetais, é seguro afirmar que a disponibilidade de energia elétrica é capaz de promover a agregação de valor aos recursos da floresta e colaborar com as políticas de desenvolvimento pautadas na sustentabilidade econômica, social e ecológica. Em outras palavras, o beneficiamento dos produtos extrativos de baixa rentabilidade pode torná-los economicamente viáveis, a ponto de garantir que os benefícios da floresta de pé sejam superiores aos benefícios decorrentes da sua derrubada.

É oportuno ressaltar, porém, que a disponibilidade de energia elétrica, por si só não garantirá o sucesso no aproveitamento dos recursos naturais. Faz-se necessário, fundamentalmente: a introdução de novas tecnologias de produção; o treinamento e a capacitação da mão-de-obra local para trabalhar com estas tecnologias; pesquisas que visem a melhoria da qualidade da produção e a descoberta de novos produtos capazes de serem economicamente aproveitados; e que se encontre mecanismos que permitam a introdução dos produtos extrativos no mercado consumidor.

Também faz parte da experiência em epígrafe a constatação de que a incapacidade atribuída ao homem do interior em absorver conhecimentos tecnológicos que lhes permita operar e manter máquinas e equipamentos é, na verdade, a imposição de um estigma. A título de ilustração, na comunidade do Roque, todo o processo industrial da produção de óleos vegetais, bem como a geração e distribuição de energia elétrica, são executados e mantidos pelos moradores locais. É verdade, porém, que a escolha das tecnologias deve levar em consideração as dificuldades inerentes ao nível de escolaridade dos moradores que irão operá-las e as distâncias aos centros fornecedores de peças e materiais de reposição. Assim sendo, as tecnologias dotadas de simplicidade operacional e robustez em muito contribuirão para a manutenção da continuidade do processo de produção.

A constatação acima, aliada à baixa renda dos interioranos da Amazônia recomenda que se identifique modelos de gestão e concessão de sistemas energéticos adequados às comunidades isoladas, notadamente quanto aos tipos de fonte a serem instaladas, ao aproveitamento da mão de obra local e ao número de horas de fornecimento de energia elétrica. Neste sentido, tais modelos deverão ser concebidos com a participação das comunidades organizadas, considerando, principalmente, suas reais necessidades de uso da energia elétrica e a sua capacidade de pagamento dessa energia. Assim sendo, deverá haver uma adequação do setor energético nacional às condições sócio-econômicas dos moradores das comunidades isoladas, contrariamente ao modelo vigente.

Vale ratificar, neste ponto, que a questão do suprimento de energia às comunidades isoladas deve ser encarada, prioritariamente, como uma questão social, dado que a sua disponibilidade potencializa as ações que podem promover a melhoria da qualidade de vida dos moradores dessas comunidades. Ainda que a potencialidade econômica de determinada comunidade possa ser apontada como um fator de sustentabilidade da geração de energia

elétrica, como consequência da melhoria da renda local, esta não poderá ser o único parâmetro a ser considerado na decisão de se levar energia elétrica à comunidade. Conforme apresentado no capítulo 4 diversos benefícios sociais importantes dependem da energia elétrica para que sejam introduzidos nas comunidades, como é o caso, em especial, da educação.

Referências

- Albagli, S. *Geopolítica da Biodiversidade*. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília: IBAMA, 1998.
- Aragón, L.E. Amazônia: Questões Globais e Regionais. In: Ferreira, E. S. Geraldo; Leão, Elizabeth, O.; Luiz. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*, Manaus: INPA, v.2, pp. 244-267, 1993.
- As Reservas Extrativistas do Brasil: Aspectos Fundamentais de sua implementação. Washington: Environmental Law Institute Research Report, 1995.
- Arraes, N. A .M. *Desenvolvimento Sustentável e a Participação nos Processos e Agenda 21 Brasileiros*. Campinas/SP: Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2000, 208p. Tese (Doutorado).
- Andrade, Glênio Bruck. Relatório de Pesquisa- *Projeto Óleos Vegetais Para Geração de Energia e Valorização da Biodiversidade em Comunidades Isoladas da Reserva Extrativista do Médio Juruá – Município de Carauari*. Programa Trópico Úmido. Manaus: Universidade do Amazonas/Faculdade de Tecnologia. Relatório de Pesquisa /CNPq/MCT, 1999.
- Aquino, Luiz Sérvulo de. *Biodiversidade das Florestas Tropicais Brasileiras: Confronto da Diversidade Florestal Com o Uso de Biomassa lenhosa Para Fins Energéticos na Amazônia*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000. Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000, 261p. Dissertação de (Mestrado).
- André, Luiz Lopes de Souza. *Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável: Uma Reflexão Crítica*. Belém, FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1996.
- Balbach, A. A. *Flora Nacional na Medicina Doméstica*. São Paulo, Ed. Edificação do Lar, 7ª ed., v. I, p. 396, 1982.
- BP. Capturado em 26 de set.de 2002. Disponível na internet em [[http:// www.bp.org.com/center/energy](http://www.bp.org.com/center/energy)].

- Barbosa, Ana P., Campos, Ceci S. Neta, Jesus, Maria A. de., et al. Madeiras Tropicais: Limitações e Potencial de Utilização. In: Ferreira, Efrem, Gigliuolo, Roberto, Feldberg, Eliana.(orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*, Manaus: INPA, v.1, p. 251-261, 1991.
- Bursztyn, Marcel (org.). *Para pensar o desenvolvimento sustentável*. 2ª ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1994.
- Becker, Bertha. (org.). *A Geografia Política do Desenvolvimento Sustentável*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1997.
- Bruseke, Franz José. O Problema do Desenvolvimento Sustentável. In: Cavalcanti, Clovis (org.). *Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável*. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 1998.
- Canadian Renewable Fuels Association. Capturado em 27 de set. de 2002 na internet em [[http:// www. greenfuel.org/bioindex. html](http://www.greenfuel.org/bioindex.html)].
- Correia, José de Castro. Árvore de Andiroba (*Carapa guianensis*). Manaus, 2002 1 fot., color 10cmx15cm.
- Chada, Nelson Castro, Oliveira, Antônio Neri de. *Lauda Biológico da Reserva Extrativista do Médio Juruá – Carauari/AM*. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Carauari: MMA/IBAMA/CNPT, nov/1994.
- Camargo, Ivan. *Noções Básicas de Engenharia Econômica: Aplicações ao Setor Elétrico*. Brasília, FINATEC, 1998.
- Carvalho, José da Silva Seráfico de Assis. A Biodiversidade e a Potencialidade Econômica da Amazônica. *Universidade do Amazonas. Manaus*. v. 2, nº especial, p.126 jan/dez., 2000.
- Cavalcanti, Clovis (org.). Sustentabilidade da Economia: paradigmas alternativos de realização econômica. In: _____(org.). *Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável*. 2ª ed. Cortez: São Paulo, 1998.

- Castro, Edna, Pinton. Florence (orgs.). *Faces do Trópico Úmido: conceitos e Questões sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente*. Belém, Cejup: UFPA- NAEA, 1997.
- Derickx, João, Transferetti, José Antônio. *No Coração da Amazônia: Juruá, O Rio que Chora*. Petrópolis/ RJ, Vozes, 1992.
- Esteves, Antônio R. *A ocupação da Amazônia*. São Paulo, Editora Brasiliense, 1993.
- Elsbett, K. *Vegetable Oil Utilization: requiriments for the engine and experimental results*. Germany: s. n., 1985.
- ELETROBRÁS. Centrais Elétricas Brasileiras S/A. *Plano Anual de Combustíveis*. Capturado em 07 de out. de 2002. Disponível na internet [http: //www. eletrobrás.gov.br/atuação/cc/mosta-arquivo.asp.].
- Furasté. Pedro Augusto. *Normas Técnicas para o Trabalho Científico*. 7ª ed. Dáctilo. Plus: Porto Alegre, 2000, 104 p.
- Fernandes, Cristina C. A importância da Várzea no Ciclo de Vida dos peixes Migradores na Amazônia Central. In: VAL, Adalberto, Gigliuolo, Roberto, Feldberg, Eliana. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*: Manaus: INPA, v.1, p.315-338, 1991.
- Fernandes, Noeli P., Sampaio, Paulo de T. B. Silvicultura de Espécies Florestais (plantios). In: Val, Adalberto, Figliuolo, Roberto, Feldberg, Eliana. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.1, p. 207-223, 1991.
- Fearside, Philip M. Migração, colonização e meio ambiente: o potencial dos ecossistemas amazônicos. In: Ferreira, Efrem, Santos, Geraldo, Leão, Elizabeth, Oliveira, Luiz.(orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.2, p.249-266, 1993.
- _____. *Modelagem estocástica na estimativa da capacidade de suporte*

- humano: um instrumento para o planejamento de desenvolvimento na Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, INPA, 1985.
- Filho, Hernani Lopes de Sá et.al.. *Diagnóstico da Viabilidade Técnica de Utilização dos Óleos Vegetais Brasileiros como Combustíveis/Lubrificantes*. Informativo INT. v. 12, n.22. maio/ago, sini loco s.l., s.n., 1979.
- Freire, José Ribamar Bessa (coord.). *A Amazônia Colonial (1616-1798)*. 4ª ed. Manaus, Editora Metro Cúbico, 1991.
- Furtado, Celso. *O Mito do Desenvolvimento Econômico*. 2ª. Coleção Leitura. ed. Paz e Terra. São Paulo, 1998.
- Fonseca, Max Aurélio N. *Os Óleos Vegetais como Combustível Alternativo ao Óleo Diesel*. 30 nov. 1981. Seminário. Montes Claros/Minas Gerais. Palestra proferida à EPAMIG/CETEC/INDI/CODEVASF e Iniciativa Privada Sobre Óleos Vegetais.
- Filho, Manoel Pereira. *Desenvolvimento e Preservação das Áreas de Várzea da Amazônia Brasileira*. In: Val, Adalberto, Figliuolo, Roberto, Feldberg, Eliana .(orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.1, p.55-64, 1993.
- Guimarães, Sérgio Fonseca. *Algumas diretrizes para o desenvolvimento da pesca e da aquacultura na Amazônia brasileira*. In: Ferreira, Efrem, Santos, Geraldo, Leão, Elizabeth, Oliveira, Luiz.(orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.2, p. 269-281, 1993.
- Gonzale, Wilma. *Biodiesel a partir de Óleos Vegetais*. In: Cortez, Luis Augusto Barbosa, Mariotoni, Carlos Alberto. (orgs.). *3º Encontro de Energia no Meio Rural*. 2000, São Paulo. Cadernos de Resumo. São Paulo: UNICAMP, 2000.
- Guerra, Hélvio Neves. (coord.). *Relatório de Pesquisa- Projeto Óleos Vegetais Para Geração de Energia e Valorização da Biodiversidade em Comunidades Isoladas da Reserva Extrativista do Médio Juruá – Município de Carauari*. Programa Trópico Úmido. Manaus: Universidade do Amazonas/Faculdade de Tecnologia. Relatório de Pesquisa/CNPq/MCT, 2001.

Hogan, Daniel Joseph. População, pobreza e poluição em Cubatão. São Paulo: In: Martine, George (org.). *População, Meio ambiente e Desenvolvimento*. Campinas: UNICAMP, 1993.

Homma, Alfredo Kingo Oyama. *Extrativismo Vegetal na Amazônia: limites e oportunidades*. In: _____ (org.). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993.

_____. et al. Bases para uma Política de Desenvolvimento da Cultura do Dendezeiro na Amazônia. In: Viegas, Ismael de Jesus Matos, Muller, Antonio Agostinho (orgs.). *A Cultura do Dendezeiro na Amazônia Brasileira*. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000.

Hummel, Antônio Carlos et. al.. *Diagnóstico do Subsetor Madeireiro do Estado do Amazonas*. Manaus. Ed. SEBRAE, Manaus, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS RENOVÁVEIS. Mapa de

Localização da Reserva Extrativista do Médio Juruá. Capturado em 13 de jun.de 2003.

Disponível na internet em [<http://www.ibama.gov.com/br/index.html>].

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Anuário Estatístico 2000*. Brasília: IBGE, 2000.

Jesus, Rogério S. de, Falcão, Paulo de T. Carvalho, Nilson L. de A. Técnicas para Conservação e Industrialização de pescado da Amazônia. In: Val, Adalberto, Figliuolo, Roberto, Feldberg, Eliana. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.1, p.417-440, 1991.

Junk, Wolfgang J., Piedade, Maria Teresa Fernandez, Salati, Enéas. Recursos hídricos na Amazônia: perspectivas científicas para os anos noventa. In: Ferreira, Efrem, Santos, Geraldo, Leão, Elizabeth, Oliveira, Luiz. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.2, p.199-213, 1993.

Kaltner, Franz Josef, Júnior, José Furlan. Processamento Industrial de Cachos de Dendê para Produção de Óleos de Palma e Palmiste. In: Viegas, Ismael de Jesus Matos, Muller, Antonio Agostinho (orgs.). *A Cultura do Dendzeiro na Amazônia Brasileira*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. Manaus, EMBRAPA, 2000.

_____. *Projeto de Dendê em Pequenas Propriedades com Produção Descentralizada do Óleo*. Belém: s.n., 2000.

Kageyma, P. Y., Pina-Rodrigues, F.C.M. Fatores que Afetam a Produção de Sementes. In: Aguiar, I.B. de., Pina-Rodrigues, Rodrigues, Figliolia, M.B. (coord.). *Sementes Florestais Tropicais*. Brasília-DF: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes/ABRATES. Comitê Técnico de Sementes Florestais, 1986.

Kitamura, Paulo Choji. *A Amazônia e o Desenvolvimento Sustentável*. (org.). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental. Brasília: EMBRAPA-SPI: Brasília, 1994, 182p.

Leite, Regina de A. N., Bittencourt, Maria M. Impacto das Hidroelétricas sobre a Ictiofauna da Amazônia: o exemplo de Tucuruí. In: Val, Adalberto, Figliuolo, Roberto, Feldberg, Eliana. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.1, p. 85-100, 1991.

Loureiro, Artur A. ., Silva, M. F. da, Alencar, J. da C. *Essências Madeireiras da Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. Manaus: INPA, v. I. p. 23-56, 1979.

Lipietz, A. *Audácia: uma alternativa para o século 21*. São Paulo: Nobel, 1991.

Lora, Electo Eduardo Silva. *Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transporte*. (org.) Electo Silva Lora. ANEEL: Brasília, DF, 2000.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA-MME/Eletróbrás. Sistemas de Informações Empresariais do Setor de Energia Elétrica. *Boletim Semestral*. Capturado em 07 de out. de 2002. Disponível na internet [<http://www.eletróbrás.gov.br/mercado/siese/defout.asp>].

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO/SECRETARIA DE ASSUNTOS REGIONAIS-SUFRAMA. *Projeto de Potencialidades Regionais: Estudos de Viabilidade Econômica*: FGV/ISAE, Manaus, 1998.

Morales, Eduardo A. Vilela, Barcelo, Edson, Rodrigues, Francisco. *Perspectivas da Dendeicultura como Agente Alternativo para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia*. Manaus: s.n., 1998.

MELLO, José Alberto Sampaio Nunes. A Amazônia: suas fontes energéticas. In: Ferreira, Efrem, Santos, Geraldo, Leão, Elizabeth, Oliveira, Luiz.(orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.2, p.215-221, 1993.

_____. Hidrelétricas na Amazônia e o Meio Ambiente. In: In: Ferreira, Efrem, Santos, Geraldo, Leão, Elizabeth, Oliveira, Luiz. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.2, p.11-16, 1993.

Miranda, Roberto. Óleo de dendê, Alternativa ao Óleo Como Combustível para Geradores de Energia em Comunidades da Amazônia. In: *3º Encontro de Energia no Meio Rural*. 2000, São Paulo. Cadernos de Resumo. São Paulo: UNICAMP, 2000.

Nelson, Bruce W. Inventário Florístico na Amazônia e a Escolha Racional de Áreas Prioritárias para Conservação. In: Val, Adalberto, Figliuolo, Roberto, Feldberg, Eliana. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.1, p. 173-186, 1991.

Neto, José Adolfo de Almeida. Projeto Bio-Combustível: Processamento de Óleos e Gorduras Vegetais Naturais e Residuais em Combustível Tipo Diesel. In: Cortez, Luis Augusto Barbosa, Mariotoni, Carlos Alberto. (orgs.). *3º Encontro de Energia no Meio Rural*. 2000, São Paulo. Cadernos de Resumo. São Paulo: UNICAMP, 2000.

Nogueira, Luiz Augusto Horta et. al. *Dendroenergia: Fundamentos e Aplicações*. Brasília: ANEEL, 2000.

Oliveira, Luiz Antônio de.e Moreira, Francisco Wesen. A importância do uso adequado dos solos no zoneamento ecológico-econômico da Amazônia. In: Ferreira, Efrem, Santos, Geraldo, Leão, Elizabeth, Oliveira, Luiz. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.2, p.17-24, 1993.

Oliveira, F.; Akisue, G.; Akisue, M.K.. *Farmacognosia*. São Paulo, Ed. Santuário, 1991.

Pinto, Renan Freitas. Amazônia: O Mito da Indústria. *Universidade do Amazonas. Manaus*. V. 2, nº especial, p. 1-126 jan/dez., 2000.

Parédio, Lindoneide Lima. Frutos e Sementes de Andiroba (*Carapa guianensis*). Manaus: 2002 1 fot., color 10cmx15cm.

_____. Relatório de Pesquisa- *Projeto Óleos Vegetais Para Geração de Energia e Valorização da Biodiversidade em Comunidades Isoladas da Reserva Extrativista do Médio Juruá – Município de Carauari*. Programa Trópico Úmido. Manaus: Universidade do Amazonas/Faculdade de Tecnologia. Relatório de Pesquisa /CNPq/MCT, 2000.

PRODEEM/MME. Capturado em 27 de set. de 2002. Disponível na internet [<http://www.mme.gov.br/prodeem>].

Pesce, Celestino. *Oleaginosas da Amazônia*. Oleaginosas da *Amazônia*. Revista do Veterinário, DIP., 1941.

Rocha, Jadir de Souza, Varejão, Maria de Jesus C., Lima, Vânia Maria O. da Câmara et al. Modelo de Desenvolvimento para o Setor Madeireiro na Amazônia. In: VAL, Adalberto, FIGLIUOLO, Roberto, FELDBERG, Eliana. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.2, p.373-403, 1993.

Rizzini, C.T., Mors, W.B. *Botânica Econômica Brasileira*. ed. EPUSP, São Paulo, 1976.

Rodrigues, Maria do Rosário L., Macedo, Jéferson Luis V. de. Solos da Amazônia e o Cultivo do Dendzeiro. In: Viegas, Ismael de Jesus Matos, Muller, Antonio Agostinho (orgs.). *A*

- Cultura do Dendezeiro na Amazônia Brasileira*. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000.
- Santo, Denílson B. E., Gallo, Waldyr L.R., Bizzo, Waldir. *Análise de Emissões de Gases Poluentes em Usinas Térmicas de Produção de Eletricidade*. s.n., s.l., 1998.
- Souza, André Luiz Lopes. *Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Uma Reflexão Crítica*. Belém: FCAP, Serviço de Documentação e Informação, 1996.
- SERPLAN, PETROBRÁS, SEDIN. Series Internacionais 1996. Rio de Janeiro: SERPLAN/PETROBRÁS/SEDIN, 1997.
- Silva, Dimas A. et. al.. A Indústria de Base Florestal na Amazônia. In: Val, Adalberto, Figliuolo, Roberto, feldberg, Eliana. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.1, p. 239-258, 1991.
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA (SUDAM). *Pesquisas e Informações sobre espécies florestais da Amazônia*. Departamento de Recursos Naturais – Centro de Tecnologia Madeireira, Belém, 1979.
- SUDAM. *Características silviculturais de espécies nativas e exóticas dos plantios do Centro de Tecnologia Madeireira – estação experimental de Curuá-Una*. Belém, 1979.
- Soares, Guilherme. Operação de Um Grupo Gerador Diesel Utilizando Óleo Vegetal Bruto como Combustível. In: Cortez, Luis Augusto Barbosa, Mariotoni, Carlos Alberto. (orgs.). *3º Encontro de Energia no Meio Rural*. 2000, São Paulo. Cadernos de Resumo. São Paulo: UNICAMP, 2000.
- Santos, Geraldo M. dos.,. Ecologia de Peixes da Amazônia. In: Ferreira, Efrem J.G., Zuazon, Jansen A. S (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.1, p. 263-280, 1991.
- Salati, Eneas, Ribeiro, Maria de N. G., ABSY; Maria L. et al. Clima da Amazônia: Presente, Passado e Futuro. In: Val, Adalberto, Gigluolo, Roberto, Feldberg, Eliana. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.1, p.21-34, 1993.

- Sachs, Ignacy, Mendes, Aramando D. A Inserção da Amazônia no_Mundo. In: Castro, Edna e Pinton. Florence (orgs.). *Faces do Trópico Úmido: conceitos e Questões sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente*. Belém, Cejup: UFPA- NAEA, 1997, pp. 131-146.
- Silva, Orlando Cristiano da. Potencial de Mitigação de Gases Estufa pela Indústria de Óleo de Palma, Visando a Captação de Recursos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). In: Cortez, Luis Augusto Barbosa, Mariotoni, Carlos Alberto. (orgs.). 3º *Encontro de Energia no Meio Rural*. 2000, São Paulo. Cadernos de Resumo. São Paulo: UNICAMP, 2000.
- Sachs, Ignacy. (org.). *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável*. Paula Yone Strong – Rio de Janeiro: Garamond, 2000.
- SUFRAMA. *Amazônia, da Conquista ao Desenvolvimento*. Manaus, SAP/DEOS: Manaus, 1988. 22p.
- Torres, Edinildo Andrade. Avaliação de um Motor do Ciclo Diesel Operando Com Óleo de Dendê para Suprimento Energético em Comunidades Rurais. In: Cortez, Luis Augusto Barbosa, Mariotoni, Carlos Alberto. (orgs.). 3º *Encontro de Energia no Meio Rural*. 2000, São Paulo. Cadernos de Resumo. São Paulo: UNICAMP, 2000.
- Texeira, Marcos A . Estimativa do Potencial Energético na Indústria do Óleo de Babaçu no Brasil. In: Cortez, Luis Augusto Barbosa, Mariotoni, Carlos Alberto. (orgs.). 3º *Encontro de Energia no Meio Rural*. 2000, São Paulo. Cadernos de Resumo. São Paulo: UNICAMP, 2000.
- Us Department of Energy's National Biofuels Program. Capturado em 28 de set. de 2002. Disponível na internet em [[http:// www. ott.doe.gov./biofuels](http://www.ott.doe.gov/biofuels)].
- Victoria, Reynaldo L., et. al.. A Amazônia Brasileira e seu papel no Aumento da Concentração de CO_2 na Atmosfera. In: Val, Adalberto, Figliuolo, Roberto, Feldberg, Eliana. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.1, p.9 -20, 1993.
- Volpato, E.; Schmidt, P.B., Araujo, V.C. *Carapa guianensis* Aubl. (Andiroba).

Estudos comparativos de tratamento silviculturais. Acta Amazônia 2 (1), pp. 71-82, 1972.

- Vieira, Ima Célia G. et al.. A importância de áreas degradadas no contexto agrícola e ecológico da Amazônia. In: Ferreira, Efrem, Santos, Geraldo, Leão, Elizabeth, Oliveira, Luiz. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.2, p.43-52, 1993.
- Viana, Noemi Geraldês. *Conservação de Sementes de Andiroba (Carapa guianensis Aubl.)*. EMBRAPA-CPATU. Belém-PA: Circular Técnico, 1982.
- Yuyama, Kaoru. Potencialidades Agrícola dos solos da Várzea e a Utilização de Leguminosas na Amazônia Central. In: Ferreira, Efrem, Santos, Geraldo, Leão, Elizabeth, Oliveira, Luiz. (orgs.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: INPA, v.2, p.222-239, 1993.
- Yared, J.A.C., Carpanezzi, A. A. *Conservação da capoeira alta da Amazônia em povoamentos de produção madeireira O método do "Recru" e espécies, promissoras*. Belém-PA: CPATU-EMBRAPA, 1981.

ANEXO

ANEXO 3.1

FIGURA 1 - Mapa da Amazônia Legal Antropizada

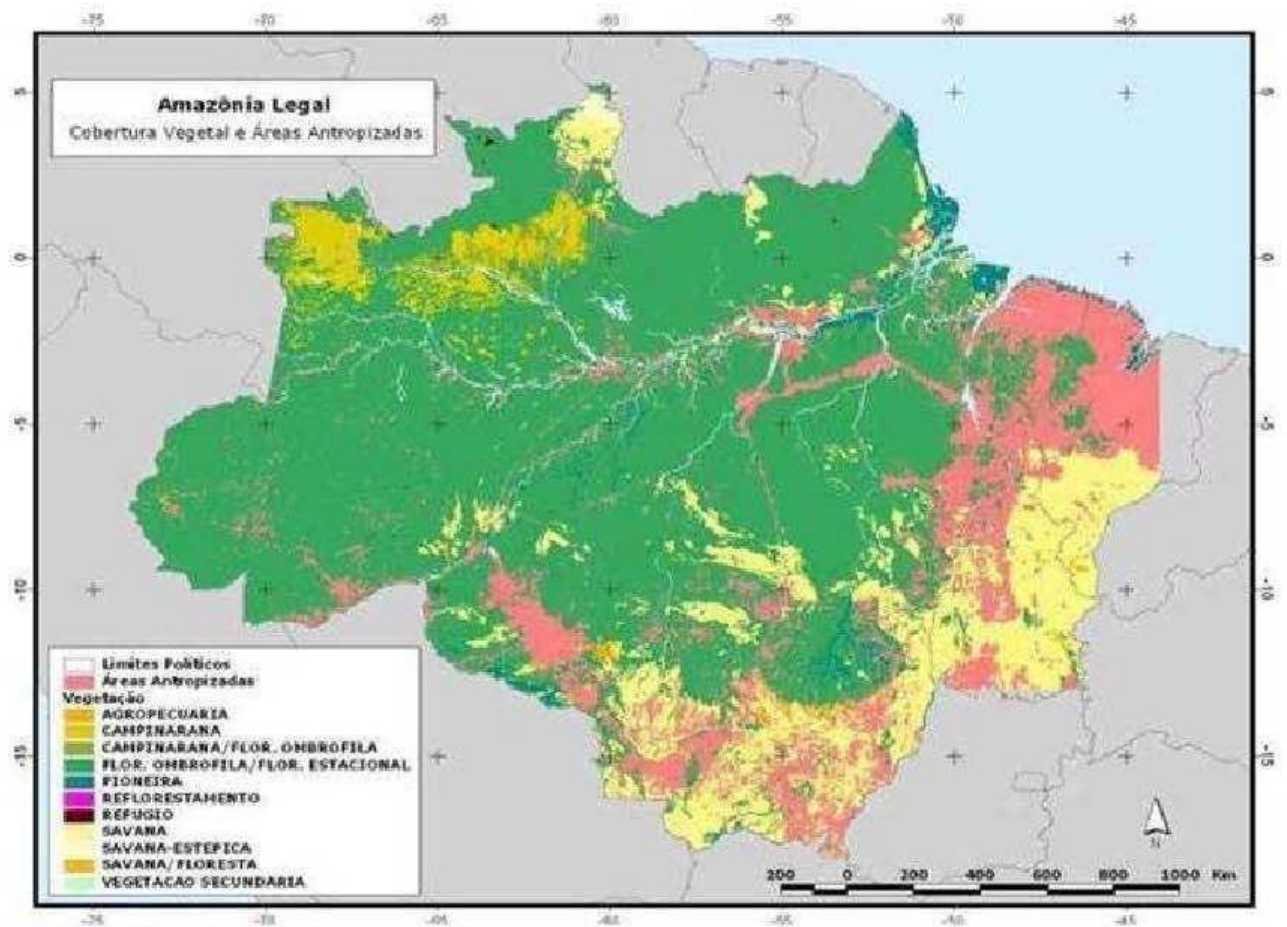


Figura 1- Mapa da Amazônia Legal Antropizada
Fonte: IBGE, 2000.

ANEXOS 4.1

TABELA 1 - Consumo de Combustíveis em Função da Geração e do Consumo Específico Médio da Empresa

TABELA 2 - Consumo de Combustíveis em Função da Geração e do Consumo Específico admitido pela ANEEL

TABELA 3 - Despesas com Aquisição de Combustíveis

TABELA 1 - Consumo de Combustíveis em Função da Geração e do Consumo Específico Médio da Empresa

EMPRESA DE ENERGIA	GERAÇÃO DE ENERGIA - CONSUMO DE COMBUSTÍVEL							
	DIESEL		ÓLEO COMBUSTÍVEL		ÓLEO LEVE PTE		ÓLEO PGE	
	GERAÇ ÃO (MWh)	CONSU MO 10 ³ l	GERAÇÃ O (MWh)	CONSU MO 10 ³ KG	GERAÇÃ O (MWh)	CONSU MO 10 ³ l	GERAÇÃ O (MWh)	CONSUM O 10 ³ KG
CEA	45.600	21.500						
CEAM	546.904	169.500						
CELPA	206.492	62.500						
CER	34.855	13.280						
CERON	257.946	78.600						
ELETROA CRE	106.400	32.300						
B. V. ENERGIA	8.760	2.628			358.735	113.719		
ELETRON ORTE	1,408.85 6	438.324						
MANAUS ENERGIA	-	-	591.969	196.500	1.358.712	490.769	1.189.108	261.603
TOTAL	2.617.81 4	818.632	591.969	196.500	1.717.447	604.487	1.189.108	261.603

Fonte: Plano Anual de Combustíveis 2001 - ELETROBRAS/MME

TABELA 2 - Consumo de Combustíveis em Função da Geração e do Consumo Específico admitido pela ANEEL

EMPRESA DE ENERGIA	CONSUMO ESPECÍFICO - CONSUMO DE COMBUSTÍVEL							
	DIESEL		ÓLEO COMBUSTÍVEL		ÓLEO LEVE PTE		ÓLEO PGE	
	CONSU MO ESPECÍFI CO (l/MWh)	CONSU MO 10 ³ l	CONSU MO ESPECÍFI CO (kg/MWh)	CONSU MO 10 ³ KG	CONSU MO ESPECÍFI CO (l/MWh)	CONSU MO 10 ³ l	CONSU MO ESPECÍ FICO (kg/MW h)	CONSU MO 10 ³ KG
CEA	0,30	13.680						
CEAM	0,30	164.071						
CELPA	0,30	61.947						
CER	0,30	10.456						
CERON	0,30	77.383						
ELETROACR E	0,30	31.920						
B. V.	0,30	2.628			0,30	107.620		
ENERGIA ELETRONOR TE	0,30	438.324						
MANAUS ENERGIA	-	-	0,33	195.260	0,30	407.613	0,22	261.603
TOTAL	-	800.409	-	195.260	-	515.233	-	261.603

Fonte: Plano Anual de Combustíveis 2001 - ELETROBRAS/MME - Adaptado pelo autor

TABELA 3 - Despesas com Aquisição de Combustíveis

EMPRESA DE ENERGIA	PREÇO DO COMBUSTÍVEL - CUSTO TOTAL - CUSTO PARA CÁLCULO DE SUBSÍDIO											
	DIESEL			ÓLEO COMBUSTÍVEL			ÓLEO LEVE PTE			ÓLEO PGE		
	PRE ÇO	CUST O	CUST O	PRE ÇO	CUST O	CUST O	PREÇ O	CUST O	CUST O	PREÇ O	CUST O	CUST O
	(R\$/l)	TOTA L (mil R\$)	SUBSÍ DIO (mil R\$)	(R\$/ KG)	TOTA L (mil R\$)	SUBSÍ DIO (mil R\$)	(R\$/l)	TOTA L (mil R\$)	SUBSÍ DIO (mil R\$)	(R\$/K G)	TOTA L (mil R\$)	SUBSÍ DIO (mil R\$)
CEA	0,831	17.866	11.369									
CEAM	0,731	123.904	119.936									
CELPA	0,796	49.750	49.310									
CER	0,779	10.345	8.145									
CERON	0,824	64.766	63.763									
ELETROA	0,775	25.032	24.738									
CRE												
B. V.	0,774	2035	2.035				0,687	92.608	73.935			
ENERGIA												
ELETRON	0,748	327.866	327.866									
ORTE		6	6									
MANAUS	-	-	-									
ENERGIA				0,425	83.512	82.985	0,613	300.841	249.867	0,616	161.147	161.147
TOTAL	-	618.564	607.162	-	83.512	82.985	-	356.627	323.802	-	161.147	161.147

Fonte: Plano Anual de Combustíveis 2001 - ELETROBRAS/MME - Adaptado pelo autor

ANEXO 4.2

TABELA 1 -Despesas com Diesel

TABELA 2 - Custo do kWh gerado sem CCC

TABELA 3 - Custo do kWh gerado com CCC

TABELA 1: Despesas com Diesel

GRUPO GERADO R (KW)	DEMANDA MÉDIA (kW)		CONSUMO DE ENERGIA (kWh/ano)		CONSUMO DE DIESEL (l/ano)		DESPESA COM DIESEL (R\$/ano)	
	40%	60%	40%	60%	40%	60%	40%	60%
3,4	1,36	2,04	11.914	17.870	5.957	8.935	8.339	12.509
5,1	2,04	3,06	17.870	26.806	8.935	13.403	12.509	18.764
6,4	2,56	3,84	22.426	33.638	1.121	16.819	15.697	23.547
8,5	3,4	5,1	29.784	44.676	14.892	22.338	2.084	31.273
10,6	4,24	6,36	37.142	55.714	18.571	27.857	26.000	39.000
12,6	5,12	7,68	44.851	67.276	22.426	33.638	31.396	47.094
17	6,8	10,2	59.568	89.352	29.784	44.676	41.698	62.546
21,2	8,48	12,72	74.285	111.427	37.142	55.714	51.999	77.999
25,25	10,1	15,15	88.476	132.714	44.238	66.357	61.933	92.900
34	13,6	20,4	119.136	178.704	59.568	89.352	83.395	125.093
42,5	17	25,5	148.920	223.380	74.460	111.690	104.244	156.366
51	20,4	30,6	178.704	268.056	89.352	134.028	125.098	187.639
59,5	23,8	35,7	208.488	312.732	104.244	156.366	145.942	218.912
68	27,2	40,8	238.272	357.408	119.136	178.704	166.790	250.186
76,5	30,6	45,9	268.056	402.084	134.028	201.042	187.639	281.458

Fonte: Resultado desta pesquisa.

TABELA 2: Custo do kWh gerado sem CCC

ANUIDADE DO INVESTIMENTO (R\$)				CUSTO ANUAL DE GERAÇÃO SEM CCC (R\$)		CUSTO DO KWH GERADO SEM CCC (R\$/kWh)		CUSTO ANUAL DE GERAÇÃO COM CCC (R\$)	
GERADOR	ABRIGO	MANUT.	TOTAL	40%	60%	40%	60%	40%	60%
840	69	210	1.119	9.458	13.628	0,79	0,76	5.587	7.822
960	69	240	1.268	13.778	20.032	0,77	0,75	7.972	11.324
1.168	69	292	1.528	17.227	25.075	0,77	0,75	9.940	14.147
1.272	69	318	1.658	22.507	32.932	0,76	0,74	12.831	18.417
1.560	69	390	2.018	28.018	41.018	0,75	0,74	15.951	22.917
2.451	133	613	3.196	34.592	50.290	0,75	0,75	20.020	28.433
2.521	133	630	3.285	44.982	65.831	0,74	0,74	25.629	36.803
3.032	133	758	3.922	55.922	81.921	0,73	0,74	31.788	45.721
3.135	133	784	4.051	65.984	96.951	0,73	0,73	37.240	53.835
3.397	133	849	4.376	87.774	129.472	0,73	0,72	49.069	71.414
4.034	133	1.008	5.175	109.419	161.541	0,73	0,72	61.038	88.969
4.107	133	1.027	5.266	130.359	192.905	0,73	0,72	72.302	105.820
4.911	133	1.228	6.271	152.213	225.184	0,73	0,72	84.479	123.584
5.130	133	1.283	6.545	173.335	256.731	0,73	0,72	95.926	140.617
5.332	133	1.333	6.798	194.437	288.256	0,73	0,72	107.351	157.628

Fonte: Resultado desta pesquisa.

TABELA 3: Custo do kWh gerado com CCC

CUSTO DO KWH GERADO COM CCC (R\$/kWh)		RELAÇÃO PERCENTUAL “CUSTO COM CCC/CUSTO SEM CCC” (%)	
40%	60%	40%	60%
0,4690	0,4377	59,10	57,0018
0,4461	0,4224	57,90	57,0000
0,4433	0,4206	57,70	56,0000
0,4308	0,4122	57,00	56,0000
0,4295	0,4114	57,00	56,0000
0,4464	0,4226	58,00	57,0000
0,4303	0,4119	57,00	56,0000
0,4279	0,4103	57,00	56,0000
0,4209	0,4056	57,00	56,0000
0,4119	0,3996	56,00	55,0000
0,4099	0,3983	56,00	55,0000
0,4046	0,3948	55,00	55,0000
0,4052	0,3952	56,00	55,0000
0,4026	0,3934	55,00	55,0000
0,4005	0,3920	55,00	55,0000

Fonte: Resultado desta pesquisa.

ANEXO 5.1

TABELA 1 - Custo de Produção de Óleo de Andiroba com CCC – em R\$/kg

TABELA 2 - Custo de Produção de Óleo de Andiroba sem CCC – em R\$/kg

Tabela 1 - Custo de Produção de Óleo de Andiroba com CCC – em R\$/kg

Produção de Óleo – kg A	Micro-Usina 40 kg/h 1,28 + (9870/A)	Micro-Usina 100 kg/h 1,23 + (1707/A)	Micro-Usina 300 kg 1 + (32287/A)
2000	6,215	9,765	17,1435
4000	3,7475	5,4975	9,07175
6000	2,925	4,075	6,381167
8000	2,51375	3,36375	5,035875
10000	2,267	2,937	4,2287
12000	2,1025	2,6525	3,690583
14000	1,985	2,449286	3,306214
16000	1,896875	2,296875	3,017938
18000	1,828333	2,178333	2,793722
20000	1,7735	2,0835	2,61435
22000	1,728636	2,005909	2,467591
24000	1,69125	1,94125	2,345292
26000	1,69125	1,886538	2,241808
28000	1,69125	1,839643	2,153107
30000	1,69125	1,799	2,076233
32000	1,69125	1,763438	2,008969
34000	1,69125	1,732059	1,949618
36000	1,69125	1,704167	1,896861
38000	1,69125	1,679211	1,849658
40000	1,69125	1,65675	1,807175
42000	1,69125	1,636429	1,768738
44000	1,69125	1,617955	1,733795
46000	1,69125	1,601087	1,701891
48000	1,69125	1,585625	1,672646
50000	1,69125	1,5714	1,64574
52000	1,69125	1,558269	1,620904
54000	1,69125	1,546111	1,597907
56000	1,69125	1,534821	1,576554
58000	1,69125	1,52431	1,556672
60000	1,69125	1,5145	1,538117
62000	1,69125	1,505323	1,520758
64000	1,69125	1,496719	1,504484
66000	1,69125	1,488636	1,489197
68000	1,69125	1,481029	1,474809
70000	1,69125	1,481029	1,461243
72000	1,69125	1,481029	1,448431
74000	1,69125	1,481029	1,436311
76000	1,69125	1,481029	1,424829
78000	1,69125	1,481029	1,413936
80000	1,69125	1,481029	1,403588
82000	1,69125	1,481029	1,393744
84000	1,69125	1,481029	1,384369
86000	1,69125	1,481029	1,37543
88000	1,69125	1,481029	1,366898
90000	1,69125	1,481029	1,358744
92000	1,69125	1,481029	1,350946
94000	1,69125	1,481029	1,343479
96000	1,69125	1,481029	1,336323
98000	1,69125	1,481029	1,329459
100000	1,69125	1,481029	1,32287
102000	1,69125	1,481029	1,316539

Cont. Tabela 1:

Produção de Óleo – kg A	Micro-Usina 40 kg/h 1,28 + (9870/A)	Micro-Usina 100 kg/h 1,23 + (1707/A)	Micro-Usina 300 kg 1 + (32287/A)
104000	1,69125	1,481029	1,310452
106000	1,69125	1,481029	1,304594
108000	1,69125	1,481029	1,298954
110000	1,69125	1,481029	1,293518
112000	1,69125	1,481029	1,288277
114000	1,69125	1,481029	1,283219
116000	1,69125	1,481029	1,278336
118000	1,69125	1,481029	1,273619
120000	1,69125	1,481029	1,269058
122000	1,69125	1,481029	1,264648
124000	1,69125	1,481029	1,260379
126000	1,69125	1,481029	1,256246
128000	1,69125	1,481029	1,252242
130000	1,69125	1,481029	1,248362
132000	1,69125	1,481029	1,244598
134000	1,69125	1,481029	1,240948
136000	1,69125	1,481029	1,237404
138000	1,69125	1,481029	1,233964
140000	1,69125	1,481029	1,230621
142000	1,69125	1,481029	1,227373
144000	1,69125	1,481029	1,224215
146000	1,69125	1,481029	1,221144
148000	1,69125	1,481029	1,218155
150000	1,69125	1,481029	1,215247
152000	1,69125	1,481029	1,212414
154000	1,69125	1,481029	1,209656
156000	1,69125	1,481029	1,206968
158000	1,69125	1,481029	1,204348
160000	1,69125	1,481029	1,201794
162000	1,69125	1,481029	1,199302
164000	1,69125	1,481029	1,196872
166000	1,69125	1,481029	1,1945
168000	1,69125	1,481029	1,192185
170000	1,69125	1,481029	1,189924
172000	1,69125	1,481029	1,187715
174000	1,69125	1,481029	1,185557
176000	1,69125	1,481029	1,183449
178000	1,69125	1,481029	1,181388
180000	1,69125	1,481029	1,179372
182000	1,69125	1,481029	1,177401
184000	1,69125	1,481029	1,175473
186000	1,69125	1,481029	1,173586
188000	1,69125	1,481029	1,171739
190000	1,69125	1,481029	1,169932
192000	1,69125	1,481029	1,168161
194000	1,69125	1,481029	1,166428
196000	1,69125	1,481029	1,16473
198000	1,69125	1,481029	1,163066
200000	1,69125	1,481029	1,161435
202000	1,69125	1,481029	1,159837
204000	1,69125	1,481029	1,15827

Cont. Tabela 1.

Produção de Óleo – kg A	Micro-Usina 40 kg/h 1,28 + (9870/A)	Micro-Usina 100 kg/h 1,23 + (1707/A)	Micro-Usina 300 kg 1 + (32287/A)
206000	1,69125	1,481029	1,156733
208000	1,69125	1,481029	1,155226
210000	1,69125	1,481029	1,153748
212000	1,69125	1,481029	1,152297

Tabela 2: Custo de Produção de Óleo de Andiroba sem CCC – em R\$/kg

Produção de Óleo – kg A	Micro-Usina 40 kg/h 1,48 + (9870/A)	Micro-Usina 100 kg/h 1,41 + (1707/A)	Micro-Usina 300 kg 1,13 + (32287/A)
2000	6,415	9,945	17,2735
4000	3,9075	5,6775	9,20175
6000	3,085	4,255	6,511167
8000	2,67375	3,54375	5,165875
10000	2,427	3,117	4,3587
12000	2,2625	2,8325	3,820583
14000	2,145	2,629286	3,436214
16000	2,056875	2,476875	3,147938
18000	1,988333	2,358333	2,923722
20000	1,9335	2,2635	2,74435
22000	1,888636	2,185909	2,597591
24000	1,89125	2,12125	2,475292
26000	1,89125	2,066538	2,371808
28000	1,89125	2,019643	2,283107
30000	1,89125	1,979	2,206233
32000	1,89125	1,943438	2,138969
34000	1,89125	1,912059	2,079618
36000	1,89125	1,884167	2,026861
38000	1,89125	1,859211	1,979658
40000	1,89125	1,83675	1,937175
42000	1,89125	1,816429	1,898738
44000	1,89125	1,797955	1,863795
46000	1,89125	1,781087	1,831891
48000	1,89125	1,765625	1,802646
50000	1,89125	1,7514	1,77574
52000	1,89125	1,738269	1,750904
54000	1,89125	1,726111	1,727907
56000	1,89125	1,714821	1,706554
58000	1,89125	1,70431	1,686672
60000	1,89125	1,6945	1,668117
62000	1,89125	1,685323	1,650758
64000	1,89125	1,676719	1,634484
66000	1,89125	1,668636	1,619197
68000	1,89125	1,661029	1,604809
70000	1,89125	1,661029	1,591243
72000	1,89125	1,661029	1,578431
74000	1,89125	1,661029	1,566311
76000	1,89125	1,661029	1,554829
78000	1,89125	1,661029	1,543936
80000	1,89125	1,661029	1,533588
82000	1,89125	1,661029	1,523744
84000	1,89125	1,661029	1,514369
86000	1,89125	1,661029	1,50543
88000	1,89125	1,661029	1,496898
90000	1,89125	1,661029	1,488744
92000	1,89125	1,661029	1,480946
94000	1,89125	1,661029	1,473479
96000	1,89125	1,661029	1,466323
98000	1,89125	1,661029	1,459459
100000	1,89125	1,661029	1,45287
102000	1,89125	1,661029	1,446539

Cont. Tabela 2.

Produção de Óleo – kg A	Micro-Usina 40 kg/h 1,48 + (9870/A)	Micro-Usina 100 kg/h 1,41 + (1707/A)	Micro-Usina 300 kg 1,13 + (32287/A)
104000	1,89125	1,661029	1,440452
106000	1,89125	1,661029	1,434594
108000	1,89125	1,661029	1,428954
110000	1,89125	1,661029	1,423518
112000	1,89125	1,661029	1,418277
114000	1,89125	1,661029	1,413219
116000	1,89125	1,661029	1,408336
118000	1,89125	1,661029	1,403619
120000	1,89125	1,661029	1,399058
122000	1,89125	1,661029	1,394648
124000	1,89125	1,661029	1,390379
126000	1,89125	1,661029	1,386246
128000	1,89125	1,661029	1,382242
130000	1,89125	1,661029	1,378362
132000	1,89125	1,661029	1,374598
134000	1,89125	1,661029	1,370948
136000	1,89125	1,661029	1,367404
138000	1,89125	1,661029	1,363964
140000	1,89125	1,661029	1,360621
142000	1,89125	1,661029	1,357373
144000	1,89125	1,661029	1,354215
146000	1,89125	1,661029	1,351144
148000	1,89125	1,661029	1,348155
150000	1,89125	1,661029	1,345247
152000	1,89125	1,661029	1,342414
154000	1,89125	1,661029	1,339656
156000	1,89125	1,661029	1,336968
158000	1,89125	1,661029	1,334348
160000	1,89125	1,661029	1,331794
162000	1,89125	1,661029	1,329302
164000	1,89125	1,661029	1,326872
166000	1,89125	1,661029	1,3245
168000	1,89125	1,661029	1,322185
170000	1,89125	1,661029	1,319924
172000	1,89125	1,661029	1,317715
174000	1,89125	1,661029	1,315557
176000	1,89125	1,661029	1,313449
178000	1,89125	1,661029	1,311388
180000	1,89125	1,661029	1,309372
182000	1,89125	1,661029	1,307401
184000	1,89125	1,661029	1,305473
186000	1,89125	1,661029	1,303586
188000	1,89125	1,661029	1,301739
190000	1,89125	1,661029	1,299932
192000	1,89125	1,661029	1,298161
194000	1,89125	1,661029	1,296428
196000	1,89125	1,661029	1,29473
198000	1,89125	1,661029	1,293066
200000	1,89125	1,661029	1,291435
202000	1,89125	1,661029	1,289837
204000	1,89125	1,661029	1,28827

Cont. Tabela 2.

Produção de Óleo – kg A	Micro-Usina 40 kg/h $1,48 + (9870/A)$	Micro-Usina 100 kg/h $1,41 + (1707/A)$	Micro-Usina 300 kg $1,13 + (32287/A)$
206000	1,89125	1,661029	1,286733
208000	1,89125	1,661029	1,285226
210000	1,89125	1,661029	1,283748
212000	1,89125	1,661029	1,282297

ANEXO 6.1

QUADRO 1 – Levantamento de Espécies por Parcelas na RESEX do Médio Juruá

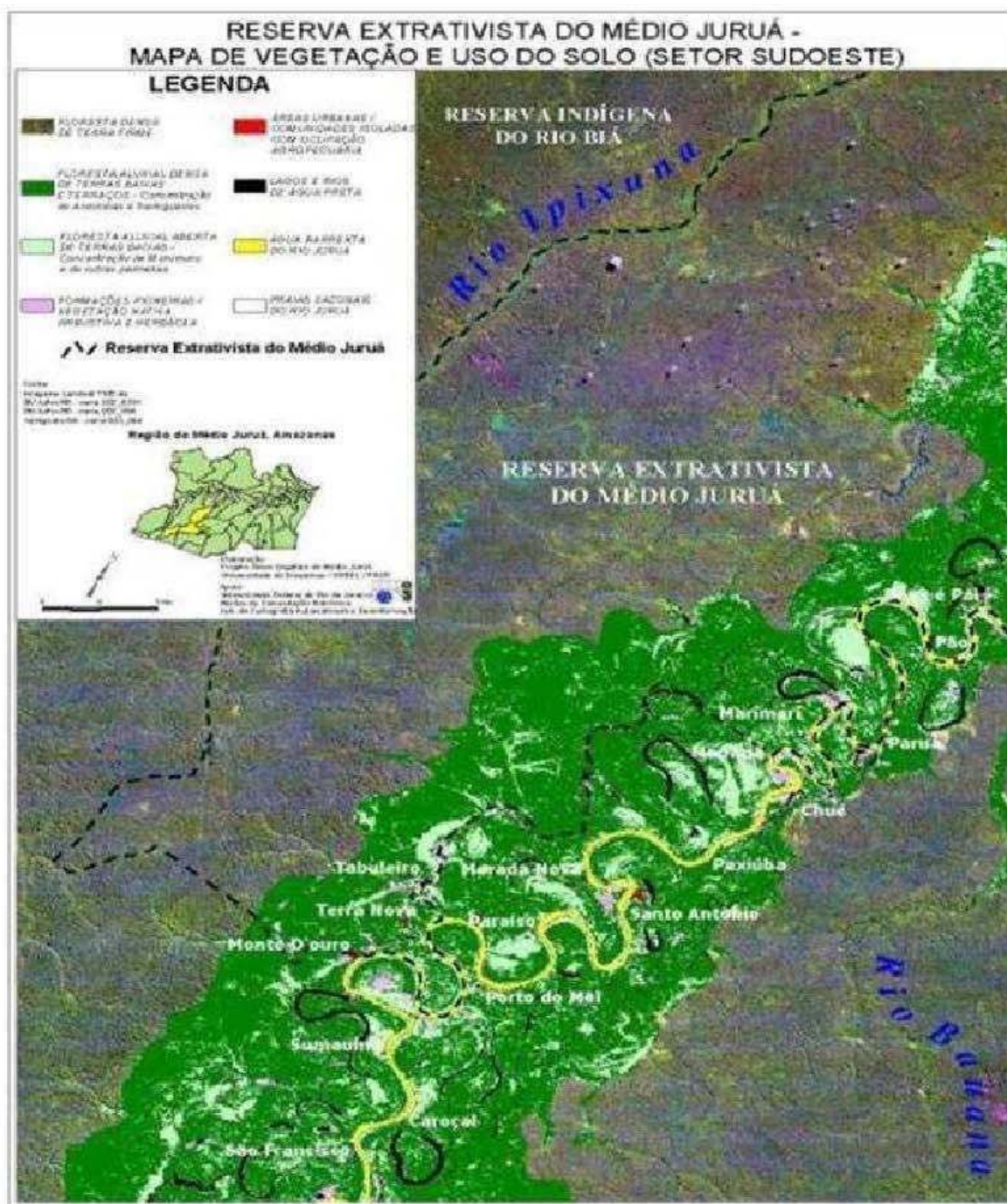
Quadro 1: Levantamento de Espécies por Parcelas na RESEX do Médio Juruá

Amostras	Espécies Oleaginosas	Aspecto Fenológico	Quantidade
1	Andiroba	Jovem	24
		adulta	60
	Uricuri	jovem	112
		adulto	09
	Murumuru	Jovem	32
		adulto	25
	Virola	jovem	03
		adulta	08
2	Andiroba	Jovem	22
		adulta	109
	Uricuri	Jovem	60
		Adulta	02
	Murumuru	Jovem	65
		Adulta	22
	Virola	Jovem	01
		Adulta	07
3	Andiroba	Jovem	21
		adulta	82
	Uricuri	Jovem	25
		Adulta	07
	Murumuru	Jovem	30
		Adulta	12
	Virola	Jovem	06
		Adulta	30
4	Andiroba	Jovem	08
		Adulta	40
	Uricuri	Jovem	20
		Adulta	05
	Murumuru	Jovem	11
		Adulta	08
	Virola	Jovem	46
		adulta	03
5	Bacaba	jovem	02
		adulta	06
	Marã	adulta	01
	Andiroba	Jovem	13
		Adulta	148
	Uricuri	Jovem	136
		Adulta	37
6	Murumuru	Jovem	130
		Adulta	03
	Bacaba	Jovem	01
		Adulta	01
	Virola	Jovem	01
		Adulta	01
	Andiroba	Jovem	14
		Adulta	29
	Murumuru	Jovem	21
		Adulta	11
	Pataua	Jovem	18

ANEXO 6.2

FIGURA 1- Mapa de Vegetação da RESEX do Médio Juruá

Cont. Fig.1



Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/2000

ANEXO 6.3

QUADRO 1 - Espécies da flora medicinal da REMJ com suas propriedades terapêuticas e partes utilizadas

Quadro 1- Espécies da flora medicinal da REMJ com suas propriedades terapêuticas e partes utilizadas

NOME	PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS	PARTES USADAS
Abacate (<i>Persea americana</i>)	Diurético, carminativa, anti-inflamatório, laxante, digestiva, vitaminizante	Folhas, flores, frutos e caroços
Abacaxi (<i>Ananas sativas</i>)	Vitaminizante, laxante, eupéptica, anti-séptica, antiartrítica, antilítica, diurética, vermífuga, estomáquica	Frutos
Açaí (<i>Euterpe oleracea</i>)	Antianêmica	Raízes
Alfavaca (<i>Ocimum basilicum</i>)	Peitoral, estomáquica, diurética, sudorífica, febrífuga, carminativa, béquica, tônica, antiemética	Flores, folhas, sementes, raízes, toda a planta
Algodoeiro (<i>Gossypium herbaceum</i>)	Catarros, disenteria, diarreia, anti-inflamatória	Frutos verdes, folhas, raízes
Amapá (<i>Parahancornia amapa</i>)	Resolutiva, anti-inflamatória, afecções das vias respiratórias, tônica	Látex
Amor crescido (<i>Portulaca pinosa</i>)	Antidiarréica	Folhas e caule
Andiroba (<i>Carapa guianensis</i>)	Vermífuga, febrífuga, purgativa, anti-inflamatória, analgésico, balsâmico, bactericida, fungicida, artrite, distensões musculares, picadas de insetos	Cascas, cerne, sementes e óleo
Apuí (<i>Clusia grandiflora</i>)	Laxativa, cicatrizante	Látex e folhas (resina)
Ariá (<i>Thalia lutea</i>)	Diurético, nutritivo	Folhas
Arruda (<i>Ruta graveolens</i>)	Emenagoga, calmante, vermífuga, sarnas, cicatrizante, abortiva	Folhas
Babosa (<i>Aloe vera</i>)	Resolutiva, emoliente, anti-séptica, cicatrizante, anti-inflamatória	Folhas
Banana (<i>Musa spp</i>)	Diurética, vitaminizante, mineralizante, antituberculínica, antiasmática, anti-séptica, cicatrizante, antiamêmica, anti-inflamatória	Frutos, seiva, pseudo caule, cascas e toda a planta

Cont. 1

Batata-doce (<i>Ipomea batatas</i>)	Emoliente, antianêmica, mineralizante, vitaminizante, anti-inflamatório	Folhas e raízes
Batata-de-purga (<i>Convolvulus operculatus</i>)	Depurativa, vermífuga, laxativa, irregularidade menstrual, hemorragia nasal, combate a enterite, previne a meningite	Tubérculos
Beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>)	Depurativa, diurética, laxante, vermífuga, antiescorbútica, vulnerária, tônica, galactagoga	Toda a planta, folhas, caules e sementes
Biribá (<i>Rollinia orthopetala</i>)	Insetisida (combate piolos), sarna, balsâmica	Folhas e frutos
Boldo/Alumã (<i>Vernonia condensata</i>)	Tônica, eupéptica, hepática, colagoga, colerética, calmante, carminativa	Folhas
Boldo piloso (<i>Coleus barbatus</i>)	Tônica, eupéptica, hepática, colagoga, colerética, calmante, carminativa, anti-reumática	Folhas
Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>)	Nutritiva, vitaminas	Frutos (polpa)
Cabacinha (<i>Luffa operculata</i>)	Expectorante, combate a sinusite, purgativa, abortiva	Frutos
Cacau (<i>Theobroma cacao</i>)	Cicatrizante, trata a hemorróida, tira manchas do rosto	Sementes (manteiga de cacau)
Café (<i>coffea arabica</i>)	Tônica, peitoral	Sementes (pó da semente torrada)
Cajarana (<i>Cabralea cangerana</i>)	Tônica, febrífuga	Cascas
Caju (<i>Anacardium occidentales</i>)	Vitaminizante, depurativa, expectorante, antidiabética, vermífuga, diurética, anti-inflamatória, eupéptica, adstringente	Folhas, frutos, cascas e castanhas
Camu-camu (<i>Myrciaria dubia</i>)	Antigripal, laxante, mal-estar, gastrointestinal, reumatismo, feridas	Frutos (cascas e polpa)
Cambará (<i>Lantana camara</i>)	Balsâmica, emoliente, expectorante, tônica, febrífuga, sudorífica, anti-reumática, béquica	Folhas e flores
Capim-santo (<i>Cymbopogon citratus</i>)	Sudorífica, calmante, aromática, estomáquica, analgésica, antiespasmódica	Folhas
Cará (<i>Dioscorea spp</i>)	Energético, nutriente, diabete, distúrbios hormonais	Raízes

Cont. 2

Carapanaúba (<i>Aspidosperma nitidum</i>)	Combate febre, bronquites, contraceptiva, anti-inflamatório	Cascas
Carrapicho-focinho-de-boi (<i>Desmodium diureticum</i>)	Diurética, estomáquica, tônica, laxante, hepática	Folhas
Cariru (<i>Talinum triangulare</i>)	Emoliente, vulnerário, afecções do fígado, nutriente	Folhas e talos
Casca preciosa (<i>Aniba canelilla</i>)	Tônico, digestivo, antiespasmódico, peitoral, disenteria	Cascas e sementes
Castanha-do-Pará (<i>Bertholletia excelsa</i>)	Nutriente, energética, galactagoga, vitaminizante, mineralizante, anti-inflamatória	Fruto, castanhas e cascas
Catinga-de-mulata (<i>Tanacetum vulgare</i>)	Combate asma, dores artríticas, gota, histerismo, reumatismo, vermífuga, emenagoga	Toda a planta
Cedro (<i>Cedrela spp.</i>)	Combate febre, orquite, feridas gangrenosas	Cascas
Chicória (<i>Chicorium endivia</i>)	Digestivo, aperiente, diurético, vermífuga, mineralizante, laxante, emenagoga, vitaminizante, adstringente, antifebril	Folhas, flores e raízes
Cidreira falsa (<i>Lippia alba</i>)	Sudorífica, calmante, aromática, estomáquica, analgésica, antiespasmódica	Folhas
Coirama (<i>Bryophyllum calycinum</i>)	Peitoral, anti-inflamatória, combate gastrite	Folhas e talos
Copaiba (<i>Copaifera sp.</i>)	Cicatrizante, combate sífilis, hemoptises, bronquite, tosse, psoríase, enuresia, cistite, urticária, disenteria	Óleo e sementes
Couve (<i>Brassica oleracea acphala</i>)	Vitaminizante, mineralizante, laxante, antianêmica, nutriente, anti-inflamatória, anti-séptica, vermífuga, antitussígena, cicatrizante, antiálgica	Folhas e talos
Crajiru (<i>Arrabidaea chica</i>)	Anti-inflamatório, combate afecções uterinas, impigens e disenteria	Folhas
Cravo de defunto (<i>Tagetes erecta</i>)	Sudorífuga, peitoral, anti-histérica, vermífugo, dores reumáticas, afecções uterinas, resfriados, bronquite, tosse, aperitiva, purgativa	Flores, sementes e raízes

Cont.3

Cipó tuíra (<i>Calycobolus ferrugineus</i>)	Combate hepatite, leucorréia	Folhas e talos
Cubiu (<i>Solanum sessiliflorum</i>)	Formação de bolhas em casos de queimaduras, doenças de pele, controle do colesterol, diabete, ácido úrico, doenças dos rins e fígado, anti-séptico, purgante, vermífugo, picada de aranha e escorpião	Folhas, frutos (suco) e toda a planta
Cuieira (<i>Crescentia cujete</i>)	Expectorante, febrífuga, purgativa, emoliente	Polpa do fruto verde
Cumaru (<i>Dipteryx odorata</i>)	Antiespasmódica, moderador da respiração e dos movimentos cardíacos, dor de cabeça, derrame, febrífugo, purgativa	Sementes e óleo
Elixir paregórico ou Óleo elétrico (<i>Piper callosum</i>)	Combate dores estomacais e muscular	Folhas
Embaúba (<i>Cecropia sp.</i>)	Adstringente, diurética, cardiotônica, béquica, expectorante, antidiabética	Folhas, raízes e látex
Envira (<i>Xylopia spp.</i>)	Febrífuga, carminativa, combate cólicas uterinas, dor de estômago, dispepsia	Sementes
Fava-de-impigem (<i>Vatairea guianensis</i>)	Combate impigens e manchas da pele	Frutos e cascas
Goiaba (<i>Psidium guajava</i>)	Adstringente, vitaminizante, digestiva, diarreia	Folhas e frutos
Gergilim (<i>Sesamum indicum</i>)	Nutrientes, anti-inflamatória, anti-reumática, cicatrizante	Óleo e sementes
Hortelã (<i>Mentha piperita</i>)	Carminativa, antiespasmódica, estomática, tônica, anti-séptica, analgésica, expectorante, vermífuga, antinevrálgica, calmante, galactagoga	Folhas e flores
Ingá (<i>Inga edulis</i>)	Combate feridas, antidiarreica	Cascas
Jambu (<i>Spilanthes oleracea</i>)	Nutrientes, analgésico, anti-inflamatório, anti-infeccioso, diurética	Folhas, flores, toda a planta

Cont. 4

Jerimum (<i>Cucurbita moschata</i>)	Erisipela, pneumonia, otite, colite, uretrite, queimaduras, furúnculos, obtipação intestinnal, metrorragia, diabete, vermífugo	Folhas (verdes e secas), pecíolos, flores, sementes, polpa e pendúnculos
Jatobá (<i>Hymenaea coubaril</i>)	Tônica, adstringente, peitoral, vermífuga, estomáquica, diurética, depurativa, aperiente	Folhas, frutos, seiva (resina) e casca
Jenipapo (<i>Genipa americana</i>)	Diurética, laxante, vulnerária, estomáquica, depurativa, adstringente	Frutos, casca, raízes e folhas
Jucá (<i>Caesalpinia ferrea</i>)	Anti-inflamatório, combate diabete, enterocolite, diarreia, putrefações intestinais, afecções broco-pulmonares	Fruto (vagem) e cascas
Jurubeba (<i>Solanum paniculatum</i>)	Desobstruente, tônica, colagoga, diurética, aperiente, febrífuga	Folhas, frutos e raízes
Lacre (<i>Visma spp.</i>)	Combate escrofulose, oftalmia, impingem	Resinas e cascas
Lima (<i>Citrus aurantifolia</i>)	Antiácida, diurética, vitaminizante, antitérmica, antiálgica	Folhas, frutos e cascas
Limão (<i>Citrus limon</i>)	Aperinte, diurética, antitérmica, adstringente, antiemética, vitaminizante, alcalizante, anti-séptica, antianêmica, bocio	Frutos, folhas e sementes
Mamão (<i>Carica papaya</i>)	Laxante, vermífuga, eupéptica, diurética, emoliente, nutriente, anti-inflamatória, béquica, colagoga, emebagoga, anti-hemorrágica	Folhas, flores, frutos, raízes e látex
Mandioca (<i>Manihot esculenta</i>)	Energética, nutriente, anti-reumática, anti-séptica	Raízes
Manga (<i>Mangifera indica</i>)	Diurética, depurativa, vitaminizante, expectorante, nutriente, adstringente, anti-inflamatória	Frutos, folhas e cascas
Mangarataia (<i>Zingiber officinalis</i>)	Tônica, eupéptica, carminativa, antiálgica, sialagoga, revulsiva, anti-hemorrágica, antitussígena, expectorante, anti-reumática, vitaminizante	Rizoma
Manjerição (<i>Ocymum micranthum</i>)	Estomáquica, tônica, antiespasmódica, antidiarréica, emenagoga, diurética, béquica, peitoral	Folhas e flores
Maracujá (<i>Passiflora spp.</i>)	Depurativa, sedativa, emenagoga, anti-inflamatória, adstringente, vermífuga	Folhas, frutos e raízes

Cont.5

Pião branco (<i>Jatropha curcas</i>)	Odontálgica, peitoral, combate hemorróidas, queimaduras, fungos, inflamações, abscessos, conjuntivites, diarreia, disenteria, leocorréia, malária, úlcera, febre, gonorréia reumatismo, feridas	Resina, cascas, folhas, sementes
Marcela (<i>Achyrocline satureioides</i>)	Estomáquica, antidiarréica, emenagoga, antiálgica, amarga, aperiente, adstringente	Flores e folhas
Marupazinho (<i>Eleutherine bulbosa</i>)	Anti-inflamatório, cicatrizante, vermífugo, combate conjuntivite, hemorragia, tosse, diarreia, cólica, espasmos, transtornos cardíacos	Folhas e bulbos (raízes)
Mastruz (<i>Cheonopodium ambrosioides</i>)	Vermífuga, tônica, aromática, emenagoga, béquica, sedativa, anti-hemorroidária, carminativa, sudorífica	Folhas, flores e sementes
Maxixe (<i>Cucumis anguris</i>)	Anti-inflamatório, cicatrizante, emoliente, vermífuga	Frutos
Melancia (<i>Citrullus vulgaris</i>)	Diurética, laxante, anti-inflamatória, hipotensora, eupéptica, carminativa, antitérmica	Frutos
Mucura-caá (<i>Petiveria alliacea</i>)	Antimicrobiana, anti-amebíase, anti-inflamatória	Folhas
Mulateiro (<i>Calycophyllum spruceanum</i>)	Cicatrizante, anti-inflamatório dos ovários, hemostático, contraceptivo, combate diabete, sarna negra, fungos da pele e rugas, infecções oculares, abscessos	Cascas, resinas e seiva
Oriza (<i>Pogostemon patchouly</i>)	Palpitações do coração	Folhas
Patauá (<i>Oenocarpus bataua</i>)	Laxante, tuberculose, asma, tosse, diarreia, verminose, malária	Óleo, frutos, cascas, raízes
Pau d'arco (<i>Tecoma conspiciua</i>)	Anti-inflamatório uterino, combate estomatites, úlceras da garganta de origem sífilica	Cerne, floema e cascas
Pau ferro (<i>Dialium ferrum</i>)	Depurativa, diaforética, combate diabete, escrófulas, gota, quilúria, reumatismo, sífilis	Cascas
Pepino (<i>Capsicum sativus</i>)	Alcalizante, emoliente, laxante, tônica, mineralizante, diurética, anti-reumática, hipotensora, anti-inflamatória, antiespasmódica	Frutos

Cont. 6

Perpétua (<i>Gomphrena officinalis</i>)	Palpitações cardíacas	Flores
Pião branco (<i>Jatropha curcas</i>)	Odontálgica, peitoral, combate hemorróidas, queimaduras, fungos, inflamações, abscessos, conjuntivites, diarreia, disenteria, leocorréia, malária, úlcera, febre, gonorréia reumatismo, feridas	Resina, cascas, folhas, sementes
Pião roxo (<i>Jatropha gossypifolia</i>)	Purgativa, revulsiva, combate a hidropisia e icterícia	Sementes e raízes
Pimentão (<i>Capsicum annuum</i>)	Vitaminizante, digestiva antiespasmódica	Frutos
Piquiá (<i>Caryocar villosum</i>)	Diurética, antifebril	Cascas
Quebra-pedra (<i>Phyllanthus niruri</i>)	Diurética, sudorífera, antilítica, estomáquica, aperiente, antidiabética	Planta toda, folhas e sementes
Quiabo (<i>Hibiscus esculentus</i>)	Emoliente, laxante, anti-inflamatória	Frutos, folhas e flores
Sabugueiro (<i>Sambucus nigra</i>)	Purifica o sangue e limpa os rins, combate resfriados, anginas, gripes, retenção da urina, hidropisia, reumatismo, inflamações superficiais da pele, furúnculos, erisipela, queimadura, sarampo, hemorróidas	Flores, folhas e sementes
Saião (<i>Kalanchoe brasiliensis</i>)	Vulnerária, resolutive, tônica pulmonar	Folhas
Samambaia (<i>Pteridium aquilinum</i>)	Anti-reumática, emoliente, béquica depurativa, diurética	Folhas e raízes
Samauma (<i>Ceiba pentandra</i>)	Adstringente, diurético, hidropisia do baixo ventre, malária, emética, conjuntivite	Cascas e seiva
Taperebá ou Cajá (<i>Spondias lutea</i>)	Astringente, anti-hemorroidal, anti-inflamatória, estomáquica, antitérmica, vermífuga, antiespasmódica	Folhas, flores, frutos e casca
Tucumã (<i>Astrocaryum tucuma</i>)	Tônica, diurética, combate icterícia, hepatite, febre, diabete, catarro vesical, asma, micoses superficiais da pele	Frutos e sementes

Cont. 7

Ucuúba (<i>Virola sebifera</i>)	Cólicas abdominais, dispepsias, vulnerária, cicatrizante, erisipela, hemorróidas	Folhas, cascas e seiva
Unha-de-gato (<i>Uncaria tomentosa</i>)	Amigdalite, artrites, reumatismo, tumores, próstata, sarampo, corrimento, depurativo, diurético, hemorróidas, fortalece sistema imunológico	Cascas, raízes e folhas
Urucum (<i>Bixa orellana</i>)	Expectorante, cardíaca, depurativa, estomáquica, febrífuga, laxante, vulnerária	Sementes
Uxi (<i>Endopleura uchi-uxi</i>)	Escarros sangüíneos, hemorragias do útero, anti-inflamatório	Cascas e sementes
Vinagreira roxa (<i>Hibiscus acetosella</i>)	Emoliente, resolutivas, estomáquica, tônica, aperiente, escorbuto, estomatite	Folhas, raiz