



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart): EXTRATIVISMO, CARACTERÍSTICAS, ENERGIA E RENDA EM UMA COMUNIDADE NA ILHA DE MARAJÓ/ PA.

THAIS YURI RODRIGUES NAGAISHI

BELÉM

2007



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart): EXTRATIVISMO, CARACTERÍSTICAS, ENERGIA E RENDA EM UMA COMUNIDADE NA ILHA DE MARAJÓ/ PA.

THAIS YURI RODRIGUES NAGAISHI

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Sueo Numazawa

BELÉM

2007

NAGAISHI, Thais Yuri Rodrigues.

Açaí (*Euterpe oleracea* mart): extrativismo, características, energia e renda em uma comunidade na Ilha de Marajó/ Pa. Thais Yuri Rodrigues Nagaishi._ Belém-PA

115 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) –
Universidade Federal Rural da Amazônia 2007.

1. Açaí - características físicas 2. Açaí – características químicas 3. Açaí – características termicas 4. Energia - fontes alternativas 5. Bioenergia

CDD 665.776



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart): EXTRATIVISMO, CARACTERÍSTICAS, ENERGIA E RENDA EM UMA COMUNIDADE NA ILHA DE MARAJÓ/ PA.

THAIS YURI RODRIGUES NAGAISHI

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, para obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 30 de março de 2007

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Suelo Numazawa
Orientador
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Prof. Dr. Paulo Luiz Contente de Barros
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Prof. Dr. Sérgio Antônio Lopes Gusmão
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Prof. Ph.D. Luiz Marconi Fortes Magalhães
Universidade Federal do Pará – UFPA

BELÉM
2007

Ao nosso **Deus**, Amado e Adorado, quero humildemente te agradecer pelas inúmeras graças e bênçãos recebidas em todos os momentos de minha vida, sei que nada sou nada tenho, sem a vossa presença.

Pelas intercessões dos Santos Auxiliadores, em especial minha Mãezinha do céu, **Nossa Senhora de Nazaré**, por sempre me amparar, acolher em seu colo, pelo amor, bênção...

Aos meus Pais, **Goro e Lucia Nagaishi**, pelos ensinamentos valorosos da vida, pelo exemplo de vida, pelo amor incondicional, compreensão, pelo companheirismo, incentivos, sacrifícios e encorajamento em todos os dias de minha vida.

Às minhas amadas irmãs, **Tatiana e Tarcia Nagaishi**, pelo amor, amizade, companheirismo, cuidados, ajuda, apoio,... Essenciais ao longo de minha vida.

Ao meu noivo, **Márcio**, pelo amor, carinho, dedicação, ternura, paciência, renúncias e pela imprescindível presença em todos os momentos.

Às esplêndidas **comunidades isoladas da Ilha de Marajó**, fonte inspiradora para o desenvolvimento deste trabalho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À UFRA — Universidade Federal Rural da Amazônia e ao seu corpo docente, pela oportunidade de realizar este curso.

A CAPES — Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Professor Dr. Sueo Numazawa, acima de tudo amigo, pela orientação, ensino, estímulo, compreensão e pela confiança depositada.

À Prof.^a Brígida Ramati Rocha, pela oportunidade de realizar esta pesquisa.

A todos do LPF (Laboratório de Produtos Florestais) da UFRA, pelo apoio concedido durante a realização desta pesquisa, em especial ao Varlindo (in memória), pelo carinho, apoio, amizade, cuidados.

A todos do ENERBIO/UFPA, pela oportunidade de participar do projeto maior, desta dissertação.

À equipe de coleta de campo, em especial, ao prof. Sergio Gusmão, prof. Paulo Contente, prof. Walter Vellasco Silvestre, Eliel Galvão Cardoso, Kely Monteiro, José Humberto Monteiro e Marcos Lobato, que tornaram possível e agradável, o trabalho em campo.

Aos meus familiares, principalmente, tia Maria Antonia e família, João Salomão e família, Tio Mathan e família, Tio Jorge e família,... Que sempre estiveram dispostos a me ajudarem, me oferecendo momentos e palavras de apoio e coragem. Aos meus avôs, que de alguma forma sei que sempre estão zelando por mim.

À tia Santana e à tia Guadá, pelo seu amor, apoio, e incentivo para o alcance desta mais nova vitória.

Ao meu querido cunhado Wagner Tolosa, pelo essencial apoio, assistência técnica nos momentos em que o meu computador me deixava na mão.

A todos os meus colegas do curso, pelo companheirismo, carinho, amizade, e consideração, em especial aos meus grandes amigos Wagner Penna, Raquel Miranda e Milena Pantoja, pela amizade verdadeira, conselheira, companheira, fortalecedora.

A todas as pessoas pertencentes à comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó-PA, pela calorosa acolhida da equipe de campo, pelos sabores e saberes da terra oferecido à academia científica.

A todos os professores e funcionários da UFRA e UFPA que de alguma forma contribuíram para a conclusão desta dissertação

E a todos que estiveram ao meu lado de forma direta ou indireta, contribuindo para a realização desta pesquisa e de minha formação.

*Pelo sonho é que vamos,
 comovidos e mudos.
 Chegamos? Não chegamos?
 Haja ou não haja frutos,
 pelo sonho é que vamos.
 Basta a fé no que temos,
 Basta a esperança naquilo
 que talvez não teremos.
 Basta que a alma demos,
 com a mesma alegria,
 ao que desconhecemos
 e ao que é do dia-a-dia.
 Chegamos? Não chegamos?
 Partimos. Vamos. Somos.*

Sebastião da Gama
in Pelo sonho é que vamos.

*O verdadeiro vencedor,
 ganha, sem trapacear,
 sem glorificar,
 ganha, com as perdas,
 com as experiências,
 ganha, por amor,
 por determinação,
 O verdadeiro vencedor,
 ganha como prêmio,
 o conhecimento,
 o crescimento,
 O verdadeiro vencedor é aquele que
 cumpre com a sua missão através do
 dom que Deus lhe deu e do
 aprendizado adquirido dia após dia.*

(Thais Yuri Rodrigues Nagaishi)

SUMÁRIO

	p
LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE TABELAS.....	13
AÇAÍ (<i>Euterpe oleracea</i> Mart): EXTRATIVISMO, CARACTERÍSTICAS, ENERGIA E RENDA EM UMA COMUNIDADE NA ILHA DE MARAJÓ/ PA.	15
1 CAPÍTULO: ESTADO DA QUESTÃO.....	15
1.1 CRISE ENERGÉTICA.....	15
1.2 DEMANDA E OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA	18
1.3 BIOENERGIA.....	21
1.4 TECNOLOGIA DE CONVERSÃO DA BIOMASSA EM ENERGIA.....	22
1.4.1 Gaseificação	22
1.4.2 Carbonização	24
1.5 CONTEXTO SOCIAL RELACIONADO AO USO DA BIOENERGIA	24
1.6 CONTEXTO AMBIENTAL REALACIONADO AO USO DA BIOENERGIA	25
1.7 CONTEXTO ECONÔMICO REALACIONADO AO USO DO BIOCOMBUSTÍVEL	26
1.8 REFERÊNCIAS	28
2 CAPÍTULO: CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DE RESÍDUOS DO EXTRATIVISMO DO AÇAÍ (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.): PROPRIEDADE FÍSICA, QUÍMICA, TÉRMICA E POTENCIALIDADE ENERGÉTICA	33
2.1 INTRODUÇÃO.....	36
2.2 OBJETIVO	38
2.2.1 Objetivo geral	38
2.2.2 Objetivos específicos.....	38
2.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
2.3.1 Área de estudo	39
2.3.1.1 O município de Cachoeira do Arari.....	39
2.3.1.2 A Comunidade Chipaiá	41
2.3.2 Diagnóstico rápido participativo.....	42
2.3.3 Coleta da biomassa na comunidade.....	42
2.3.3.1 Coleta da estipe	43
2.3.3.2 Coleta das folhas e cachos do açaizeiro.....	44
2.3.3.3 Coleta dos Carços	45
2.3.4 Preparação das amostras.....	46
2.3.5 Caracterização física, química e térmica da biomassa	46
2.3.5.1 Caracterização física da biomassa.....	46
2.3.5.1.1 Teor de umidade da biomassa	46
2.3.5.1.2 Densidade da biomassa	47
2.3.5.2 Caracterização química do açaí.....	49
2.3.5.2.1 Teor de material volátil da biomassa.....	49

2.3.5.2.2	<i>Teor de cinzas da biomassa</i>	50
2.3.5.2.3	<i>Teor de carbono fixo da biomassa</i>	50
2.3.5.3	Caracterização térmica do açaí	51
2.3.5.3.1	<i>Poder calorífico da biomassa</i>	51
2.3.5.4	Potencialidade da biomassa na comunidade	52
2.3.6	Análise estatística	52
2.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
2.4.1	Estado socioeconômico da comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/ PA	53
2.4.2	Caracterização física da biomassa	53
2.4.2.1	<i>Teor de umidade da biomassa</i>	53
2.4.2.1.1	<i>Teor de umidade da estipe</i>	54
2.4.2.1.2	<i>Teor de umidade da folha</i>	54
2.4.2.1.3	<i>Teor de umidade dos cachos</i>	55
2.4.2.1.4	<i>Teor de umidade dos Caroços</i>	56
2.4.2.2	Densidade da biomassa	57
2.4.2.2.1	<i>Densidade da estipe do açaizeiro</i>	57
2.4.2.3	Densidade da folha, cacho e caroço de açaí	58
2.4.2.4	Densidade a granel do caroço do açaí	59
2.4.2.5	Caracterização química dos componentes da estrutura vegetativa do açaizeiro ...	60
2.4.2.6	<i>Teor de material volátil das estruturas vegetativas do açaizeiro</i>	60
2.4.2.7	<i>Teor de cinzas das estruturas vegetativas do açaizeiro</i>	61
2.4.2.8	<i>Teor de carbono fixo da biomassa</i>	63
2.4.2.9	<i>Caracterização térmica das estruturas vegetativas do açaizeiro</i>	64
2.4.2.10	<i>Poder calorífico superior da biomassa</i>	64
2.4.2.11	<i>Poder calorífico Inferior da biomassa</i>	66
2.4.3	Biomassa residual (cachos e caroços) na comunidade Chipaiá	68
2.4.4	Potencialidade da biomassa na comunidade	69
2.5	CONCLUSÕES	71
2.6	REFERÊNCIAS	72
3	CAPITULO: AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DO AÇAÍ (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) COMO PRODUTO BIOENERGÉTICO E GERAÇÃO DE RENDA EM UMA COMUNIDADE ISOLADA DA ILHA DE MARAJÓ/PA.	75
3.1	INTRODUÇÃO	78
3.2	OBJETIVO	81
3.2.1	Objetivo geral	81
3.2.2	Objetivos específicos	81
3.3	MATERIAL E MÉTODOS	82
3.3.1	Caracterização da área de estudo	82
3.3.1.1	<i>Município Cachoeira do Arari</i>	82
3.3.1.2	<i>Comunidade Chipaiá</i>	83
3.3.2	Levantamento dos aspectos socioeconômicos e técnicos da comunidade de chipaia, Cachoeira do arari/ pa	84
3.3.2.1	<i>Levantamento dos aspectos socioeconômicos da comunidade de Chipaia, Cachoeira do Arari/ PA</i>	84
3.3.2.2	<i>Levantamento dos aspectos técnicos da comunidade de Chipaia, Cachoeira do Arari/ PA</i>	84
3.3.2.2.1	<i>Teor de umidade da biomassa</i>	84

3.3.3	Processo de uso alternativo do fruto do açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.)	85
3.3.3.1	<i>Fábrica de despolpamento do fruto do açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.)</i>	85
3.3.3.2	<i>Produção de carvão vegetal de caroço do açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.)</i>	86
3.3.3.3	<i>Mini-usina: Gaseificação do caroço do açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart)</i>	87
3.3.4	Sistemas de uso alternativo do fruto do açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart)	88
3.3.5	Avaliação econômica dos diferentes sistemas	88
3.3.5.1	<i>Elementos de custos</i>	88
3.3.5.2	<i>Elementos de receitas</i>	89
3.3.5.3	<i>Fluxo de caixa</i>	89
3.3.5.4	<i>Valor Presente Líquido (VPL)</i>	90
3.3.5.5	<i>Taxa Interna de Retorno (TIR)</i>	90
3.3.5.5.1	<i>Relação Benefício/Custo (R b/c)</i>	91
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	92
3.4.1	Premissas	92
3.4.2	Levantamento socioeconômico da comunidade Chipaiá	93
3.4.3	Levantamento técnico da comunidade Chipaiá	96
3.4.4	Fluxograma dos sistemas	97
3.4.4.1	<i>Sistema 1</i>	97
3.4.4.2	<i>Sistema 2</i>	98
3.4.5	Avaliação econômica	99
3.4.5.1	<i>Elementos de custo</i>	99
3.4.5.2	<i>Elementos de receitas</i>	99
3.4.5.2.1	<i>Produto: Polpa de açaí</i>	99
3.4.5.2.2	<i>Produto: Carvão Vegetal</i>	100
3.4.5.2.3	<i>Produto: Energia elétrica</i>	100
3.4.5.3	<i>Valor Presente Líquido (VPL)</i>	101
3.4.5.4	<i>Taxa Interna de Retorno (TIR)</i>	102
3.4.5.5	<i>Relação benefício-custo (Rb/c)</i>	103
3.5	CONCLUSÕES	105
3.6	REFERÊNCIAS	106
3.7	ANEXOS	108

LISTA DE FIGURAS

	p
FIGURA 1 Mapa 1 – Estado do Pará e Mapa 2 - Ilha de Marajó – Comunidade Chipaiá.....	41
FIGURA 2. Biomassa de um açazeiro na comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari da Ilha de Marajó/PA: estipes (A), folhas (B), cachos (C) e Caroços de açai (D).....	43
FIGURA 3 A: Coleta da amostras da estipe de Açazeiros, B: Coleta de amostra do ápice. C: Coleta de amostra do meio. D: Coleta de amostra da base.....	44
FIGURA 4 Folhas de Açazeiro coletadas nas treze propriedades visitadas na comunidade Chipaiá, município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó /PA.	45
FIGURA 5: cachos de açai coletados nas treze propriedades visitadas na comunidade Chipaiá, município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó /PA.....	45
FIGURA 6 Amostras coletadas do caroço de açai nas treze propriedades visitadas na comunidade Chipaiá, município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó /PA.....	46
FIGURA 7 Determinação do peso (A) e do volume (B) das cunhas retiradas das amostras de estipe de açazeiros.	48
FIGURA 8: Forno mufla para volatilização do biocombustível para análise de material volátil e teor de cinzas.	49
FIGURA 9 Bomba calorimétrica para determinação de poder calorífico.....	51
FIGURA 10: Teor de material volátil, teor de cinzas e teor de carbono fixo das estruturas vegetativas do açazeiro (folha, cacho, estipe e caroço) coletadas na comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/PA.	64
FIGURA 11 Cachos (A) e Caroços de açai (B).....	69
FIGURA 12 Gaseificador tipo Leito Fixo, Fluxo co-corrente. Fonte: Wander (2002).....	88
FIGURA 13: Transporte das crianças às escolas na comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó.....	94
FIGURA 14: O extrativismo do açai (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) A: Colheita do açai, B: Despulpamento do açai através de máquina-manual, C: Despulpamento do açai manual. Comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó.	95
FIGURA 15: Fluxograma diário do sistema 1, proposto neste trabalho, apresentando três processos de uso alternativo do fruto do açai de uma agroindústria (Fábrica de açai, Mini-usina e Carvoaria).....	97
FIGURA 16 : Fluxograma diário do sistema 2 apresentando três processos de uso alternativo do fruto do açai (Fábrica de açai, Mini-usina e Carvoaria).....	98
FIGURA 17 Valor Presente Líquido (VPL) nos dois sistemas de uso alternativo do fruto do açai (Fábrica de açai, Mini-usina e Carvoaria).....	101
FIGURA 18 Gráfico da TIR dos sistemas estudados para o uso alternativo do fruto do açai (Fábrica de açai, Mini-usina e Carvoaria).	102
FIGURA 19 Gráfico do VPL (R\$) em função da taxa de desconto, utilizado para estimar o TIR.....	103
FIGURA 20 Gráfico da Relação Benefício Custo nos dois sistemas proposto para uso alternativo da comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari.....	104

LISTA DE TABELAS

P

TABELA 1 As vantagens e desvantagens das principais fontes de energia tradicional.	16
TABELA 2 Número de consumidores de energia elétrica e a população estimada do Estado do Pará, dados levantados pela rede concessionária de energia elétrica do Estado, Rede Celpa, com base do ano 2006. Fonte: Rede Celpa, 2007.....	21
TABELA 3 Descrição dos aspectos físicos do município de Cachoeira do Arari.	40
TABELA 4 Tipos de cultivo no município Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó – PA.....	41
TABELA 5 Teor de Umidade (TU) da estipe de açazeiro coletada na comunidade Chipaiá.	54
TABELA 6: Teor de umidade das folhas de açazeiro coletadas na comunidade Chipaiá.	55
TABELA 7 Teor de umidade de cachos de açaí da comunidade Chipaiá, município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó/PA.....	56
TABELA 8 Teor de umidade de caroços de açaí recém despulpados na comunidade Chipaiá.	57
TABELA 9 Densidade aparente e básica de estipe	58
TABELA 10: Análise descritiva dos dados referentes a densidade da folha, cacho e caroço de açaí determinada pelo método de keywertz.Unidade em g/cm ³	58
TABELA 11 Análise de Variância (ANOVA) da densidade entre as estruturas vegetativas do açazeiro (folha, cacho e caroço) coletadas na comunidade Chipaiá.	59
TABELA 12 Teste de Tukey para comparação das médias ao nível de significância de 0,01, entre as estruturas do açazeiro (folha, cacho e caroço)	59
TABELA 13 Média da densidade a granel do caroço de açaí.....	60
TABELA 14 Analise descritiva do Teor de material volátil (%) das estruturas vegetativas do açaí.....	60
TABELA 15 ANOVA das médias do teor de material volátil.....	61
TABELA 16 Teste de Tukey para comparação das médias do teor de material volátil.....	61
TABELA 17 Teor de cinzas (%) do açaí da comunidade Chipaiá, município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó/PA.	62
TABELA 18 Análise de Variância (ANOVA) do teor de cinzas entre as estruturas vegetativas do açazeiro (folha, cacho, estipe e caroço) coletadas na comunidade Chipaiá.	63
TABELA 19 Teste de Tukey para comparação das médias de teor de cinzas entre as estruturas vegetativas do açazeiro (folha, cacho, estipe e caroço) coletadas na comunidade Chipaiá.	63
TABELA 20 Poder Calorífico Superior (kcal/kg) das estruturas vegetativas do açazeiro.	65
TABELA 21 ANOVA de poder calorífico superior das estruturas vegetativas do açazeiro.	66
TABELA 22 Teste de Tukey para comparação das medias de poder calorífico superior das estruturas vegetativas do açazeiro.	66
TABELA 23 Poder Calorífico Inferior (kcal/kg) das estruturas vegetativas do açazeiro.....	67
TABELA 24 ANOVA de poder calorífico inferior das estruturas vegetativas do açazeiro10 ⁴	67
TABELA 25 Teste de Tukey para comparação das medias de poder calorífico inferior das estruturas vegetativas do açazeiro	68
TABELA 26 Quantidade diária de cachos e caroços, gerados pelas 30 famílias em venda e consumo no período da safra e entressafra na comunidade Chipaiá, antes e depois o processo de secagem.....	68
TABELA 27 Potencial energético do caroço de açaí da comunidade Chipaiá.	70
TABELA 28 Potencial energético do cacho dos Açazeiros da comunidade Chipaiá, localizado no município da Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó/PA.	70
TABELA 29 Potencial energético da estipe e da folha do açaí da comunidade Chipaiá.....	70

TABELA 30 Descrição dos aspectos físico-territoriais da área de estudo, Cachoeira do Arari/PA, baseados nos dados do SEPOF, 2006.	82
TABELA 31: Quantificação do caroço, da rasa e da polpa de açaí, gerado diariamente pelas 30 famílias, no período da safra e entressafra da comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/PA.	96
TABELA 32 Descrição orçamentária dos custos necessários para a implantação do sistema 1 e 2, para uso alternativo do fruto do açaí na comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/PA.	99
TABELA 33 Produção e Receita bruta da produção de polpa de açaí no final de 8 anos de empreendimento para os dois sistema, 1 e 2, proposta para a comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/PA.	100
TABELA 34 Produção e Receita bruta da produção do carvão vegetal no final de 8 anos de empreendimento para os dois sistema, 1 e 2, proposta para a comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/PA.	100
TABELA 35: Produção e Receita bruta da produção de energia elétrica no final de 8 anos de empreendimento para os dois sistema, 1 e 2, proposta para a comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/PA.	101

AÇAÍ (EUTERPE OLERACEA MART): EXTRATIVISMO, CARACTERÍSTICAS, ENERGIA E RENDA EM UMA COMUNIDADE NA ILHA DE MARAJÓ/ PA.

1 CAPÍTULO: ESTADO DA QUESTÃO

1.1 CRISE ENERGÉTICA

A evolução do consumo energético no panorama mundial foi referenciada segundo políticas globais e tendências dos países mais desenvolvidos, o que resultou na insuficiência energética dos países dependentes de importação, em uma matriz energética insegura e cara e, ainda, na problemática ambiental decorrente do uso dos combustíveis fósseis. (BRITO e CINTRA, 2004)

Para Hall *et al.* (2005) devem-se considerar as questões complexas referentes aos combustíveis fósseis e seus derivados, pois, estes estão cada vez mais insustentáveis, além de serem altamente poluentes, gerando problemas tanto socioeconômico como também ambientais.

Previsões indicam que o consumo de petróleo ainda irá aumentar significativamente até por volta do ano 2014, quando então o preço do barril deverá subir tanto que forçará a diminuição do consumo. Nessa ocasião será recomendável a identificação de novas tecnologias para a substituição do petróleo como fonte de insumos e energia (RIBEIRO, *et al.*, 2001).

Com a crise do petróleo em 1973/74 e em 1979/80, cresceu o interesse por um grande número de países no sentido de intensificar o aproveitamento do potencial de outras fontes energéticas, dentre elas o carvão mineral, o gás natural e a madeira. (BRITO e CINTRA, 2004)

Dentre as fontes de energia mais utilizadas no mundo, pode-se relacionar o carvão mineral, petróleo, gás natural, as hidrelétricas e energia nuclear como sendo fontes tradicionais de energia. (TABELA 1)

TABELA 1 As vantagens e desvantagens das principais fontes de energia tradicional.

Fontes de energia	Descrição	Vantagens e desvantagens
CARVÃO MINERAL	- Popularizado a partir da Revolução Industrial, o carvão mineral é responsável por 40% da produção total de energia no mundo. No atual ritmo de consumo, as reservas conhecidas são suficientes para mais dois séculos.	PRÓ: Possui em grande quantidade, encontrado na maioria dos países. CONTRA: o carvão mineral é o mais poluidor entre os combustíveis fósseis.
PETRÓLEO	Responde por 40% de toda a energia produzida no planeta. Ainda não se encontrou substituto mais eficiente e barato para a gasolina usada nos automóveis.	PRÓ: funciona bem na maioria dos motores e, apesar das oscilações de preço, mantém boa relação custo-benefício. CONTRA: as reservas concentram-se em poucos países, que podem manipular o preço. É um dos maiores poluidores do ar.
GÁS NATURAL	Ao contrário do que se pensava há duas décadas, as reservas desse combustível fóssil são abundantes. A produção deve dobrar até 2010. É cada vez mais usado para gerar eletricidade.	PRÓ: é versátil, de alta eficiência na produção de eletricidade e não vai faltar. Polui menos que o carvão e o petróleo. CONTRA: os preços instáveis em algumas regiões; exige grandes investimentos em infra-estrutura de transporte (gasodutos ou terminais marítimos).
HIDRELÉTRICAS	As usinas respondem por 18% da energia elétrica global. É responsável pelo fornecimento de 50% da eletricidade em 63 países e por 90% em outros 23, entre eles o Brasil.	PRÓ: são uma fonte de energia renovável, que produz eletricidade sem emissão de poluentes. CONTRA: exigem grande investimento inicial na construção de barragens. Podem ter a operação prejudicada pela falta de chuvas.
ENERGIA NUCLEAR	É a terceira maior fonte de geração de eletricidade. Há 438 usinas nucleares em operação.	PRÓ: as reservas de combustível nuclear são abundantes, não emite poluentes, o avanço tecnológico tornou as usinas mais seguras. CONTRA: a usina exige grande investimento, demora para entrar em operação e produz lixo radiativo. Sofre o estigma de acidentes, como o de Chernobyl.

FONTE: Adaptada de Birol (2005).

No Brasil a fonte de energia mais utilizada é proveniente de Hidrelétricas. Reis (2001), a respeito de Hidrelétricas aponta uma série de problemas ambientais e sociais, chegando a ressaltar a perda da biodiversidade (fauna e flora), a perda do uso múltiplo dos recursos hídricos, o remanejamento de comunidades humanas, a criação de condições propícias aos vetores de doenças de veiculação hídrica (caramujos, mosquitos, baixas condições sanitárias, etc.), mudança nos cursos navegáveis, perda de terras e de produção em áreas agrícolas, perdas de atividades do setor primário, e outros. Além da implantação de novas hidrelétricas nas bacias existentes, carecem de altos investimentos, excessivo tempo de construção, e implicam em promover impactos ambientais significativos que não devem ser negligenciados (FIESP/CIESP, 2001).

Para Vainer e Bermann (2001), o sistema nacional interligado, que são redes de transmissão de energia, estruturado sobre grandes barragens hidrelétricas, é fundado em um mito segundo o qual, este sistema seria eficiente, barato e pouco impactante do ponto de vista ambiental. Mas, os autores relatam que esse mito cai por terra quando se lê o relatório “Barragens e Desenvolvimento: Um Novo Modelo para a Tomada de Decisões”, lançado em novembro de 2000 pela Comissão Mundial de Barragens, pois esse concluiu, após dois anos de avaliação das grandes barragens no mundo, que: a) grandes barragens custam muito mais que o previsto e produzem menos energia que o planejado; b) seus impactos ambientais são enormes e irreversíveis; c) além de terem deslocado de 40 a 80 milhões de pessoas em todo o mundo, provocaram o empobrecimento nas regiões onde se formaram imensos lagos artificiais.

Mesmo o Brasil sendo detentor de um dos maiores parques hidrelétricos do mundo, com excedentes de água, que davam garantia de abastecimento por cinco anos, em 2001, o país foi submetido a um dos piores regimes pluviométricos das últimas décadas que, aliado à falta de investimentos no setor energético, culminou na maior crise energética já existente (MEDEIROS, *et al.* 2003). Nesse ano, o Brasil apresentou déficit entre geração e consumo de energia elétrica tendo culminado no maior racionamento de energia elétrica da história do país, em termos de abrangência e redução de consumo, tendo duração de junho de 2001 a fevereiro de 2002, resultando em uma acentuada queda no consumo de energia elétrica, influenciando direta ou indiretamente em todos os setores da economia brasileira (BARDELIN, 2004).

Bardelin (2004) ressalta que o déficit de energia elétrica ocorrido no Brasil em 2001, que provocou o racionamento, não foi o primeiro e não será o último, pois com exceção dos períodos de crise no setor, como em 2001, o consumo de energia elétrica no país possui

crescimento e não havendo um acompanhamento adequado deste crescimento na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica o país poderá sofrer um novo racionamento.

1.2 DEMANDA E OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

A energia elétrica é uma fonte de energia absolutamente incorporada ao cotidiano da maioria das pessoas. É usada sem que haja qualquer preocupação com a sua origem, como é produzido, como chega até as casa e empresas. Ela tornou-se uma fonte de conforto e um vetor de desenvolvimento, haja vista a dependência da tecnologia e dos processos industriais em relação a esta fonte (LOGRADO, 2006).

A energia que movimenta a indústria, o transporte, o comércio e demais setores econômicos do País recebe a denominação de Consumo Final no Balanço Energético Nacional, e para chegar ao local de consumo esta energia é transportada por gasodutos, linhas de transmissão, rodovias, ferrovias, etc., processos que demandam perdas de energia. por outro lado, a energia extraída da natureza não se encontra nas formas mais adequadas para os usos finais, necessitando, na maioria dos casos, de passar por processos de transformação e estes processos também demandam perdas de energia (ANEEL, 2004).

O consumo de energia elétrica possui crescimento quase que contínuo no Brasil, apesar da evolução de equipamentos com maior eficiência energética, devido à utilização cada vez maior de aparelhos que consomem energia elétrica. Em contra partida existe as necessidades do crescimento na geração, transmissão, e distribuição desta energia, o que nem sempre ocorre na mesma velocidade do consumo, em razão de falta de planejamento ou investimentos adequados, podendo provocar déficit no abastecimento o que resulta em racionamento, elevação de preço e cortes temporários no fornecimento de energia elétrica (BARDELIN, 2004).

De certa forma, o consumo da eletricidade no Brasil vem aumentando mais rapidamente que a capacidade de geração nessas últimas décadas. Em 2006 o consumo de energia elétrica teve um crescimento de 3,8% em comparação ao ano anterior, mantendo-se assim a tendência histórica de crescimento anual superior ao da economia, sendo que em 2006 e nos anos anteriores esse consumo vem crescendo em média 36% acima do crescimento econômico do país MME (2007).

De acordo com o MME (2007), já nesses primeiros meses de 2007, a demanda total de energia no Brasil (Oferta Interna de Energia – OIE), atingiu 225,8 milhões de tep - toneladas

equivalentes de petróleo, montante 3,2% superior à demanda verificada em 2005 e equivalente a cerca de 2% da energia mundial.

Na contra partida da crescente demanda por energia elétrica, o Brasil tem outra questão a resolver. Ao mesmo tempo em que busca estratégias para evitar que ocorra déficit para a estrutura consumidora já existente, tem que desenvolver ações para oportunizar o atendimento de energia elétrica às populações rurais brasileiras ainda não atendidas, pois se refere a um contingente de cerca de 10 milhões de domicílios que estão na exclusão elétrica (CORREA, 2005).

CEPEL (2000), em seu estudo “Luz no campo”, levantou um preocupante cenário de eletrificação rural, onde, mesmo aqueles Estados de maior desenvolvimento econômico como São Paulo e Rio de Janeiro possuem moderadas proporções de estabelecimentos rurais eletrificados com, respectivamente, 74% e 57%, sendo agravante quando a análise volta-se para os estados de menor dinamismo econômico como o Pará e Amazonas que possuem, respectivamente, 6% e 7% dos estabelecimentos agropecuários eletrificados.

Para esta deficiência do fornecimento de energia elétrica para as comunidades rurais impede o beneficiamento dos produtos por eles produzidos, prejudicando de maneira decisiva seu desenvolvimento econômico como também do país.

No entanto, Mendes *et al.* (1997) ressalta que um dos problemas encontrados pelo governo em fornecer energia elétrica para o meio rural é o seu alto custo, o que tem prejudicado a lavoura irrigada e que pode vir a se transformar em grande entrave para o crescimento do setor no país.

Os elevados custos decorrem principalmente do uso de fontes convencionais (fósseis, hidrelétricas), pois as comunidades além de estarem localizadas em áreas distantes dos centros de fornecimento, elas apresentam concentrações demográficas muito baixas, que tornam dispendiosos a instalação e manutenção desta fonte de energia.

Outro problema agravante é a instabilidade e a escassez inevitável dos combustíveis fósseis e seus derivados. Ou seja, enquanto o consumo total de eletricidade no Brasil aumenta em proporção de 5,1% superior ao de 2004, a produção do petróleo e LGN (líquido de gás natural), em 2004 foi de 1541 mil barris por dia, montante de 0,5% inferior ao de 2003, em razão de paradas não programadas de algumas plataformas (MME, 2005).

Esse decréscimo é devido à constante instabilidade do preço do petróleo, juntamente com as pressões ambientalistas em volta dos impactos ocasionados pelo petróleo e seus derivados. Mediante a esses e outros problemas referentes à crise energética, o governo brasileiro tem buscado soluções, e uma delas foi à privatização, a qual se tornou mais um

problema, do que uma solução propriamente dita. Entre outras soluções, foi o incentivo que o governo buscou dar para o uso de fontes alternativas energéticas, para atender à demanda do país, para isso ele teve que elaborar um conjunto de leis que pudessem legalizar as ações voltadas a este novo ramo.

Dentre essas leis pode-se destacar a Lei 10.438/2002, que dispõe sobre a universalização de energia elétrica, reconhecendo a eletricidade como um direito básico, e que deve ser provido a todos. Como também, a Resolução ANEEL nº223/2003, que norteia os planos de universalização de energia elétrica, delimitando a data de universalização até a data de 2008.

Outra medida tomada pelo governo federal brasileiro, que tem o desafio de acabar com a exclusão elétrica no país, foi a criação em 2004 do programa “LUZ PARA TODOS”. Este programa tem como objetivo levar energia elétrica para 10 milhões de pessoas do meio rural até 2008. O programa, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia com participação da Eletrobrás e de suas empresas controladoras, atenderá uma população equivalente aos estados de Piauí, Mato Grosso do Sul, Amazonas e do Distrito Federal (GOVERNO FEDERAL, 2007).

Abrangendo quase 60% do território nacional, a Amazônia abriga inúmeras comunidades ribeirinhas que não dispõem de recursos básicos à sobrevivência, dentre eles a energia elétrica. São populações muito pequenas que se distribuem por áreas dispersas, mas que totalizam milhares de habitantes com acesso precário à energia (NANNI, 2005).

Dentre os Estados da região amazônica, o Pará, que representa 15% do território brasileiro, apresenta diversas comunidades isoladas que não dispõe de energia elétrica. De acordo com o levantamento referente ao ano de 2006, divulgados pela concessionária Rede Celpa (2007), informa que a concessionária atende o fornecimento de energia elétrica para 4.913.545 habitantes (70%) do Estado do Pará, ou seja, 2.057.041 de habitantes (30% da população do Estado) estão na exclusão elétrica (TABELA2).

TABELA 2 Número de consumidores de energia elétrica e a população estimada do Estado do Pará, dados levantados pela rede concessionária de energia elétrica do Estado, Rede Celpa, com base do ano 2006. Fonte: Rede Celpa, 2007.

Classe	4º Trim. 2006	%
Residencial	4285980	61%
Indústrial	14008	0,2%
Comercial	417761	6%
Rural	146260	2%
Total cons.	4913545	70%
Pop. do Estado Pará	6970586	100%

O não abastecimento deve-se a diversas causas, dentre elas a localização dessas comunidades, estando muitas vezes em pequenas ilhas, vilarejos em áreas florestais, apresentando normalmente densidade demográfica, renda e infra-estrutura baixas, entre outros que, somado ao fator econômico, inviabilizam o fornecimento por extensão de rede elétrica tradicionais.

1.3 BIOENERGIA

O mundo se encontra diante de uma grave situação para o seu suprimento sustentável de energia, e este problema tem um número reduzido de soluções, principalmente no que tange aos combustíveis fósseis. Cada país deverá, então, concentrar esforços de imediato para que possa dispor da maior flexibilidade possível de opções no campo energético. Para tal, é essencial inverter o atual quadro de consumo, dependente de poucas fontes energéticas em fase de esgotamento, para uma estrutura de consumo na qual seja utilizado um maior número de alternativas, e dentre estas, principalmente para os países em desenvolvimento como o Brasil, é que surge a biomassa, que por ser renovável constitui a mais promissora fonte alternativa para uma situação de suprimento energético que só tende a se agravar (COUTO et al., 2004).

A energia proveniente de biomassa é aquela fornecida por materiais de origem vegetal renovável. Hoje são conhecidas diversas fontes renováveis de biomassa como lenha, carvão vegetal, babaçu, óleos vegetais, resíduos vegetais, sisal, biogás, casca de arroz, cana de açúcar (bagaço da cana, palha e álcool) (FIESP/CIESP, 2001).

O Brasil tem desenvolvido tecnologia há vários anos para a utilização da biomassa como fonte geradora de energia, gerando empregos e com muito pouco recurso financeiro (FIESP/CIESP, 2001).

1.4 TECNOLOGIA DE CONVERSÃO DA BIOMASSA EM ENERGIA

A representatividade da bioenergia vem ganhando espaço, devido o aumento de sua eficiência, graças ao surgimento de inovações tecnológicas, criando assim, um produto com grande perspectiva no mercado industrial, tendo grandes possibilidades de concorrer com os combustíveis fósseis, que atualmente estão instáveis no mercado. Ou seja, quanto mais inovações e pesquisas, em prol do aumento de sua eficiência, mais competitivo esse combustível se tornará. Segundo Hall *et al.* (2005) os custos da bioenergia já são competitivos em determinadas circunstâncias e, à medida que as tecnologias se tornam mais desenvolvida, e os custos continuarão a diminuir.

Kinto *et al.* (2002) afirmam que o Brasil já possui um importante parque industrial para fornecimento de equipamentos e sistemas de geração de energia elétrica utilizando tecnologias de aproveitamento da biomassa, quer seja de resíduos de madeira, agrícola ou urbano e industrial.

Para Cruz e Nogueira (2004), ao analisarem as tecnologias de energia renováveis, consideram estas já em condições para serem empregadas comercialmente. Eles verificaram que somente à biomassa, utilizada em processos modernos com alto conteúdo tecnológico, possui a flexibilidade de suprir energias tanto para a produção de energia elétrica quanto para mover o setor de transportes. O que necessita de investimento no setor de energia elétrica, segundo Lima e Schmidt (2004) são os segmentos de geração e transmissão.

A utilização racional e eficiente dos recursos de biomassa, mediante o emprego de tecnologias modernas e a utilização de resíduos, para geração de energia é uma alternativa viável (LUENGO e BENZO, 1998).

1.4.1 Gaseificação

A gaseificação é um processo de conversão térmica que permite transformar um combustível sólido, como os resíduos vegetais, em gás combustível ou gás de síntese. Este processo se inicia com a combustão, passando pela carbonização que se dá a partir de 500-

600°C entrando a partir de temperaturas acima de 600°C na fase propriamente de gaseificação ou fase do hidrogênio (QUIRINO, 2005).

Os gaseificadores para biomassa são equipamentos com uma grande diversidade tecnológica e podem ser classificados em quatro modalidades: fluxo contra-corrente, fluxo co-corrente, fluxo transversal, e leito fluidizado (D'AVILA e MAKRAY, 1981).

O mais indicado para a utilização de resíduos agrícolas e indústrias como combustíveis é o gaseificador de topo aberto, tipo leito fixo com fluxo co-corrente (NOGUEIRA e LORA, 2003).

E um dos motivos desse sistema ser o mais utilizado, é pelo fato que nos gaseificadores co-correntes o conteúdo do alcatrão é baixo, consequência do craqueamento do alcatrão presente no gás na zona de oxidação (NOGUEIRA e LORA, 2003). A outra vantagem do gaseificador co-corrente é a construção e operação relativamente simples, além da produção de um gás com baixo conteúdo em alcatrão e outros condensados (ROCHA e KLITZKE, 1998).

No entanto, Nogueira e Lora (2003) apresentam algumas desvantagens, sendo que a principal dos gaseificadores de leito em movimento e a necessidade de uniformidade granulométrica da biomassa no interior do reator, facilitando a passagem do ar e dos gases.

Sendo assim, a uniformidade da matéria, é um fator que influencia na eficiência da gaseificação, já que o material de menor granulometria tenderá a queimar mais rápido na zona de combustão que pode ocasionar deslocamentos da mesma, para determinados pontos no gaseificador, com formações de regiões quentes e frias e eventualmente, bolsões de gás que são indesejáveis (ASSUMPCÃO, 1981). A umidade, também afeta notavelmente a composição e poder calorífico do gás obtido, recomenda-se então uma faixa de 15 a 20% de umidade (NOGUEIRA e LORA, 2003), devido à instabilidade provocada pelo vapor d'água na zona de combustão. (CORRÊA NETO, 2001)

Assim, segundo Corrêa Neto (2001), o gaseificador de fluxo co-corrente caracteriza-se por apresentar a alimentação de biomassa e ar para combustão pela extremidade superior e produzir um gás praticamente isento de alcatrões, pois os produtos da pirólise são forçados através da zona de combustão, onde a biomassa se encontra incandescente, destruindo termicamente os alcatrões formados e resultando em um gás limpo.

1.4.2 Carbonização

A pirólise ou destilação seca da madeira também conhecida como carbonização é o processo pelo qual a madeira é aquecida em ambiente fechado e na ausência ou presença de quantidades controladas de oxigênio (ar), este processo é caracterizado por reações que resultam em modificações estruturais da fibra de madeira, ocorrendo uma destruição gradativa de seus componentes e a formação de diversos produtos, ficando como resíduo o sólido do processo o carvão vegetal. (FONTES, 1989)

Hoje uma forma de aproveitamento de resíduos seria a produção de carvão, uma vez que, o Brasil já é o maior consumidor e produtor mundial de carvão vegetal. A demanda deste produto, ainda continua crescendo, em particular na região norte do Brasil, devido ao aumento do número de indústrias siderúrgicas, onde o carvão vegetal é uma matéria-prima essencial e de alto custo na elaboração de seus produtos.

O setor industrial brasileiro, principalmente o segmento siderúrgico, utiliza 69,2% do consumo nacional de carvão vegetal (ABRACAVE, 2004). O carvão vegetal com a finalidade de ser usado por siderurgias deve apresentar maior rendimento em produto sólido (carvão vegetal) com alta densidade, e que este tenha alto poder calorífico, baixo teor de material volátil e cinzas, conseqüentemente, alto teor de carbono fixo e seja pouco friável (FAO, 1983).

Segundo Rosillo-Calle e Bezzon (2005), o processo de carbonização é sem duvida mais eficiente nos fornos de tecnologias modernas (fornos redondos, retangulares...) em comparação aos fornos convencionais (fornos de rabo quente, fornos de superfície,...). No entanto os fornos convencionais são os mais utilizados, já que as tecnologias modernas só serão empregadas em larga escala quando o seu custo inicial diminuir ou o preço da madeira (biomassa) cair significamente para compensar os custos de investimento iniciais.

1.5 CONTEXTO SOCIAL RELACIONADO AO USO DA BIOENERGIA

A energia participa como um importante elemento na melhoria da qualidade de vida da população, ao incrementar as capacidades competitivas dos indivíduos e das comunidades rurais. De certo que a energia não é capaz promover por si só o desenvolvimento desta população, mas a chegada da eletricidade possibilita um maior poder de escolha para os indivíduos, ao tornar disponível um grande número de alternativas de geração de capacidades em renda (OLIVEIRA e SIMON, 2005).

Dentre os benefícios sociais proporcionados pelo uso da bioenergia, pode-se citar além do fornecimento de energia elétrica, a geração de renda por meio de uma cadeia de negócios, que envolve a produção e comercialização de produtos e serviços para a região. A exemplo disto, Nogueira e Lora (2003) citam que para se produzir 1PJ de energia, a partir de subprodutos do petróleo, são necessários cerca de oito homens/ano. Já no sistema de bioenergia para a produção de combustível sólido, em países em desenvolvimento, esse índice varia de 750 a 1000 homens/ano.

Couto *et al.* (2004) cita que a biomassa oferece empregos em uma escala quatro vezes maior que outras fontes energéticas, se considerar a possibilidade de aproveitamento de todos os subprodutos oriundos da cadeia produtiva da matéria prima oriunda da biomassa e comparativamente à produção energética equivalente.

Conseqüentemente com a criação de emprego, geração de renda e fornecimento de energia nas comunidades isoladas, por meio da criação de usinas bioenergéticas, ocorre fixação da mão-de-obra na zona rural, a estabilidade na renda familiar, melhoria da qualidade de vida e valorização do homem no campo.

Para CEPAL (2000) os benefícios imediatos às atividades rurais do país são: a fixação do homem no campo; o aumento da produção, da produtividade agrícola e a melhoria de qualidade dos produtos agro-indústriais; melhoria do nível de emprego; aumento do mercado de consumo para “novos” produtos e serviços no meio rural; aumento da arrecadação de impostos; ampliação do mercado consumidor de energia elétrica.

1.6 CONTEXTO AMBIENTAL REALACIONADO AO USO DA BIOENERGIA

Em comparação com petróleo, a queima de uma tonelada de madeira seca evita as emissões de 1.600 kg de CO₂ e desta maneira dá uma contribuição significativa para a proteção do clima. (PEREIRA, 2003).

O Brasil por utilizar aproximadamente 44% de sua energia de forma renovável ele apresenta baixa taxa de emissão de CO₂, de 1,62 TCO₂/tep quando comparadas a da média mundial que é de 2,32 TCO₂/tep. (MME, 2005). No entanto, apesar de estar fora dos compromissos obrigatórios de redução de emissões de carbono correspondentes aos países desenvolvidos, o que prediz o Protocolo de Kyoto, este país possui um grande índice de queimadas e desmatamento na Amazônia, apresentando 2,5% das emissões mundiais de carbono, sendo 75% de sua causa vem da agricultura tradicional, ou seja, baseado na derruba e queima (VIOLA 2002).

Como parte da biomassa deixada no solo é de difícil decomposição, alguns agricultores preferem realizar queima desta biomassa derrubada, bem como, essa biomassa deixada no solo causar um risco de incêndios à floresta. Assim o uso de parte desses resíduos, os de maiores granulometria para a produção de biocombustíveis servirá não só como uma solução para estes problemas, mas, sobretudo agregará valor a esta biomassa gerando renda aos pequenos agricultores e agroindustriais, como também substituirá o uso de combustíveis fósseis.

Para Hall *et al.* (2005) a substituição de combustíveis fósseis seria um procedimento mais eficiente para diminuir o nível de emissão de CO₂ na atmosfera e com isso contribuir ainda mais com o Protocolo de Kyoto, do que simplesmente utilizar a biomassa como armazenamento de carbono, além de trazer mais benefícios, como geração de emprego, renda e melhorias de vida.

Além disso, os subprodutos energéticos provindos de atividades relacionadas com a produção e processamento de produtos finais madeireiros (indústrias, serrarias, e outros) e não-madeireiros (processamento do açaí, castanha-do-pará, entre outros) denominados como resíduos são considerados muitas vezes um problema de caráter ambiental e econômico e sua disposição final é de difícil solução, sendo o seu uso energético uma saída oportuna e se for bem analisada, pode ser considerada viável economicamente gerando benefícios sociais e ambientais.

1.7 CONTEXTO ECONÔMICO REALACIONADO AO USO DO BIOCOMBUSTÍVEL

Segundo Bauen (2005) a energia obtida com a biomassa, em geral, parece resultar em custos externos mais baixos quando comparados à energia proveniente de fontes convencionais, principalmente se as externalidades associadas a mudanças climáticas são consideradas.

Externalidades são valores do bem ou serviço proporcionado pela natureza (ou perdido por uma degradação desta base de recursos) não contabilizado, ou seja, são os efeitos das atividades de produção e consumo que afetam outras empresas ou pessoas, mas que não se refletem diretamente no mercado através do sistema de preços. Estas são positivas quando o comportamento de um indivíduo ou empresa beneficia involuntariamente outros e negativas no caso oposto. (REIS, 2001)

Hall *et al.*(2005), avaliam que os EUA, por exemplo, geraria uma receita equivalente a US\$ 8 a US\$ 60 por toneladas de carbono, a Países que seqüestrassem o carbono na biomassa, para reduzir em 25% o atual nível de emissão de CO₂. Tal valor poderia resultar em uma receita para o Brasil, que lucraria com credito de carbono.

Para Reis (2001) os investimentos governamentais têm que se preocupar com estes custos sócio-ambientais, quer seja para satisfazer o bem estar de um crescente “consumidor verde”, quer seja para atender intervenções governamentais na forma de instrumentos econômicos ou de comando e controle, visando à satisfação das pessoas.

A Conta Consumo de Combustíveis Fósseis (CCC), em vigor desde 1993, arrecada recursos junto às concessionárias de energia elétrica do sistema interligado, para financiar o óleo diesel da geração termelétrica das áreas isoladas, não atendidas pelo serviço de eletrificação; concentrada na Região Norte do País.

Os recursos da CCC são administrados pela Eletrobrás. O papel da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL é fixar os valores das cotas anuais da conta de consumo de combustíveis, recolhidas mensalmente nas contas de luz pelas distribuidoras de energia elétrica. A previsão para o montante global da CCC para 2006 é de R\$ 4,6 bilhões. Em 2005, os recursos provenientes da conta foram de R\$ 3,4 bilhões. (ANEEL, 2006).

Além de não haver quase ou nenhum custo ambiental o uso de biocombustível poderá criar, ainda, uma receita baseada no seqüestro de carbono, o que acabará beneficiando a bioenergia, pois como já citado a produção alternativa de energia além de servir como sumidouros de carbono gasoso, apresenta vantagens a mais do que o seqüestro de carbono, já que é uma fonte de energia, de renda e de benefícios sociais e ambientais.

1.8 REFERÊNCIAS

ABRACAVE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS RENOVÁVEIS. Anuário estatístico: 1976- 2003. Belo Horizonte: ABRACAVE, 1976-2003.2004.

ANEEL. ANÁLISE ENERGÉTICA BRASILEIRA - período 1970 a 2004. Disponível no site: www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=3707&download Acesso em: 15 de agosto de 2006.

ASSUMPCÃO, R.M.V. Gaseificadores de madeira e carvão vegetal. Princípios e aplicações. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS/ CETEC. Gaseificação de madeira e carvão vegetal. Belo Horizonte, 1981. 131p. (Publicações Técnicas/SPT, 4).

BARDELIN, C. E. A. Os efeitos do racionamento de energia elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no consumo de energia elétrica. DISSERTAÇÃO (MESTRADO EM ENGENHARIA), SÃO PAULO, 2004, 112p.

BAUEN, A. Avaliação das questões relativas às externalidades e à sustentabilidade. In: Frank Rosillo-Calle; Sergio V. Bajay; Harry Rothman. (Org.). Uso da Biomassa para Produção de Energia na Indústria Brasileira. Campinas: Editora UNICAMP, 2005, v. , p. 163-214.

BIROL, F. A crise energética mundial. Disponível em <http://www.escolavesper.com.br/crise_energetica_mundial.htm> Acesso em: 02 de julho de 2005.

BRITO, J.O.; CINTRA, T.C. Madeira para energia no Brasil: realidade, visão estratégica e demanda de ações. Biomassa e energia, v.1, n.2, p. 157-163, 2004.

CELPA – referências disponíveis na internet, <http://www.gruporede.com.br/celpa/> Acessado 2007.

CEPEL - “Aspectos Gerais do Setor Rural Brasileiro: Bases para Avaliação Integrada do Programa Nacional de Eletrificação Rural “Luz no Campo””. Relatório Técnico – ADGA/

PER 1035/2000, Número do Projeto 1437 – Área 1000 – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), 2000.

CORREA, J. de C. Atendimento energético a pequenas comunidades isoladas: barreiras e possibilidades. T&C AMAZONIA, ano III, nº 6, Jan. 2005, pag. 30-35.

COUTO, L.C., et.al. Vias de valorização energética da biomassa. BIOMASSA & ENERGIA/ Rede Nacional de Biomassa para Energia – Vol. 1, n. 1 (2004). Viçosa: RENABIO: UFV; p.71-92, 2004.

D'AVILA, S.G; MAKRAY, Z.T. Gaseificadores de madeira – Aspectos técnicos e econômicos. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS/ CETEC. Gaseificação de madeira e carvão vegetal. Belo Horizonte, 1981. 131p. (Publicações Técnicas/SPT, 4).

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. 2007. Disponível no site: <http://www.epe.gov.br/default.aspx> Acessado em 02 de março de 2007.

FAO. Métodos simples para fabricar carbono vegetal. Estúdio FAO: Montes, 41. Roma. 1983.

FIESP/CIESP. Ampliação da Oferta de Energia Através da Biomassa. Setembro, 2001.

Disponível no site:

http://www.fiesp.com.br/download/publicacoes_meio_ambiente/relatorio_dma.pdf. Acesso em: 20 de nov. 2004.

FONTES, P. J. P. Produção de Carvão Vegetal com Oito Espécies Florestais da Região Amazônica em Forno Metálico. Brasília. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Laboratório de Produtos Florestais, Catálogo de Publicações das Edições IBAMA. Brasília, 21 p, 1989.

GOVERNO FEDERAL, 2007. Disponível no site: <http://www.brasil.gov.br/> Acessada em : 26 de novembro de 2006.

HALL, D.; *et al.* Visão geral de energia e biomassa. In: ROSILLO-CALLE, F.; BAJAY, S. V.; ROTHMAN, H. Uso de biomassa para a produção de energia na indústria brasileira. 1, ed. Campinas: Unicamp, 2005. cap. 1, p. 25-67.

KINTO, O. T.; *et al.* Energia da gaseificação de biomassa como opção energética de desenvolvimento limpo. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4 / AGRENER TECNO, Campinas, 2002. AGRENER 2002 : trabalhos. Campinas : UNICAMP / NIPE, 2002. p. 1-6.

LIMA, M. A. M. ; SCHMIDT, C. A Demanda por Energia Elétrica no Brasil. Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, FGV, v. 58, n. 1, p. 67-98, 2004.

LOGRADO, C. de L. Desafios para a Ciência e Tecnologia no contexto do setor elétrico. Revista Parcerias Estratégicas, n.11, jun.2001.

BENZO, G.; LUENGO, C.A. 1998. Biomassa com potencial energético adicional aos combustíveis fósseis. In: Congresso brasileiro de planejamento energético, 3, São Paulo. Anais. P.133-137.

MEDEIROS, S. de S. et al . Avaliação da eficiência do uso da energia elétrica no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 7, n. 2, Aug. 2003 . Disponível no site: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662003000200035&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 2007 doi: 10.1590/S1415-43662003000200035.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. Diretrizes de política de agroenergia 2006-2011. 33 f. Disponível em: www.pdf4free.com Acessado em: 16 de nov. 2005.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. Resenha energética brasileira exercício de 2006 (Preliminar). Disponível no site: Disponível no site: http://www.mme.gov.br/programs_display.do?chn=686 Acessado em 2007.

NANNI, S. Reportagem: Biomassa é Fonte Alternativa de Energia Promissora na Amazônia. T&C AMAZONIA, ano II – nº VI – Jan. de 2005, pág. 5-8.

CORRÊA NETO, V.: Análise de viabilidade da cogeração de energia elétrica em ciclo combinado com gaseificação de biomassa de cana-de-açúcar e gás natural; 1; 214; Português; Tolmasquim, M. T. (Docente); PLANEJAMENTO ENERGETICO; Energia e Meio Ambiente (PE); Leal, M.R.L.V. (Outro Participante); Pingueli, L.R. (Docente); Tolmasquim, M. T. (Docente). [Rio de Janeiro] 2001. 194 p. Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. M.Sc., Planejamento Energético,

NOGUEIRA, L. A. H.; LORA, E. E. S. Dendroenergia: fundamentos e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2003. 199 p.

OLIVEIRA, P. A. de, SIMON, E. J. Relações entre o valor da produção agropecuária e o consumo de energia elétrica produtiva na região de botucatul. Informações econômicas, sp, v.35, n.3, mar. 2005.

PEREIRA *et al.* Celulose de buriti (*Mauritia vinifera* Martius). Scientia Forestalis, nº 63, p. 202-213, jun. 2003.

QUIRINO, W. F. Briquetagem de resíduos ligno-celulósicos. Disponível no site: www.funtec.org.br/arquivos/briquetagem.pdf Acessado em: nov. 2005.

REIS, M. de M. Custos Ambientais Associados a Geração Elétrica: Hidrelétricas x Termelétricas à Gás Natural. [Rio de Janeiro] 2001. XIV, 200p. 29,7 cm (UFRJ/COPPE, M.Sc., Planejamento Energético, 2001) Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.

RIBEIRO, M.L. *et al.* A Indústria Petroquímica no Próximo Século como Substituir o Petróleo como Matéria-Prima? Quim. Nova, Vol.24, Nº 2, 247-251, 2001.

ROCHA, M.P.; KLITZKE, R.J. Energia da Madeira. FUPEF – Série didática. Curitiba, 1998. 86 p. 45. Page 46. UNIVERSIDADE DO PLANALTO CATARINENSE.

ROSILLO-CALLE, F., BEZZON, G. Produção e uso industriais do carvão vegetal. In: Frank Rosillo-Calle; Sergio V. Bajay; Harry Rothman. (Org.). *Uso da Biomassa para Produção de Energia na Indústria Brasileira*. Campinas: Editora UNICAMP, 2005, v. , p. 163-214.

ROSILLO-CALLE, F. Considerações finais e indicações para o futuro. In: Frank Rosillo-Calle; Sergio V. Bajay; Harry Rothman. (Org.). *Uso da Biomassa para Produção de Energia na Indústria Brasileira*. Campinas: Editora UNICAMP, 2005, v. , p. 163-214.

STAISS, C.; PEREIRA, H. Biomassa: energia renovável na agricultura e no setor florestal. Instituto Superior de Agronomia. Centro de Estudos Florestais. *AGROS*, n. 1, p. 1-10, 2001.

VAINER, C. B.; BERMANN, C. Lições da crise energética. Rio de Janeiro: O Globo, 26 de outubro de 2001, 2 p.

VIOLA, E.. O regime internacional de mudança climática e o Brasil. *Rev. bras. Ci. Soc.*, São Paulo, v. 17, n. 50, Oct. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69092002000300003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 2005. doi: 10.1590/S0102-69092002000300003.

AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart): EXTRATIVISMO, CARACTERÍSTICAS, ENERGIA E RENDA EM UMA COMUNIDADE NA ILHA DE MARAJÓ/ PA.

2 CAPITULO: CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DE RESÍDUOS DO EXTRATIVISMO DO AÇAÍ (*EUTERPE OLERACEA* MART.): PROPRIEDADE FÍSICA, QUÍMICA, TÉRMICA E POTENCIALIDADE ENERGÉTICA

CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DE RESÍDUOS DO EXTRATIVISMO DO AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.): PROPRIEDADE FÍSICA, QUÍMICA, TÉRMICA E POTENCIALIDADE ENERGÉTICA

RESUMO

Objetivo deste trabalho foi avaliar as características físicas, químicas e térmicas das estruturas vegetativas do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) na comunidade Chipaiá, município de Cachoeira do Arari do Estado do Pará. Os parâmetros determinados foram: teor de umidade, densidade, teor de materiais voláteis, teor de cinzas, teor de carbono fixo, poder calorífico superior e inferior e o potencial energético de cada estrutura vegetativa do açazeiro após o processo de extração deste fruto. Os resultados indicam que todas as estruturas do açaí podem ser utilizadas para fins energéticos, sendo que o caroço foi o mais promissor, pois além de apresentar melhores características físicas, químicas e térmicas, em comparação com as demais analisadas (cacho, folha e estipe), apresenta melhor material para o manuseio e maior disponibilidade, diferente do cacho e folha, que necessitariam sofrer uma densificação, assim como também as folhas e estipes que não são de fácil obtenção pela comunidade.

Palavras-chave: Características físicas, químicas e térmicas, Potencialidade Energética, açaí.

CHARACTERIZATION OF WASTE TECHNICAL EXTRACTIVE OF ACAI (EUTERPE OLERACEA MART.): PHYSICAL, CHEMICAL, THERMAL AND POTENTIAL ENERGY

ABSTRACT

Objective of this study was to evaluate the characteristics physical, chemical and thermal structures of the vegetative açai (*Euterpe oleracea* Mart.) Chipaiá in the community, municipality of Cachoeira do Arari of the State of Pará . The certain parameters were: humidity tenor, density, tenor of volatile materials, tenor of ashes, tenor of fixed carbon, to can calorific superior and inferior and the energy potential of each vegetative structure of the açazeiro, after the extraction process of this fruit. The results indicate that all structures of Acai may be used for energy purposes, and the stone was the most promising, because in addition to improved physical, chemical and thermal, in comparison to the others analyzed (cluster, leaf and stipe), has better equipment for handling and greater availability, and different bunch of leaves, which need have a dense, as well as the leaves and stems that are not easily accessible by the community.

Keywords: Characteristics Physical, chemical and thermal, Energy Potential, Açai.

2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que dispõe de grandes estoques de biomassa de origem agrícola, florestal, industrial e inclusive residual. Essa diversa e abundante quantidade de biomassa torna o Brasil um país com potencial para a implantação de tecnologias de transformação de biomassa em energia, sendo que caberá a este país investir no desenvolvimento e na implementação dessas ações.

Dentre os Estados do Brasil, o Pará se destaca como um dos que apresenta potencial para converter biomassa em energia, em função das atividades econômicas do Estado estarem centradas na agricultura, extrativismo, onde vale ressaltar, o extrativismo de produtos madeireiros e não-madeireiros, que em consequência geram grandes quantidades de resíduos. De acordo com o Ministério de Minas e Energia (2005) a geração de energia elétrica através do aproveitamento de resíduos de madeira tem maior potencial nos estados do Pará (atividade extrativista) e São Paulo (Reflorestamento).

Vale ressaltar ainda que o Estado do Pará apresenta grande quantidade de ilhas, comunidades e estabelecimentos rurais que se encontram em condições de isolamento das linhas de transmissão de energia elétrica. Isto se dá, entre outros motivos, pelo elevado custo de expansão e manutenção das linhas de transmissão da rede convencional, devido ao distanciamento e baixas concentrações demográficas.

Estas comunidades têm a falta de energia elétrica como um dos principais entraves para o desenvolvimento econômico e social necessário a melhoraria das condições de vida e renda nessas localidades e consequentemente diminuição do êxodo rural.

Normalmente os fornecimentos de energia elétrica dessas comunidades provêm de geradores a diesel de uso individual ou coletivo, que de certo modo tem alto custo e gera com frequência problemas ambientais tais como: o destino inadequado do óleo queimado e em especial a emissão de gases poluentes com poder de toxidez em âmbito local e global.

Além disso, segundo Cavaliero e Silva (2000) as regiões isoladas, localizadas principalmente na Amazônia vêm sendo supridas de energia elétrica, até o momento, graças aos subsídios fornecidos pela sociedade através da Conta de Consumo de Combustíveis – CCC, que tem data definida para acabar: maio de 2013.

Estes problemas poderão ser minimizados através da utilização de fontes de energias alternativas, como a bioenergia. A conversão da biomassa em energia traz consigo uma série de vantagens, já que a sua fonte é abundante, descentralizada, e renovável, e dependendo da

tecnologia utilizada, a sua produção apresenta baixo impacto ambiental, comparado com as demais fontes convencionais.

Associado a isto, a conversão de resíduos em biocombustível, agrega valor econômico ao um material que antes era considerado em sua maioria como um problema à comunidade e ao meio ambiente. Além de promover a inserção social de populações locais, gerando emprego, renda e fornecer uma melhoria de vida às pessoas de comunidades isoladas, o aproveitamento desse resíduo em energia reduz o uso do petróleo. Assim, a biomassa residual de atividades agrícolas e do extrativismo, também apresenta grande potencial no setor de geração de energia elétrica.

Ao nível mundial, o uso da biomassa vem crescendo a partir de esforços recentes de mensuração mais precisa do potencial e de novos estudos e demonstrações de tecnologias eficientes de conversão, reconhecidamente com grandes vantagens pelo controle das emissões de CO₂ e enxofre, principalmente, em países industrializados (ROSILLO-CALLE *et al.*, 2000).

Embora já conhecidas e utilizadas diversas tecnologias de conversão da biomassa em energia, atualmente têm-se procurado desenvolver avanços, não só tecnológicos, mas também pesquisas que de alguma forma contribuem para a otimização do uso de biomassa em energia, garantindo uma maior sustentabilidade sócio-ambiental nos processos envolvidos e maior eficiência energética.

Dentre as transformações energéticas da biomassa, podemos destacar a carbonização e a gaseificação, podendo ter como produto o carvão vegetal e gás de síntese, respectivamente, gerando assim energia térmica, elétrica e mecânica.

Em se tratando de geração de bioenergia em comunidades isoladas, um dos aspectos que devem ser considerados, além do emprego de tecnologia simples e de fácil manuseio, é o potencial de biomassa disponível na localidade, que deve ser um material abundante como também tem que apresentar características próprias de um bom combustível. Segundo, Juvillar (1980), um bom combustível, deve ser denso, de uma granulometria uniforme, alto teor de carbono fixo, baixo teor de cinzas, e baixo teor de fósforo, entre outros. A umidade da biomassa influencia bastante. Segundo Oliveira *et al.* (1982), quanto mais alto o teor de umidade na biomassa, maior será a quantidade de energia necessária para evaporar a água durante o processo de carbonização, conseqüentemente menor energia fornecida.

2.2 OBJETIVO

2.2.1 Objetivo geral

Determinar as características físicas, químicas e térmicas da biomassa gerada do extrativismo do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) na comunidade Chipaiá no município de Cachoeira do Arari do Estado do Pará.

2.2.2 Objetivos específicos

- Quantificar a biomassa que provem do extrativismo do açaí na comunidade Chipaiá, no município de Cachoeira do Arari no Estado do Pará.
- Determinar as propriedades físicas, químicas e térmicas da estipe, folha, cacho e caroço do açaí.
- Identificar o potencial energético do açaí proveniente do extrativismo do açaí.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1 Área de estudo

2.3.1.1 *O município de Cachoeira do Arari*

O município de Cachoeira do Arari pertence à Mesorregião do Marajó e a Microrregião do Arari. Seus limites geográficos são: ao Norte - municípios de Chaves e Soure; a Leste - município de Ponta de Pedras; ao Sul - município de Salvaterra e Baía de Marajó e a Oeste - municípios de Santa Cruz do Arari.

A extensão territorial do município é de 3.102,08 km². O acesso ao município é via rodo-fluvial ou aérea, sendo que, essa última via, só é possível por meio de fretamento de táxi aéreo.

Descendentes dos índios Aruãs, seus primeiros habitantes, Cachoeira do Arari foi ocupado no ano de 1700 (século XVIII) pelos jesuítas e constituído oficialmente em 1833 enquanto município, sem desconsiderar que até 1930 esteve em alguns momentos de sua história vinculado ao município de Ponta de Pedras e vice-versa. A origem do nome, que em tupi-guarani significa “rio das araras”, é uma referência ao desnível do leito do rio Arari, que no verão, provoca uma precipitação de água em Cachoeira, embora de altura muito pequena, menor que dois metros.

Os aspectos físicos do município, segundo dados do Governo do Estado do Pará, estão apresentados na TABELA 3.

TABELA 3 Descrição dos aspectos físicos do município de Cachoeira do Arari.

Aspectos físicos	Características
Solo	Predominam solos representados pela Laterita Hidromórfica, associada a Areais Quartzosas e Solos Aluviais.
Vegetação	A vegetação predominante é composta de floresta densa de terra firme, como campos cerrados, campos altos e campos baixos. Há ocorrência, no litoral, de densas florestas aluviais ou de várzea (área sujeita a inundações das marés) com espécies como ucuuba, açai, mangaba, andiroba, tucumã e buruti, e os manguezais, onde predominam o mangue vermelho, aninga e aturiá. Registra-se ainda a ocorrência de floresta secundária.
Topografia	O relevo, como em toda a Ilha de Marajó, é aplainado com cotas baixas, sendo 20 metros na sede, podendo ser considerada uma das mais altas da ilha.
Geologia e relevo	Sedimentos Quaternários antigos, assentados em restos do Terciário que consiste na formação de barreiras, e os recentes, representados pelos aluviões, são representativos da estrutura geológica. Inserem-se, morfoestruturalmente, na unidade do Planalto Rebaixado da Amazônia.
Hidrografia	Destaca-se o rio Arari, que a oeste faz limite com o município de Ponta de Pedras, cujos afluentes pela margem esquerda pertencem ao município de Cachoeira do Arari. O rio Camará, limite natural com o município de Salvaterra, é outro que se destaca pelo pertencimento à Cachoeira do Arari, dos afluentes da sua margem direita. Ambos os rios deságuam na baía de Marajó, situada a sudeste do município. O lago Arari limítrofe com Santa Cruz do Arari e o mais importante do Marajó, aliado ao lago Guajará, também se destacam na hidrografia.
Clima	Característico do clima equatorial úmido, a temperatura média é em torno de 27°C, mínima superior a 18° C, e máxima de 36° C. A umidade é elevada e há alta pluviosidade, nos primeiros seis meses do ano.

Fonte: SEPOF, 2006.

A população residente no município de Cachoeira do Arari totaliza 16.700 pessoas, sendo 5.832 na zona urbana (35%) e 10.868 na zona rural (65%). (BRAND *et al.*, 2003).

As principais atividades econômicas do município abrangem a pecuária que tem como principais rebanhos constituídos de bovinos (54.690 cabeças) e bubalinos (30.846 cabeças). O município conta ainda com rebanho de suínos (5.380 cabeças), de eqüinos (5.626 cabeças), de

asininos (15 cabeças), de mueres (90 cabeças), de ovinos (2.150 cabeças), de aves entre galinhas, galos, frangos e pintos (mais de 6.200 bicos), de caprinos (730 cabeças), de vacas ordenhadas (6.700 cabeças). A produção de leite de vaca totaliza 3.551 mil litros e de ovos de galinha totaliza 10 mil dúzias.(IBGE, 2007)

A lavoura permanente, cujo ano-base de 2002, contempla uma pequena variedade de culturas especificadas na TABELA 4:

TABELA 4 Tipos de cultivo no município Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó – PA.

Cultivo	Área plantada	Unid	Produção
Coco	6	ha	45.000 Frutos
Abacaxi	49	ha	400 Toneladas
Mandioca	54	ha	648 Toneladas

O extrativismo do açaí totaliza 3.167 toneladas, cujo valor da produção corresponde a 1.267,00. A produção de palmito totaliza 66 toneladas.(SEPOF, 2006)

2.3.1.2 A Comunidade Chipaiá

A comunidade Chipaiá está situada no município de Cachoeira do Arari no Estado do Pará, e tem as seguintes coordenadas geográficas: 01° 00' 36" de latitude Sul e 48° 57' 36" de longitude Oeste de Greenwich. A localização da comunidade no âmbito estadual é retratada na figura 2-Mapas 01 e 02.

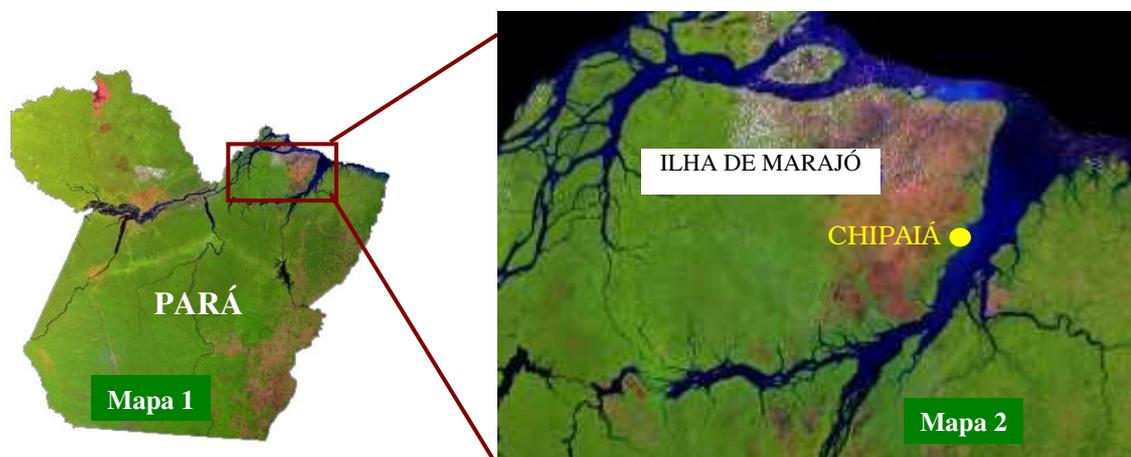


FIGURA 1 Mapa 1 – Estado do Pará e Mapa 2 - Ilha de Marajó – Comunidade Chipaiá

A comunidade escolhida para o teste desta tecnologia foi a localidade Chipaiá, localizado no município Cachoeira do Arari da Ilha de Marajó / PA em virtude de ser uma localidade isolada, sem o abastecimento de energia elétrica e que apresenta como o principal produto o açaí.

Em setembro de 2004 foi celebrado um contrato envolvendo a Universidade Federal do Pará – UFPA, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A – ELETRONORTE, Fundação de Apoio a Pesquisa e Extensão e Ensino em Ciências Agrárias - FUNPEA, com o objetivo de implantar um projeto piloto para atendimento elétrico em localidades isoladas a partir do uso da biomassa, denominado “Desenvolvimento de Tecnologias de Produção de Energia Elétrica e Implantação de Unidades Piloto Mediante o Uso de Biomassa para Atendimento da Comunidade Isolada Chipaiá”.

2.3.2 Diagnóstico rápido participativo

O Diagnóstico Rápido Participativo – DRP foi uma metodologia utilizada para caracterizar a comunidade, com vista a levantamento de informações necessárias para subsidiar a quantificação e caracterização da biomassa disponível para geração de energia, bem como o perfil socioeconômico da comunidade.

Esse diagnóstico consiste numa metodologia assentada em três pilares básicos: a participação, o comportamento e as técnicas de levantamento de campo.

Das 90 residências foram aplicados 71 questionários, junto às famílias visitadas no final do ano de 2004, o que corresponde a 78,9% do universo total.

2.3.3 Coleta da biomassa na comunidade

Para as análises laboratoriais de biomassa foram coletadas amostras de estruturas vegetativas de açaizeiros (estipe, caroço, folha e cacho) disponibilizadas pela comunidade (FIGURA 3: A, B, C e D). A coleta das amostras ocorreu no início do ano 2005, em 13 pontos (propriedades) espacialmente distribuídos na comunidade.



FIGURA 2. Biomassa de um açazeiro na comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari da Ilha de Marajó/PA: estipes (A), folhas (B), cachos (C) e Caroços de açai (D).

2.3.3.1 Coleta da estipe

As amostras da estipe foram tomadas em três posições da planta: base, meio e ápice (FIGURA 4: A, B e C). Para este estudo foram definidas aleatoriamente três plantas, sendo uma para cada porte (pequeno, médio e grande), totalizando em nove amostras de estipe para treze propriedades visitadas.



FIGURA 3 A: Coleta da amostras da estipe de Açazeiros, B: Coleta de amostra do ápice. C: Coleta de amostra do meio. D: Coleta de amostra da base.

2.3.3.2 Coleta das folhas e cachos do açazeiro

As amostras de folha e cacho foram coletadas aleatoriamente nas mesmas propriedades onde foram coletadas as amostras de estipe. Nas trezes propriedades visitadas coletaram-se três amostras, para em seguida realizar uma amostra composta. (FIGURA 5 e 6).



FIGURA 4 Folhas de Açazeiro coletadas nas trezes propriedades visitadas na comunidade Chipaiá, município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó /PA.



FIGURA 5: cachos de açai coletados nas treze propriedades visitadas na comunidade Chipaiá, município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó /PA.

2.3.3.3 Coleta dos Carços

A coleta de amostras de caroços de açai foi feita de forma aleatória nas áreas de despejos das residências dos moradores da comunidade. A coleta foi feita em sacos plásticos cada um com cerca de 1kg, totalizando 13kg, os quais foram encaminhados ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais – LTPF da UFRA (FIGURA 7).



FIGURA 6 Amostras coletadas do caroço de açai nas treze propriedades visitadas na comunidade Chipaiá, município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó /PA.

2.3.4 Preparação das amostras

Para cada amostra de cada estrutura vegetativa do açai (estipe, folha, cacho e caroço), advindas do campo foram trituradas e misturadas para a formação de amostragem composta para a submissão às análises físico- químicas e térmicas.

2.3.5 Caracterização física, química e térmica da biomassa

2.3.5.1 Caracterização física da biomassa

2.3.5.1.1 Teor de umidade da biomassa

Para cada estrutura vegetativa do açai (estipe, caroços, folhas e cachos) foi preparada dez amostras, tomando-se o peso do material em estado úmido (P_u) e em seguida submetidas a secagem em estufa à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ de temperatura até as mesmas atingirem o peso constante (P_o).

O teor de umidade foi determinado com base na relação entre o peso da água contida na biomassa e o peso da mesma em estado úmido, através da Equação:

$$TU = \frac{P_{(u)} - P_{(o)}}{P_{(u)}} \times 100$$

Considerando que,

TU - teor de umidade (base úmida), %.

$P_{(U)}$ - peso da biomassa úmida, g.

$P_{(0)}$ - peso da biomassa seca em estufa à 105°C, g

2.3.5.1.2 Densidade da biomassa

Devido às particularidades das partes que compõem o açazeiro, foram adotadas duas metodologias em função do material coletado:

a) Estipe - As amostras (discos) retiradas de cada açazeiro foram cortadas em forma de pequenas cunhas, para determinação da densidade aparente e básica, que foi baseada na norma MB 1269/79 da ABNT, utilizando-se a Equações abaixo:

$$D_{(bas)} = \frac{Po}{V_{sat}} \qquad D_{(apa)} = \frac{Pu}{Vu}$$

Considerando que,

$D_{(bas)}$ - Densidade básica (g/cm³).

$D_{(ap.c.)}$ - Densidade aparente (g/cm³).

Po - Peso seco do material a 105°C (g).

Pu - Peso úmido do material (g).

V_{sat} - Volume saturado do material (cm³).

Vu - Volume úmido do material (cm³).

O peso das amostras foi obtido diretamente na balança e o volume foi determinado pelo princípio de Arquimedes (FIGURA– 8: A e B).

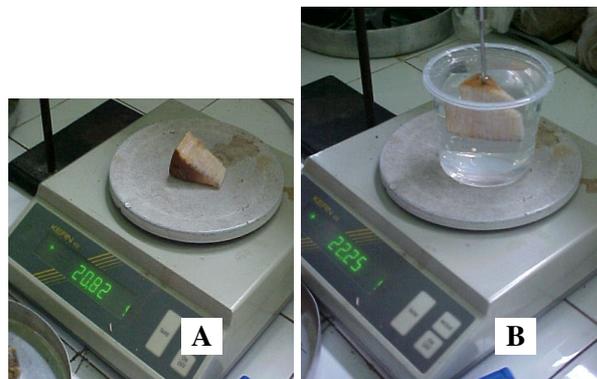


FIGURA 7 Determinação do peso (A) e do volume (B) das cunhas retiradas das amostras de estipe de açazeiros.

b) Caroco, folha e cacho – Para esses materiais, utilizaram-se o método de Keyworth que estabelece a relação entre a densidade aparente do material seco em estufa a 105°C e a densidade real da parede celular dos elementos constituintes e o peso da água contida no material por meio da Equação.

$$D = \frac{M_{(a)}}{\frac{M_{(a)}}{1,53} + (M_{(sat)} - M_{(a)})}$$

Considerando que,

D - densidade da biomassa, kg/m³

M(a) - massa anidra da biomassa, kg.

M(sat) - massa saturada da biomassa, kg.

2.3.5.1.3 Densidade a granel da biomassa

A densidade a granel consiste no peso da biomassa contida em um recipiente de volume conhecido determinada com base na Equação.

$$D_{(granel)} = \frac{P}{V}$$

Considerando que,

D_(granel) - Densidade (g/cm³).

P - Peso do material (kg).

V - Volume do recipiente (m³).

2.3.5.2 Caracterização química do açai

A análise química imediata consiste nos teores de material volátil (TMV), carbono fixo (TCF) e cinzas (TCi) contidos na biomassa de acordo com a Norma D-3172 a D-3175 da ASTM - (American Society for Testing and Material).

2.3.5.2.1 Teor de material volátil da biomassa

O teor de material volátil consiste na quantidade de voláteis liberados quando calcinados a alta temperatura. As amostras das estruturas vegetativas do açazeiro (estipe, folha, cacho e caroço) foram preparadas em oito cadinhos contendo cerca de 2g de material moído, as quais foram submetidas à calcinação em um forno mufla (FIGURA 9) a 950°C, durante seis minutos. O teor de material volátil foi determinado por meio da Equação descrita abaixo.



FIGURA 8: Forno mufla para volatilização do biocombustível para análise de material volátil e teor de cinzas.

$$TMV = \left(\frac{P_{(b.s.)} - P_{(b.cal.)}}{P_{(b.s.)}} \right) \times 100$$

Considerando que,

TMV - Teor de material volátil (%).

$P_{b.s.}$ - Peso das partículas de carvão seco em estufa a $103^{\circ} \pm 2^{\circ}C$ (g).

$P_{b.cal.}$ - Peso das partículas de carvão calcinado a $950^{\circ}C$ durante 6 minutos (g)

2.3.5.2.2 Teor de cinzas da biomassa

A cinza é o resíduo de óxidos minerais obtidos pela combustão completa do material. (GOMES e OLIVEIRA, 1980). Para cada estrutura vegetativa de Açaizeiro estudada, foram preparados oito cadinhos contendo cerca de 2g de material moído, os quais foram submetidos à calcinação no mesmo forno mufla (FIGURA 9) especificado no item – 3.2.2.1, a 750°C, durante seis horas. O teor de cinzas foi determinado por meio da equação.

$$TCi = \frac{P_{(ci.)}}{P_{(b.s.)}} \times 100$$

Considerando que,

Tci - Teor de cinzas (%).

$P_{(ci.)}$ - Peso do material incinerado (cinzas) a 750 °C durante 6 horas (g).

$P_{(b.s.)}$ - Peso das partículas do biocombustível seco em estufa à 103° ± 2°C (g).

2.3.5.2.3 Teor de carbono fixo da biomassa

Quando se efetua a determinação do teor de materiais voláteis, parte do carbono sai junto com os gases, como elemento formador das moléculas de CO, CO₂ e de hidrocarbonetos, outra quantidade de carbono que é responsável pela formação da massa amorfa, permanecendo fixo, recebeu o nome de carbono fixo (GOMES e OLIVEIRA, 1980). Assim o teor de carbono fixo é calculado subtraindo-se de 100 a soma dos teores de material volátil e de cinzas, de acordo com a equação:

$$TCF = 100 - (TMV + TCi)$$

Considerando que,

TCF - Teor de carbono fixo (%).

TMV - Teor de material volátil (%).

TCi - Teor de cinzas (%).

2.3.5.3 Caracterização térmica do açaí

2.3.5.3.1 Poder calorífico da biomassa

O poder calorífico foi determinado com base na metodologia de Berttelot que consiste na combustão do material em um ambiente fechado, na presença de oxigênio e sob pressão, em uma bomba calorimétrica adiabática (Figura – 10). O procedimento obedeceu à prescrição estabelecida pela Norma D250/50 da ASTM. O poder calorífico foi determinado por meio das Equações abaixo, utilizando material no seu estado seco.

$$PCS = [(\Delta t \times 2.437,596) - (f \times 2,3 - T)] / M$$

$$PCI = PCS - 92,23 \times H$$

Considerando que:

PCS - poder calorífico superior determinado em bomba calorimétrica, cal/g;

Δt - diferencial de temperatura da água na bomba calorimétrica, °C;

f - resto do fio de ignição, cm;

T - titulação para correção de perda (Ac. Nítrico x Normalidade x fator x 13,8)

M - massa do combustível, g;

H - hidrogênio contido na biomassa (material orgânico), 6%;

PCI - poder calorífico inferior determinado a partir do PCS, deduzido o calor latente de condensação da água formada na combustão, cal/g.



FIGURA 9 Bomba calorimétrica para determinação de poder calorífico.

2.3.5.4 Potencialidade da biomassa na comunidade

A potencialidade da biomassa se restringiu a amostragem de cachos e caroços de açaí, principais materiais que ficam imediatamente disponíveis após a colheita e consumo de “vinho” de açaí na comunidade.

A potencialidade da biomassa foi determinada com base nas Equações especificadas abaixo:

$$PB_{(CH)} = P_{(CH)} \times N^{\circ} CH \times PCC$$

Considerando que,

$PB_{(CH)}$ - potencial da biomassa de cachos de açaí, kcal/dia.

$P_{(CH)}$ - peso do cacho de açaí, kg.

$N^{\circ}CH$ - quantidade de cachos de açaí por dia;

PCC - poder calorífico de cachos de açaí, kcal/kg.

$$PB_{(CA)} = P_{(R)} \times N^{\circ} R \times PCCA$$

Considerando que,

$PB_{(CA)}$ - potencial da biomassa de caroços de açaí, kcal/dia.

$P_{(R)}$ - peso da rasa¹, kg.

$N^{\circ}R(d)$ - quantidade de rasas de açaí por dia;

$PCCA$ - poder calorífico de caroços de açaí, kcal/kg.

2.3.6 Análise estatística

As análises estatísticas dos dados obtidos foram realizadas com base no programa estatístico BioEstat 4.0 (AYRES, 2005) para cálculos de análise descritiva e análise de variância (ANOVA). Segundo Ayres (2005) a ANOVA destina comparar mais de duas amostras para rejeição da hipótese de nulidade. Neste caso foi adotado o nível de 95% e 99% de variabilidade. As variáveis quantitativas foram avaliadas pelo teste de Tukey.

¹ Rasa é um cesto fabricado da palmeira de guarumã (guarumã-açu ou guarumã-miri) que utilizado para transportar os frutos do açaí após a debulha (operação manual para separar os frutos maduros do cacho) até o local que serão beneficiado ou transportado este fruto. Em uma rasa contém em média 12 kg de açaí.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.4.1 Estado socioeconômico da comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/ PA

No levantamento socioeconômico em campo realizado no final de 2004, foram registradas 90 residências, distribuídas em sua maioria à margem do igarapé. A maioria (60%) tem a lamparina como forma alternativa de energia, já que esta comunidade não dispõe de energia elétrica convencional. A população é constituída de 41% de trabalhadores que possuem uma renda mensal inferior a um salário mínimo.

A atividade de subsistência predominante dessa comunidade é o extrativismo do açaí (42,86%), seguido da pesca (34,78%) e o restante de criação de pequenos animais e de lavoura.

Nessa comunidade, em torno de 88% dos caroços de açaí originados do consumo familiar são jogado fora após o despulpamento, tendo como destino normalmente rios, igarapés, quintais das propriedades e outros, formando entulhos e poluindo os cursos d'água. Do restante, 8% são utilizados como aterro, 2% como adubo e 2% são queimados.

Deste contexto, verifica-se a necessidade de se fazer uso alternativo não só desses caroços, como também de outros tipos de biomassa produzida pela comunidade e que na sua maioria apresenta destinos impróprios ao meio ambiente. Assim, o uso desses resíduos como combustível pode servir não somente para agregar valor ao mesmo, como também, contribuirá para uma melhoria de vida da comunidade que é desprovida de energia elétrica.

2.4.2 Caracterização física da biomassa

2.4.2.1 Teor de umidade da biomassa

A utilização da biomassa para fins energéticos condiciona que o material tenha um teor de umidade homogêneo, visto que uma desigualdade acentuada pode promover a redução de sua capacidade energética. Esse argumento é defendido por Quaak *et al.* (1999) e Brito e Barrichelo (1978) onde confirmam que o teor de umidade afeta o valor energético da biomassa como combustível.

Brande *et al.* (2003) efetuaram estudo sobre secagem ao ar livre de resíduos madeireiros como casca, costaneiras e laminas durante seis meses e constataram que o tempo mais adequado de armazenamento foi de dois a quatro meses para o teor de umidade e poder

calorífico. Isto demonstra que essa variável necessita ser controlada para se ter uma eficácia energética.

2.4.2.1.1 Teor de umidade da estipe

Verificou-se que a estipe de açazeiro, recém derrubada apresenta um elevado teor de umidade, em media 73,06% (TABELA 5). É importante ressaltar que este material foi coletado no período chuvoso da região. Este alto teor de umidade não favorece o uso imediato no processo de conversão da biomassa em energia, uma vez que essa variável tende a reduzir a energia fornecida. Dentro dessa ótica, o uso da estipe como matéria para energia necessita previamente ser submetida à secagem natural até a condição de estabilização de sua umidade com o meio ambiente (teor de umidade de equilíbrio – TUE), que se atinge em torno de 20% de umidade. A secagem ao ar livre é recomendada por essa técnica não exigir investimento, necessitando apenas do tempo para ocorrer à secagem.

TABELA 5 Teor de Umidade (TU) da estipe de açazeiro coletada na comunidade Chipaiá.

Análise descritiva	TU (%)
Média	73,06
Mínimo	61,83
Máximo	79,28
Desvio Padrão	5,48
Erro Padrão	1,73
Coeficiente de Variação	7,51%

2.4.2.1.2 Teor de umidade da folha

As folhas de açazeiro coletadas no chão apresentaram o teor médio de umidade de 42,51 % (TABELA – 6).

O alto coeficiente variação de umidade das folhas pode ter sido ocasionado pela desigualdade no amadurecimento das mesmas, conseqüentemente, causando o desprendimento e a queda em diferentes tempos. As folhas recém caídas (semi-secas)

possuem um teor de umidade maior que as folhas com maior tempo de exposição ao ambiente.

Esses resultados indicam que em caso de utilização desse material para energia há necessidade de se promover a homogeneização do teor de umidade para dar maior eficiência como combustível.

TABELA 6: Teor de umidade das folhas de açazeiro coletadas na comunidade Chipaiá.

Análise descritiva	TU (%)
Média	42,51
Mínimo	19,21
Máximo	61,13
Desvio Padrão	15,33
Erro Padrão	4,85
Coefficiente de Variação	36,05%

Considerando esse aspecto, um estudo sobre o tempo ideal de secagem ao ar livre das folhas de açazeiro é essencial para se evitar a queima de materiais que apresentem uma elevada variação no teor de umidade, podendo assim comprometer a eficiência do equipamento de conversão da biomassa em energia.

2.4.2.1.3 Teor de umidade dos cachos

Constatou-se um elevado teor de umidade dos cachos de açaí (65,97%) (TABELA7). Esse resultado pode ser considerado normal, uma vez que, essa estrutura vegetativa ao ser extraída da planta ainda estava fisiologicamente ativa. O baixo coeficiente de variação (9,26%) se deve a homogeneidade do teor de umidade de estrutura vegetativa viva da planta.(TABELA7).

TABELA 7 Teor de umidade de cachos de açaí da comunidade Chipaiá, município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó/PA.

Análise descritiva	TU (%)
Média	65,97
Mínimo	52,57
Máximo	72,21
Desvio Padrão	6,11
Erro Padrão	1,93
Coefficiente de Variação	9,26%

Ficou evidenciado, assim como no caso das folhas, de que os cachos recém coletados não podem ser também imediatamente utilizados para fins energéticos, devido essa variável influenciar no poder calorífico, bem como na combustão dos mesmos, havendo a necessidade de submetê-los à secagem para redução da umidade.

2.4.2.1.4 Teor de umidade dos Caroços

Os caroços de açaí coletados apresentaram elevados teores de umidade, sendo registrado o valor médio de 43,57 % (TABELA 8). A variação foi pequena, resultado já esperado, uma vez que os caroços coletados tinham sido todos despulpados no período do levantamento de campo.

Esse resultado é bastante próximo da variação observada com os cachos de açaí, o que comprova que essas estruturas vegetativas fisiologicamente ativas possuem características higroscópicas muito semelhantes.

TABELA 8 Teor de umidade de caroços de açaí recém despolpados na comunidade Chipaiá.

Análise descritiva	TU (%)
Média	43,57
Mínimo	43,21
Máximo	43,89
Desvio Padrão	0,25
Erro Padrão	0,08
Coefficiente de Variação	0,58%

Fica muito evidente que os caroços recém despolpados também não estão em condições de serem utilizados como energia, devido o elevado teor de umidade, havendo necessidade de submetê-los a um tratamento de secagem natural até atingir a umidade de equilíbrio com o meio ambiente.

2.4.2.2 Densidade da biomassa

2.4.2.2.1 Densidade da estipe do açaizeiro

A densidade da estipe de açaizeiro foi determinada sob duas condições: Aparente (estado natural) e Básica (massa seca e volume em estado verde). Dessa forma constatou-se (TABELA 9) que as estipes de açaizeiro recém derrubado (verde) apresentaram o valor médio de densidade muito elevado ($0,97 \text{ g/cm}^3$), decorrente do alto teor de umidade, enquanto que para densidade básica registrou valor médio muito menor ($0,25 \text{ g/cm}^3$) em face da relação massa seca e volume verde.

Isto indica que a massa da estipe é menor que a massa de água contida no interior da planta, havendo, portanto, necessidade de se secar o material para carregar ou transportar a menor quantidade possível de água por unidade de volume.

TABELA 9 Densidade aparente e básica de estipe

Análise descritiva	Densidade básica	Densidade aparente
	(g/cm³)	(g/cm³)
Média	0,25	0,97
Mínimo	0,18	0,79
Máximo	0,39	1,41
Desvio Padrão	0,06	0,13
Erro Padrão	0,01	0,02
Coefficiente de Variação	23,56%	13,13%

2.4.2.3 Densidade da folha, cacho e caroço de açaí

Na TABELA 10 encontram-se as médias de densidade das estruturas vivas referentes a caroços, cachos e folhas de açazeiro. O maior valor registrado foi de caroços (0,73g/cm³), resultado já esperado devido à estrutura desse material ser mais sólido.

TABELA 10: Análise descritiva dos dados referentes a densidade da folha, cacho e caroço de açaí determinada pelo método de keywertz. Unidade em g/cm³.

Análise descritiva	Folha	Cacho	Caroço
Média	0,06	0,39	0,73
Mínimo	0,05	0,35	0,70
Máximo	0,08	0,44	0,75
Desvio Padrão	0,01	0,034	0,018
Erro Padrão	0,004	0,01	0,01
Coefficiente de Variação	18,40%	8,66%	2,45%

A alta densidade dos caroços em relação às demais estruturas vivas da planta, associado à abundância, ao fácil manuseio e estocagem favorece o uso dessa biomassa como combustível seja em seu estado natural ou em forma de carvão vegetal.

Nas TABELAS 11 e 12 encontram os resultados das análises de variância dessas estruturas vegetativas do açazeiro.

A ANOVA dos tratamentos expressos em g/cm³ através do teste F apresentou que existe pelo menos um par de médias dos tratamentos com diferenças altamente significativos ($p < 0,001$) (TABELA 11). O teste Tukey ao nível de 99% de significância indicou diferenças altamente significativas entre as medias comparadas. (TABELA 12)

TABELA 11 Análise de Variância (ANOVA) da densidade entre as estruturas vegetativas do açaizeiro (folha, cacho e caroço) coletadas na comunidade Chipaiá.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p
Tratamentos	2	0.823	0.411	931.2796	0.0001
Erro	27	0.004	44.2 10 ⁵		
Total	29	0.827			

TABELA 12 Teste de Tukey para comparação das médias ao nível de significância de 0,01, entre as estruturas do açaizeiro (folha, cacho e caroço)

Comparações:	Significância
Folha a cacho	$p < 0.01$
Folha a Caroço	$p < 0.01$
Cacho a Caroço	$p < 0.01$

2.4.2.4 Densidade a granel do caroço do açaí

Verificou-se que um metro cúbico de caroço despulpado de açaí a granel representa em média 471,5kg. Esta informação é importante, haja vista que o transporte e o manuseio, em sua grande maioria são realizados em recipiente. Na TABELA 13 encontra-se a média de densidade a granel de caroços de açaí.

TABELA 13 Média da densidade a granel do caroço de açaí.

Análise descritiva	Densidade a granel (g/cm³)
Média	0,47
Mínimo	0,46
Máximo	0,51
Desvio Padrão	0,02
Erro Padrão	0,01
Coefficiente de Variação	4,59%

2.4.2.5 Caracterização química dos componentes da estrutura vegetativa do açaizeiro

2.4.2.6 Teor de material volátil das estruturas vegetativas do açaizeiro

Na TABELA 14 encontram-se as médias do teor de material volátil que variaram de 72,38 a 77,62%. Observa-se que o caroço e a folha representaram os valores extremos. Todas as estruturas vegetativas estudadas apresentaram teores de material volátil elevados.

TABELA 14 Análise descritiva do Teor de material volátil (%) das estruturas vegetativas do açaí.

Análise descritiva	Folha	Cacho	Estipe	Caroço
Média	72,38	75,78	76,37	77,62
Mínimo	71,72	75,24	76,04	77,04
Máximo	72,87	76,40	76,64	78,20
Desvio Padrão	0,58	0,50	0,25	0,35
Erro Padrão	0,29	0,25	0,12	0,12
Coefficiente de Variação	0,80%	0,66%	0,32%	0,45%

Os resultados obtidos em relação aos outros tipos de biomassa, como madeira, são bastante próximos. Brito e Barrichelo (1978) estudando oito tipos de madeira de eucaliptos obtiveram uma amplitude de 74,1 a 89,9% de voláteis para a mesma metodologia empregada.

Isto demonstra que a volatilização de material lignocelulósico é semelhante, podendo diferenciar apenas na composição química.

A ANOVA (TABELA15) dos tratamentos relacionados ao teor de material volátil expressos em %, através do teste F, indicou que existe diferença altamente significativa pelo menos em um par de medias dos tratamentos ($p < 0,001$).

TABELA 15 ANOVA das médias do teor de material volátil

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p
Tratamentos	3	74,14	24,71	141,31	0.0001
Erro	28	2,798	0,17		
Total	31	76,93			

O resultado do teste Tukey (TABELA 16) indicou que apenas a diferença entre cachos e estipes não foi significativa, sendo as demais altamente significativas ao nível de 99% de probabilidade.

TABELA 16 Teste de Tukey para comparação das médias do teor de material volátil

Comparações:	Significância
Folha a cacho	$p < 0.01$
Folha a estipe	$p < 0.01$
Folha a caroço	$p < 0.01$
Cacho a estipe	$p > 0.05$
Cacho a caroço	$p < 0.01$
Caroço a estipe	$p < 0.01$

2.4.2.7 Teor de cinzas das estruturas vegetativas do açazeiro

O teor de cinzas corresponde a composição mineral existente nas estruturas vegetativas da planta. Segundo Barcellos et. al (2005) os principais minerais encontrados são cálcio, magnésio, fósforo e silício para o caso de madeira, os mesmos afirmaram que o teor de cinzas

depende diretamente da quantidade de materiais inorgânicos existentes no material incinerado.

A folha foi o componente que apresentou o maior teor de cinzas (6,86%), seguido de cacho, estipe e caroço (3,62%, 2,41% e 1,4%, respectivamente). A variação dentro de cada estrutura é relativamente pequena, indicando que há homogeneidade entre esses materiais. (TABELA 17).

Brito e Barrichelo (1978) ao estudarem oito espécies de eucaliptos verificaram que os teores de cinzas variaram de 0,30 a 0,52% na madeira e de 1,34 a 6,4% na casca. Pinheiro *et al.* Pinho (2005) em seus estudos de caracterização de resíduos do setor agroindustrial e madeireiro, tais como cacho seco de amêndoa, serragem, caroço de açaí, fibra de dendê, casca de castanha do Pará, encontraram teores de cinzas entre 0 a 5%.

Isto demonstra que a concentração de nutrientes minerais varia de acordo com a estrutura vegetativa da planta, bem como com as espécies.

TABELA 17 Teor de cinzas (%) do açaí da comunidade Chipaiá, município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó/PA.

Análise descritiva	Folha	Cacho	Estipe	Caroço
Média	6.86	3.62	2.41	1.47
Mínimo	6.36	3.43	2.35	1.44
Máximo	7.22	4.01	2.44	1.49
Desvio Padrão	0.37	0.27	0.04	0.02
Erro Padrão	0.18	0.13	0.02	0.01
Coefficiente de Variação	5.33%	7.36%	1.76%	1.33%

A TABELA 18 (ANOVA) indicou que existem diferenças altamente significantes entre os teores de cinzas das estruturas vegetativas estudadas. O teste Tukey indicou que as medias são estatisticamente diferentes entre si ao nível de 99% de probabilidade (TABELA 19)

TABELA 18 Análise de Variância (ANOVA) do teor de cinzas entre as estruturas vegetativas do açazeiro (folha, cacho, estipe e caroço) coletadas na comunidade Chipaiá.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p
Tratamentos	3	80,79	26,93	692,03	0.0001
Erro	28	0,62	0,04		
Total	31	81,42			

TABELA 19 Teste de Tukey para comparação das médias de teor de cinzas entre as estruturas vegetativas do açazeiro (folha, cacho, estipe e caroço) coletadas na comunidade Chipaiá.

Comparações:	Significância
Folha a cacho	< 0.01
Folha a estipe	< 0.01
Folha a caroço	< 0.01
Cacho a estipe	< 0.01
Cacho a caroço	< 0.01
Caroço a estipe	< 0.01

2.4.2.8 Teor de carbono fixo da biomassa

Na Figura 11, encontram-se as medias de teor de carbono fixo das estruturas vegetativas do açazeiro que variaram de 20,60% a 21,22%. Brito e Barrichelo (1978) ao estudarem a madeira e a casca de oito espécies de eucaliptos verificaram que a única espécie que apresentou um teor de carbono fixo superior aos teores de carbono fixo deste trabalho foi da espécie *Eucalyptus eucleziana* (24,3%). Pinheiro *et al.* (2005) em seus estudos de caracterização de resíduos do setor agroindustrial e madeireiro, tais como cacho seco de amêndoa, serragem, caroço de açai, fibra de dendê, casca de castanha do Pará, encontraram teores de carbono fixo entre 15 a 25 %. Texeira (2003) e Cortez e Lora (1997) ao estudarem resíduos agrícolas verificaram que somente a casca de coco apresentou teor de carbono fixo superior, 23,8%, aos teores encontrados deste trabalho.

Nesse contexto observa-se que o teor de carbono fixo encontrado nos elementos do extrativismo do açaí (folha, cacho, estipe e caroço) está próximo dos valores encontrados de espécies utilizadas para fins energéticos.

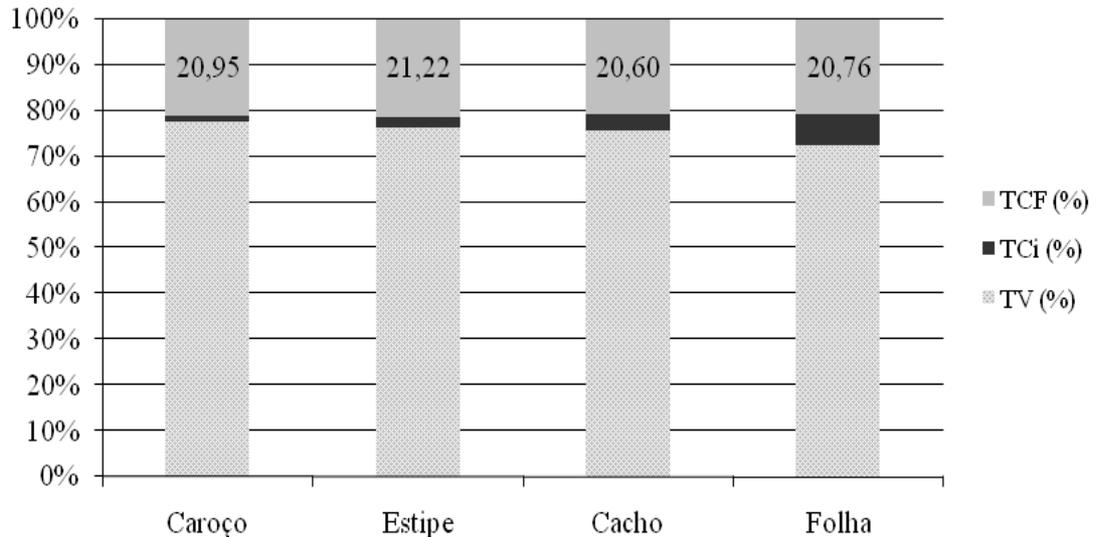


FIGURA 10: Teor de material volátil, teor de cinzas e teor de carbono fixo das estruturas vegetativas do açaizeiro (folha, cacho, estipe e caroço) coletadas na comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/PA.

2.4.2.9 Caracterização térmica das estruturas vegetativas do açaizeiro

Uma das mais importantes propriedades de um combustível é o seu poder calorífico que é usualmente obtido pela queima de uma quantidade conhecida de combustível, medindo-se o calor libertado (BRITO e BARRICHELO, 1979). Assim, o poder calorífico corresponde a quantidade de energia liberada por unidade de massa.

2.4.2.10 Poder calorífico superior da biomassa

Na TABELA 20 encontram-se as médias de poder calorífico das estruturas vegetativas estudadas. Constatou-se que o maior valor médio obtido foi dos caroços de açaí (4.252 kcal/kg), seguido de estipe (4069 kcal/kg), cacho (3.973 kcal/kg) e folhas (3.833 kcal/kg).

Considerando que o poder calorífico depende da composição química do material incinerado, o resultado obtido vem confirmar esse argumento, visto que o caroço de açaí apresentou um alto teor de carbono fixo, 20,91%, e foi o que apresentou o menor teor de cinzas, 1,47%.

Em relação ao poder calorífico de outros materiais como madeira que pode variar, dependendo do teor de umidade, de 3.000 kcal/kg a 5.400 kcal/kg (BRITO e BARRICHELO, 1979) e ouriço de castanha do Pará com 20% de umidade resultar em 4721,7 kcal/kg (OLIVEIRA e LOBO, 2002) verifica-se que os valores encontrados são compatíveis com materiais que apresentam na sua composição química celulose, hemicelulose e lignina.

TABELA 20 Poder Calorífico Superior (kcal/kg) das estruturas vegetativas do açaizeiro.

Análise descritiva	Folha	Cacho	Estipe	Caroço
Média	3833,64	3973,40	4069,33	4252,30
Mínimo	3480,51	3823,13	3992,15	4132,39
Máximo	4162,23	4180,29	4164,88	4427,57
Desvio Padrão	222,75	133,94	57,07	85,07
Erro Padrão	70,44	42,36	18,05	26,90
Coefficiente de Variação	5,81%	3,37%	1,40%	2,00%

Na TABELA 21, encontra-se o resultado da ANOVA de poder calorífico das estruturas vegetativas do açaizeiro, o qual indicou que existem diferenças altamente significativas das medias obtidas. O teste de Tukey demonstrou que apenas as medias de poder calorífico dos pares folhas e cachos e cachos e estipe, estatisticamente, não apresentaram diferenças significativas.

TABELA 21 ANOVA de poder calorífico superior das estruturas vegetativas do açazeiro.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p
Tratamentos	3	9,27 10 ⁵	3,1 10 ⁵	15.84	0.0001
Erro	36	7,02 10 ⁵	2,0 10 ⁴		
Total	39	1,63 10 ⁶			

TABELA 22 Teste de Tukey para comparação das medias de poder calorífico superior das estruturas vegetativas do açazeiro.

Comparações	Significância
Folha a cacho	p>0.005
Folha a estipe	p< 0.01
Folha a caroço	p< 0.01
Cacho a estipe	p>0.005
Cacho a caroço	p< 0.01
Caroço a estipe	p< 0.05

2.4.2.11 Poder calorífico Inferior da biomassa

Com relação ao poder calorífico inferior, os valores em ordem decrescente foram: caroços (3704.9 kcal/kg), estipe (3521.9 kcal/kg), cachos (3426.0 kcal/kg) e folhas (3286.2 kcal/kg). (TABELA 23).

TABELA 23 Poder Calorífico Inferior (kcal/kg) das estruturas vegetativas do açazeiro

Estatística descritiva	Folha	Cacho	Estipe	Caroço
Média	3286.2	3426.0	3521.9	3704.9
Mínimo	2933.1	3275.7	3444.7	3585.0
Máximo	3614.8	3632.9	3617.5	3880.2
Desvio Padrão	222.7	133.9	57.1	85.07
Erro Padrão	70.4	42.3	18.04	26.90
Coefficiente de Variação	6.78%	3.91%	1.62%	2.30%

Na TABELA 24, encontra-se o resultado da ANOVA de poder calorífico inferior das estruturas vegetativas do açazeiro, o qual indicou que existem diferenças altamente significativas das medias obtidas. O teste de Tukey (TABELA 25) demonstrou que apenas as medias de poder calorífico dos pares folhas e cachos e cachos e estipe, estatisticamente, não apresentaram diferenças significativas.

TABELA 24 ANOVA de poder calorífico inferior das estruturas vegetativas do açazeiro 10^4

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	p
Tratamentos	3,00	92.7 10^5	30.9 10^5	15,84	0.0001
Erro	36,00	70.2 10^5	19.5 10^4		
Total	39	0,00E+00			

TABELA 25 Teste de Tukey para comparação das medias de poder calorífico inferior das estruturas vegetativas do açazeiro

Comparação	Significância
Folha e Cacho	$p > 0.05$
Folha e Estipe	$p < 0.01$
Folha e Carçoço	$p < 0.01$
Cacho e Estipe	$p > 0.05$
Cacho e Carçoço	$p < 0.01$
Carçoço e Estipe	$p < 0.05$

2.4.3 Biomassa residual (cachos e caroços) na comunidade Chipaiá

O levantamento de biomassa residual concernentes a cachos e caroços de açai na comunidade Chipaiá foi realizado em uma população de 30 famílias que comercializam diariamente, em média, 14 rasa na safra, 6 rasas na entressafra e para o consumo uma rasa diária de açai. Na TABELA 26 encontra-se demonstrado o quantitativo de cachos e caroços, já despulpados, de açai que pode disponibilizado para uso energético nos dois períodos de produção do fruto através da venda e do consumo familiar, considerando o estado de umidade antes e depois de secar ao ar livre, para obter um teor de umidade de equilíbrio com o meio ambiente, indicado para uso energético.

TABELA 26 Quantidade diária de cachos e caroços, gerados pelas 30 famílias em venda e consumo no período da safra e entressafra na comunidade Chipaiá, antes e depois o processo de secagem.

Umidade	TU (%)	Biomassa Total (Kg/dia)	Resíduos de venda		Consumo familiar/dia
			Safra	Entressafra	
Inicial	58	Cachos	1638	702	119
	44	Carçoços	5066	2171	362
Final	20	Cachos	850	364	61
	20	Carçoços	3573	1531	255

As médias obtidas indicaram um elevado teor de umidade nos materiais estudados. A redução do teor de umidade inicial dos cachos e caroços para 20%, faz reduzir a biomassa em média 34,02% de seu peso inicial até atingir 20% de umidade, valor recomendável para fins energéticos.

A quantidade de cachos e caroços do açazeiro (FIGURA 12) disponível na safra corresponde aproximadamente 2,3 vezes mais que no período da entressafra.

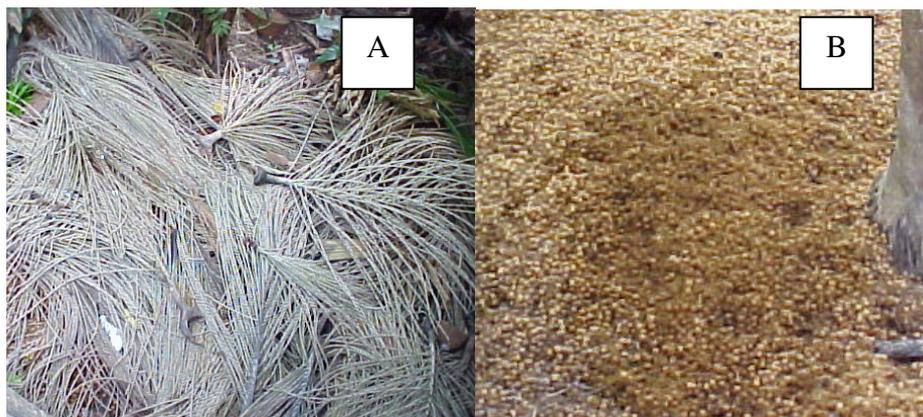


FIGURA 11 Cachos (A) e Caroços de açai (B).

2.4.4 Potencialidade da biomassa na comunidade

Para o cálculo da potencialidade dos caroços e dos cachos tomou-se como população as 30 famílias que comercializam e consomem o açai. E que o consumo no período da safra é na ordem de 14 rasas e na entressafra seis rasas pra venda diária, e para o consumo próprio é apenas uma rasa diária, fornecendo assim seus respectivos volumes de biomassa residual.

A geração de 20 kW/h de energia elétrica através de gaseificação requer cerca de 20kg de biomassa por hora, com 20% de umidade, totalizando 480kg por dia (24 horas). O quantitativo de biomassa necessário para geração de energia, com 20% de umidade, os caroços e cachos de açai gerados são suficientes para abastecer a unidade geradora de energia, gerando ainda excedentes. (TABELA 27 e 28).

TABELA 27 Potencial energético do caroço de açaí da comunidade Chipaiá.

Período de coleta	Biomassa Total (Kg/dia)	PCS (kcal/kg)	Potencial Superior (kcal/dia)	Potencial Superior (kWh/h)	PCI (kcal/kg)	Potencial Inferior (kcal/kg/dia)	Potencial Inferior (kWh/h)
Safra	3.573,42	4.252	15.195.252	1.767,21	3.705	13.239.235	1.539,72
Entressafra	1.531,46	4.252	6.512.251	757,37	3.705	5.673.958	659,88
Família	255,24	4.252	1.085.375	126,23	3.705	945.660	109,98

Onde: PCS: Poder calorífico Superior, PCI: Poder calorífico Inferior

TABELA 28 Potencial energético do cacho dos Açaizeiros da comunidade Chipaiá, localizado no município da Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó/PA.

Período de coleta	Biomassa Total (Kg/dia)	PCS (kcal/kg)	Potencial Superior (kcal/dia)	Potencial Superior (kWh/h)	PCI (kcal/kg)	Potencial Inferior (kcal/kg/dia)	Potencial Inferior (kWh/h)
Safra	850,16	3.973	3.378.045	392,87	3.426	2.912.681	338,74
Entressafra	364,36	3.973	1.447.733	168,37	3.426	1.248.292	145,18
Família	60,73	3.973	241.289	28,06	3.426	208.049	24,20

Onde: PCS: Poder calorífico Superior, PCI: Poder calorífico Inferior

Ao contrario dos caroços e dos cachos (TABELA 29), verificou-se o baixo potencial energético de estipe e folha do açaizeiro da comunidade Chipaiá, isto se deve ao fato destes componentes não serem de fácil disponibilidade. No caso da folha, seria mais recomendável deixar como material para realizar a ciclagem de nutriente.

TABELA 29 Potencial energético da estipe e da folha do açaí da comunidade Chipaiá.

Período de coleta	Biomassa Total (Kg/dia)	PCS (kcal/kg)	Potencial Superior (kcal/dia)	Potencial Superior (kWh/h)	PCI (kcal/kg)	Potencial Inferior (kcal/kg/dia)	Potencial Inferior (kWh/h)
estipe*	5,06	4.069	20.581	2,39	3.522	17.813	2,07
folha**	9,80	3.834	37.570	4,37	3.286	32.205	3,75

Onde: PCS: Poder calorífico Superior, PCI: Poder calorífico Inferior

*= Valor considerando a disponibilidade de um estipe por dia

**= Valor considerando a disponibilidade de 10 folhas diárias.

2.5 CONCLUSÕES

A partir dos trabalhos de campo e dos dados obtidos e analisados da caracterização da biomassa do açai no laboratório foi possível inferir as seguintes conclusões:

- 1) Os cachos e caroços de açai são os componentes vegetativos que dão a maior garantia de disponibilidade de biomassa para fins energéticos;
- 2) O uso de caroços, cachos, folhas e estipes de açazeiro como matéria prima para uso energético só poderá ser efetivado com um tratamento prévio de secagem para reduzir o teor de umidade a um valor apropriado.
- 3) Os caroços de açai são os materiais mais apropriados para serem utilizados para energia devido à abundancia, facilidade de manuseio, transporte e armazenamento.
- 4) As folhas, estipe e os cachos precisariam ser compactados para facilitar as operações de transporte e manuseio.
- 5) Em relação à análise química imediata o caroço foi o que apresentou melhores características em face de alto teor de carbono fixo e baixo teor de cinzas, apesar de que os outros materiais (folha, estipe e cachos) terem apresentados características químicas consideráveis e adequadas para o uso como produto energético.
- 6) Devido ao elevado teor de cinzas as folhas devem ser deixadas na área para reciclagem de nutrientes (minerais) e incorporação de material orgânico no solo.
- 7) Quanto ao poder calorífico, todos os componentes, apresentaram um bom conteúdo energético, destacando-se o caroço do açai.
- 8) Os componentes vegetativos do açai (cacho e caroço) apresentaram um elevado potencial energético que poderia ser disponibilizado para geração de energia de diversas formas, destacando-se a elétrica e carvão vegetal.

2.6 REFERÊNCIAS

AYRES, M. *et al.* Bio Estat 4.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. 4 ed. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2005. 324 p.

BARCELLOS, D.C. *et al.* O estado da arte das plantações de florestas de rápido crescimento para produção de Biomassa para energia em Minas Gerais: aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais.. 1. ed. Belo Horizonte: CEMIG, 2000. v. 1. 44 p

BARBOSA, T. M. F. Dinâmica dos sistemas de produção familiares da Ilha de Marajó: o caso do município de Cachoeira do Arari. Dissertação de Mestrado, Belém- Pará, 2005. 139p.

BRAND, M. A. *et al.* Análise da qualidade energética de resíduos madeiráveis ao longo e seis meses de armazenamento. Revista Referência, Curitiba, ano V, n. 24, p. , set. 2003.

BRITO, J. O, BARRICHELO, L. E. G., Usos diretos e propriedades da madeira para geração de energia circular técnica Nº 52 junho Nº 52, junho, 1979

BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. Características do eucalipto como combustível: análise química imediata da madeira e da casca. IPEF, Piracicaba, n. 16, p. 63-70, 1978.

CAVALIERO, C. K. N.; SILVA, E. P. da. Mecanismos de incentivo ao uso de fontes renováveis alternativas em sistemas descentralizados à luz da experiência norte americana. 2000. Referência disponível na Internet. <http://www.agr.unicamp.br/energia/agre2000/Textos/10_6.doc>

CORTEZ, L. A. B. ; LORA, E. S. Tecnologia de conversão energética da biomassa, pp. Ix - 19 – Universidade do Amazonas/EFEI - 1997.

CRUZ, P. de T. de A.; NOGUEIRA, M. F. M. Oportunidades para o desenvolvimento da biomassa energética no Brasil. Biomassa & Energia, v. 1, n. 1, p.37-44, 2004.

GOMES, P. A. & OLIVEIRA, J. B. DE. Teoria da carbonização da madeira. In: PENEDO, W. R. Uso da madeira para fins energéticos. Belo Horizonte - MG, CETEC - Centro Tecnológico de Minas Gerais, p. 27 - 41, 1980. (SPT - 001).

IBGE. 2007. Disponível no site: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso em 2007.

JUVILLAR, J.B. Tecnologia de Transformação da Madeira em Carvão, CETEC, Belo Horizonte. 1980.

MENDES, L. M.; *et al.* . Gaseificação de resíduos da indústria madeireira para geração de energia elétrica em propriedades rurais. In: Workshop sul-americano sobre usos alternativos de resíduos de origem florestal e urbana, 1997, Curitiba. Anais do Workshop sul-americano sobre usos alternativos de resíduos de origem florestal e urbana. Curitiba : EMBRAPA FLORESTAS, 1997. v. 1. p. 145-149

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Diretrizes de política de agroenergia 2006-2011. 33 f. Disponível em: <www.pdf4free.com>. Acessado em: 16 de nov. 2005.

OLIVEIRA, J.M. da C.; LOBO, P.C. Avaliação do potencial energético de resíduos de biomassa amazônica. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Campinas. Caderno de Resumos AGRENER 2002. Campinas: Unicamp, 2002.

OLIVEIRA, J. B.; GOMES, P. A.; ALMEIDA, M. R. Estudos preliminares de normatização de testes de controle de qualidade do carvão vegetal. In: PENEDO, W. R. Carvão Vegetal. Belo Horizonte, CETEC, 1982. p. 7-38. (Série de Publicações Técnica, 006).

PINHEIRO, G. F. *et al.* Densidade Energética de Resíduos Vegetais. Biomassa e Energia, 2005., v.2, n.2, p. 113-123.

PINHEIRO, G. F. *et al.* Resíduos do Setor madeireiro: aproveitamento energético. Biomassa e Energia, 2004., v.1, n.2, p. 199-208.

QUAAK, P. *et al.*. **Energy from Biomass. A Review of Combustion and Gasification Technologies**. Report 422, World Bank Technical Paper Energy Series, The World Bank, Washington, DC (1999).

ROCHA, M.P.; KLITZKE, R.J. Energia da Madeira. FUPEF – Série didática. Curitiba,. 1998. 86 p. 45. Page 46. UNIVERSIDADE DO PLANALTO CATARINENSE

ROSILLO-CALLE, F. The role of biomass energy in rural development. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL – AGRENER, 3, 2000, Campinas. Anais...Campinas: Unicamp, 2000.

SEPOF - Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. Estatística municipal: Igarapé-Açu. p. 40, 2005, Pará. Disponível em: <www.sepof.pa.gov.br>. Acessado em: 12 jan. 2006.

TEIXEIRA, M. A. Biomassa de babaçu no Brasil. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Campinas. Caderno de Resumos AGRENER 2002. Campinas: Unicamp, 2002.

AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart): EXTRATIVISMO, CARACTERÍSTICAS, ENERGIA E RENDA EM UMA COMUNIDADE NA ILHA DE MARAJÓ/ PA.

3 CAPITULO: AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DO AÇAÍ (*EUTERPE OLERACEA* MART.) COMO PRODUTO BIOENERGÉTICO E GERAÇÃO DE RENDA EM UMA COMUNIDADE ISOLADA DA ILHA DE MARAJÓ/PA.

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DO AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) COMO PRODUTO BIOENERGÉTICO E GERAÇÃO DE RENDA EM UMA COMUNIDADE ISOLADA DA ILHA DE MARAJÓ/PA.

RESUMO

Este trabalho aborda a proposta de uso alternativo de resíduos de extrativismo do açaí, caroço, para geração de renda e energia em comunidade isolada. O estudo consiste na implementação de dois sistemas de produção, cada um englobando três processos de uso alternativo do caroço do açaí: (1) Despolpamento de açaí, (2) Produção de carvão e (3) Mini-usina de geração de energia elétrica à agroindústria (sistema 1) ou fornecimento de energia para a comunidade (sistema 2). Na análise econômica foram utilizados três métodos: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Relação benefício / custo (Rb/c). Os resultados demonstram a viabilidade dos dois sistemas propostos, atendida as seguintes premissas: A produção mínima de 3619 quilos de açaí por dia, a um preço mínimo de venda de R\$ 2,00 / litro. Para um quilo do fruto produzido na fábrica 70,5% de caroço de açaí será destinada para mini-usina e carvoaria.

Palavras-chaves: viabilidade econômica, gaseificação, carvão vegetal, açaí

ECONOMIC EVALUATION OF THE USE EXTRACTIVE OF THE AÇAÍ (EUTERPE OLERACEA MART.) AS PRODUCT BIOENERGÉTICO AND GENERATION OF INCOME IN AN ISOLATED COMMUNITY OF THE ISLAND OF THE MARAJÓ/PA.

ABSTRACT

This work approaches the proposal for alternative use of waste from extractive açai, stone, to generate income and energy in isolated communities. The study is the implementation of two production systems, each comprising three alternative procedures for the use of stone of açai: (1) Despolpamento of açai, (2) Production of coal and (3) Mini-mill to generate electricity to agribusiness system (1) or supply of energy to the community system (2). In the economic analysis were used three methods: Present value Liquid (PVL), Tax Interns of Return (TIR) and Relationship benefit / cost (Rb/c). The results demonstrate the viability of the two proposed systems, answered the following premises: The minimum production of 3.619 kilo of açai a day, a minimum selling price of R\$ 2.00 per liter. For one kilo of fruit produced in the manufacture of stone 70.5% of açai is intended for mini-mill and coal.

KEYWORDS: economic viability, gasification, charcoal, açai.

3.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que apresenta uma série de vantagens de utilização de biomassa como fonte energética. A principal delas é quanto à questão da disponibilidade, abundância e variedade que esse país apresenta. Os resíduos disponíveis são suficientes para abastecer grande parte das localidades que são desprovidas de energia elétrica, visto que tanto o setor florestal, industrial, agrícola, como também extrativista geram grandes concentrações de resíduos, que na sua maioria são descartados de forma impactante para o meio ambiente como também para o homem.

É importante ressaltar que no Brasil milhares de localidades, principalmente, áreas rurais, ilhas, comunidades isoladas, por serem distantes dos grandes centros urbanos, e por apresentarem baixas densidades demográficas não são atendidos por energia elétrica convencional, sendo muito oneroso para o governo e para as concessionárias de energia fornecer tal serviço.

Assim, o Governo Federal lançou em novembro de 2003 o desafio de acabar com a exclusão elétrica no país, através da criação do Programa “LUZ PARA TODOS”, que tem o objetivo de levar energia elétrica para mais de 10 milhões de pessoas do meio rural até 2008, onde a ligação da energia elétrica até os domicílios será gratuita (MME, 2007). Esse programa vem contribuir para a geração de energia elétrica baseada no uso de fontes alternativas de produção de energia, já que, muitas vezes, a localização e infra-estrutura de acesso tornam-se empecilhos sob aspectos técnicos e econômicos para o sistema convencional de fornecimento de energia.

Em vista deste contexto, a geração de energia através de gaseificação, tecnologia já muito utilizada na Índia, surge como uma oportunidade do governo em atender essas comunidades, bem como apresentar ao mundo um modelo sustentável de geração de energia a partir de combustível renovável.

Além de suprir a demanda dessas comunidades que não possuem energia elétrica a bioenergia surge como uma fonte promissora para complementar ou, até mesmo, substituir as energias provindas do petróleo e seus derivados, já que estes combustíveis ocasionam grandes impactos ambientais, além de serem sofrendo grandes variações no mercado, devido a diminuição de suas reservas.

Outra vantagem do uso da biomassa em energia é o seu dinamismo quanto à disponibilidade, que vai desde o uso de resíduos até a plantação de espécies para fins energéticos, além de ser um produto renovável.

Segundo ANEEL (2002) a biomassa energética como fonte alternativa, além de ser favorável ao meio ambiente, promove o desenvolvimento local e geração de empregos, reduzindo o problema do êxodo rural e a dependência externa de energia. Desta forma, pode-se considerar a produção de biocombustível como uma oportunidade de desenvolvimento sustentável através da agregação de valor a matéria-prima mal aproveitada através de seu uso para geração de energia, e conseqüentemente, a diminuição da importação de combustíveis fósseis e seus derivados.

O uso de biomassa para fins energéticos não é novidade no Brasil, apesar de pequena a sua participação no setor elétrico, vem aumentando gradativamente com os avanços tecnológicos juntamente com as pressões ambientais e sociais.

Segundo, os dados do Ministério Minas e Energia (2007) o mapa da exclusão elétrica no país revela que as famílias sem acesso à energia estão majoritariamente nas localidades de menor Índice de Desenvolvimento Humano e nas famílias de baixa renda. Cerca de 90% destas famílias têm renda inferior a três salários-mínimos e 80% estão no meio rural. Por isso, o objetivo do governo é utilizar a energia como vetor de desenvolvimento social e econômico destas comunidades, contribuindo para a redução da pobreza e aumento da renda familiar. O MME (2007) acredita que com a chegada da energia elétrica facilitará a integração dos programas sociais do governo federal, além do acesso a serviços de saúde, educação, abastecimento de água e saneamento.

A comunidade Chipaiá, localizada no município de Cachoeira do Arari, por apresentar o IDH médio de 0,68 (SEPOF, 2006), se enquadra dentre as prioridades do Programa Luz para Todos, que observa os municípios com Índice de Atendimento a Domicílios inferior a 85%, como também projetos que enfoquem o uso produtivo da energia elétrica e que fomentem o desenvolvimento local integrado; escolas públicas, postos de saúde e poços de abastecimento d'água; como também projetos para o desenvolvimento da agricultura familiar, atendimento de pequenos e médios agricultores; e populações em áreas de uso específico de comunidades especiais, dentre os quais, comunidades extrativistas.

Outra forma de uso energético da biomassa é a produção de carvão vegetal, produto este bastante comercializado, principalmente nos Estados de Minas Gerais e Pará, onde têm uma concentração de indústrias sidero-metalúrgicas, principais consumidores do país (ABRACAVE, 2004).

O uso múltiplo dos resíduos gerados por essas pequenas comunidades, proporcionará uma melhoria na renda e dinamismo nas atividades nessas localidades, conseqüentemente geração de emprego, entre outros.

Nesse sentido, procurou-se simular e verificar a viabilidade econômica de implantação de uma agroindústria que apresente três processos, o beneficiamento do açaí, através de produção de polpa, produção de carvão e geração de energia elétrica através da gaseificação.

3.2 OBJETIVO

3.2.1 Objetivo geral

Analisar a viabilidade econômica do uso do caroço do açaí procedente de uma agroindústria de beneficiamento do fruto do açaí (*Euterpe Oleracea*, Mart) para geração de renda e produtos energéticos à comunidade Chipaiá no município de Cachoeira do Arari na Ilha de Marajó.

3.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar economicamente a implantação de uma agroindústria que apresenta três processos produtivos; uma fábrica de açaí, uma carvoaria e uma mini-usina bioenergética agregando valores ao fruto do açaí.
- Simular e avaliar economicamente, dentro de cada processo produtivo, duas possíveis alternativas de geração de energia elétrica, uma com abastecimento para a agroindústria e a outra com geração e fornecimento de eletricidade à comunidade Chipaiá.
- Determinar custos e receitas resultantes da comercialização da polpa de açaí, do carvão vegetal e da energia elétrica provindos do açaí.
- Avaliar o retorno financeiro para cada tipo de sistema, através de indicadores econômicos.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1 Caracterização da área de estudo

3.3.1.1 *Município Cachoeira do Arari*

O município de Cachoeira do Arari está localizado na mesorregião do Marajó e microrregião do Arari. A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: 01° 00'36" de latitude sul e 48°57'36" de longitude a Oeste de Greenwich.

As descrições quanto aos aspectos físicos territoriais do município de Cachoeira do Arari são apresentados na TABELA 30.

TABELA 30 Descrição dos aspectos físico territoriais da área de estudo, Cachoeira do Arari/PA, baseados nos dados do SEPOF, 2006.

Clima	Fazendo parte do equatorial úmido, o clima apresenta todas as características que lhe são inerentes: temperatura média em torno de 27°C, mínima superior a 18° C, e máxima de 36° C, umidade elevada e alta pluviosidade, nos seis primeiros meses do ano. Nesses meses chuvosos, ocorrem as menores temperaturas, enquanto nos últimos seis meses ocorrem as temperaturas mais elevadas.
Solos	Os solos do município são representados pela Laterita Hidromórfica, em maior porcentagem, associada a Areais Quartzosas e Solos Aluviais.
Vegetação	Predominam os seguintes tipos de vegetação: Floresta Densa de Terra Firme: Campos Cerrados; Campos Altos e Campos Baixos. Às margens dos baixos cursos d'água, destaca-se a Floresta Aberta Mista, nas várzeas sujeitas a inundações das marés, onde ocorre, também, o Manguezal. Devido à prática da agricultura migratória, nos tratos de Floresta Densa, podem ser observadas manchas de Floresta Secundária, onde os cultivos foram abandonados.
Hidrografia	Na drenagem do município, destaca-se o rio Arari, que serve de limite natural, a oeste, com o município de Ponta de Pedras, pertencendo ao município de Cachoeira do Arari apenas os seus afluentes pela margem esquerda. Outro rio que se destaca é o rio Camará, que serve de limite natural, a leste, com o município de Salvaterra, pertencendo ao município somente os afluentes de sua margem direita. Tanto o Arari como o rio Camará desaguam na baía de Marajó, a sudeste do município. Convém destacar, ainda, o lago Arari - o mais importante do Marajó - que, pela localização limítrofe com Santa Cruz do Arari, beneficia ambos os municípios. Outros lagos importantes neste município são os lagos, Guajará, Retiro Grande, Santa Cruz e Paraíso e Guarapi.
Topografia	Como em toda a Ilha de Marajó, o relevo é aplainado com cotas baixas, sendo 20 metros na sede, considerada uma das mais altas da ilha.

Geologia e Relevo	A estrutura geológica caracteriza-se pela evidente simplicidade, representada pelos sedimentos Quaternários antigos e recentes. Os primeiros assentam-se em restos do Terciário (Formação Barreiras), enquanto os últimos, são representados pelos aluviões. Morfoestruturalmente, inserem-se na unidade do Planalto Rebaixado da Amazônia.
-------------------	--

Com uma área de quase três mil quilômetros quadrados (2.857,89 Km²) e uma população de 15.783 habitantes, o município de Cachoeira do Arari aponta como principais atividades economicas a criação de bovinos e bubalinos, atendendo a cidade e outros municípios. A pesca também representa importante fonte de renda para a população. O comércio local conta com diversos estabelecimentos de varejo.

De acordo com a AMAM - Associação dos municípios do Arquipélago do Marajó (2006) o município dispõe dos seguintes serviços de Infra-Estrutura:

Sistema de Comunicação - Posto de serviço da Telemar, Agência dos Correios, uma Rádio local e retransmissoras de Televisão filiadas à Rede Globo e ao SBT.

Sistema de Segurança - À cargo de Delegacia local, com auxílio da Polícia Militar do Estado.

Sistema Médico-Hospitalar - Realizado pela unidade mista de saúde da SESPA e pelo programa de agentes comunitários de saúde mantidos pela Prefeitura.

Sistema de Abastecimento de Água e Energia - O abastecimento de água é feito pela Cosanpa através de poços artesianos, e o de energia é fornecido pelo grupo Rede /Celpa, através de usina dieselétrica, com 18 horas de duração, com fornecimento diário.

3.3.1.2 Comunidade Chipaiá

A comunidade Chipaiá situada no município de Cachoeira do Arari, está localizada as margens do igarapé Chipaiá, sob as coordenadas geográficas aproximadas de S 01° 10' latitude e W 48° 68' de longitude. Distante cerca de 03 horas e 30 minutos (via fluvial) do porto de Camará. Como atividades econômicas se destacam o extrativismo do açaí, cultivo de mandioca, macaxeira, milho, maníva, cupuaçu e outros frutos encontrados na mata que são vendidos principalmente na sede do município e em Belém A atividade de pesca é importante nessa comunidade, uma vez que se apresenta como fonte de renda e uma alternativa de suprimento alimentar. Os moradores utilizam as seguintes fontes de energia: GLP, lenha, pilha, gasolina, diesel, vela e querosene.

3.3.2 Levantamento dos aspectos socioeconômicos e técnicos da comunidade de chipaia, Cachoeira do arari/ pa.

3.3.2.1 Levantamento dos aspectos socioeconômicos da comunidade de Chipaia, Cachoeira do Arari/ PA.

Para o levantamento dos aspectos socioeconômicos utilizou-se a metodologia do Diagnóstico Rápido Participativo – DRP, com finalidade de caracterizar o perfil socioeconômico da comunidade.

Esse diagnóstico consiste numa metodologia assentada em três pilares básicos: a participação, o comportamento e as técnicas de levantamento de campo.

Para tanto foram aplicados 71 questionários na comunidade (78,9% da população), no final de 2004.

3.3.2.2 Levantamento dos aspectos técnicos da comunidade de Chipaia, Cachoeira do Arari/ PA.

A quantidade de fruto a ser gerado na fábrica de despolpamento de açaí na comunidade, foi baseada nos questionários aplicados, onde se determinou a produção média para a venda no período da safra e entressafra, e o consumo médio por família. Além dos questionários, realizou-se a pesagem das rasas produzidas diariamente.

Em seguida foram coletados os caroços para a determinação do teor de umidade, já que para a geração de energia, os mesmos deverão ter baixo teor de umidade.

3.3.2.2.1 Teor de umidade da biomassa

O teor de umidade, de acordo com Rocha e Klitzke (1998), é o fator de maior variação e efeito em todos os aspectos de utilização da biomassa como combustível.

Os caroços foram inicialmente pesados e posteriormente submetidos à secagem em estufa a 105°C até a estabilização do peso em pesagens consecutivas. O teor de umidade foi determinado com base na relação entre o peso da água contida na biomassa e o peso da mesma em estado úmido, através da Equação :

$$TU = \frac{P_{(U)} - P_{(0)}}{P_{(U)}} \times 100$$

Considerando que,

TU - teor de umidade (base úmida), %.

$P_{(U)}$ - peso da biomassa úmida, g.

$P_{(0)}$ - peso da biomassa seca em estufa à 105°C, g

3.3.3 Processo de uso alternativo do fruto do açai (*Euterpe oleracea mart.*)

3.3.3.1 Fábrica de despulpamento do fruto do açai (*Euterpe oleracea Mart.*)

a) Recepção do fruto do açai

Os frutos de açazeiro chegarão às unidades de processamento acondicionados em grades plásticas vazadas (basquetas), sendo a seguir pesados.

b) Limpeza

Os frutos de açazeiro serão transportados para um setor de limpeza onde passarão por uma sequência de procedimentos: Serão são imersos em água de qualidade com temperatura ambiente para a higienização, depois segue para um outro tanque para realizar o amolecimento do fruto com a finalidade de facilitar o processo de despulpamento. Em seguida se lavará o fruto com água clorada (20 ppm a 50 ppm1 de cloro ativo), por cerca de 20 a 40 minutos, e depois o excesso de cloro é retirado por meio da lavagem por aspersão com água potável. (NOGUEIRA, *et al.* 2005).

c) Despulpamento do açai

Nesta etapa o fruto será despulpado com a utilização de máquinas despulpadeiras construídas em aço inoxidável, modelo vertical, que procede ao despulpamento de bateladas de frutos de açazeiro com a adição de água. O produto processado descerá por gravidade, passando em peneira de malha fina, e a polpa do açai será depositado em bacias de aço

inoxidável.

Os caroços oriundos do processamento do fruto serão destinados ao abastecimento da carvoaria e da mini-usina.

d) Embalagem

Depois do despulpamento a polpa será embalada em sacos plasticos de um litro os quais serão selados e etiquetados.

e) Congelamento

O açaí despulpado e embalado será conduzido a camara frigorifica.

3.3.3.2 *Produção de carvão vegetal de caroço do açaí (Euterpe oleracea. Mart)*

A carbonização é uma decomposição termoquímica de uma biomassa na ausência completa ou de limitada quantidade de ar ou oxigênio. Assim, no processo de carbonização, a madeira é aquecida em ambiente fechado, na ausência ou presença de quantidades controladas de oxigênio, a temperaturas acima de 300 °C, desprendendo vapor d'água, líquidos orgânicos e gases não condensáveis, ficando como resíduo o carvão. (FONTES, *et al.*, 2005).

Industrialmente, o carvão vegetal é utilizado em diversas situações, a principal delas é o uso em siderurgias, como combustível e redutor do minério de ferro, além de poder ser utilizado como substituto direto do óleo combustível, onde pode ser gaseificado ou aplicado diretamente em quase todos os processos industriais, como fabricação de cimento, cerâmica e em caldeiras de vapor. Já como produto químico pode ser utilizado como fonte de carbono na fabricação de sulfureto de carbono, tetracloreto de carbono, cianeto, etc.. (ROCHA, KLITZKE, 1998).

Os caroços de açaí será carbonizados em forno metálico constituído de um reator vertical onde a entrada de ar é controlada e a saída dos gases será direcionada ao gaseificador da mini-usina.

3.3.3.3 *Mini-usina: Gaseificação do caroço do açaí (Euterpe oleracea. Mart)*

A tecnologia utilizada para a conversão do caroço de açaí em energia elétrica será a gaseificação da biomassa. O gaseificador quando acoplado a um motor de combustão interna e a um grupo gerador converte a biomassa sólida em eletricidade.

A gaseificação é um processo químico conduzido a elevada temperatura mediante o qual um combustível sólido (carvão ou biomassa) reage com uma quantidade limitada de ar ou de oxigênio (agentes oxidantes) convertendo todo o material sólido carbônico em um combustível gasoso. (ROCHA e KLITZKE, 1998).

Há varios tipos de gaseificadores, mas o mais adequado para implantação em pequenas comunidades é o gaseificador tipo leito fixo com fluxo co-corrente (FIGURA 13) . Este tipo de gaseificador é de construção e operação relativamente simples e sua principal vantagem é a produção de um gás com baixo conteúdo em alcatrão e outros condensados (ROCHA e KLITZKE, 1998).

Neste tipo de gaseificador, o sentido do fluxo da biomassa é o mesmo dos gases. De acordo com a descrição do processo de gaseificação realizada por Wander (2002), as partículas de biomassa entram no gaseificador pela parte superior, sofrendo o processo de pirolíse, onde em quantidade limitada de ar produzem gases combustíveis, além do gás carbônico e água. Quando os voláteis restantes são obrigados a passar pela zona de combustão, atingem temperaturas altas que os transformam em gases não condensáveis. Após essa zona de redução a biomassa se transformou em carvão vegetal, o dióxido de carbono e o vapor de água, que vêm da região de combustão reagem com esse carvão para gerar mais monóxido de carbono e hidrogênio. Esse processo resfria bastante o gás já que as reações de redução são endotérmicas. Com a queima e aquecimento dos voláteis, o gás produzido elimina 99% do alcatrão e condensáveis sendo, portanto, o tipo mais adequado para integrar-se com motores de combustão.

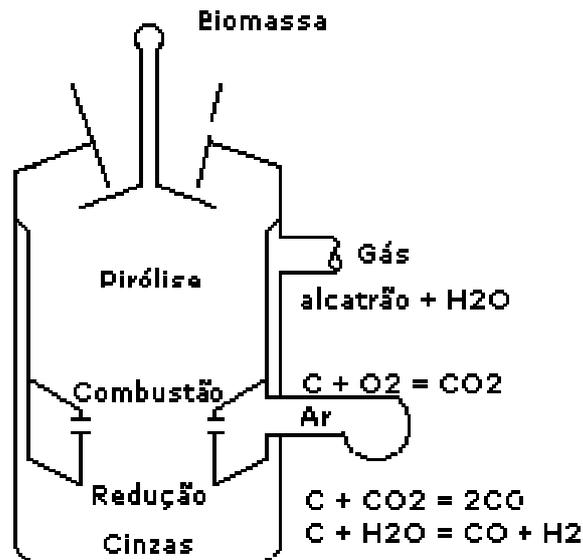


FIGURA 12 Gaseificador tipo Leito Fixo, Fluxo co-corrente. Fonte: Wander (2002)

3.3.4 Sistemas de uso alternativo do fruto do açaí (*Euterpe oleracea* Mart)

Neste trabalho foram simulados dois Sistemas de uso alternativo do fruto do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), cada um com três processos de aproveitamento do fruto do açaí: (1) **Fábrica de despoldadeira do açaí**; (2) **Carvoaria** e (3) **Mini-usina de energia elétrica**.

O que diferencia os dois sistemas é o fornecimento de energia da mini-usina:

O primeiro sistema é auto-suficiente, ou seja, a maioria da biomassa residual oriunda da fábrica de açaí é para a produção do carvão vegetal, e a menor parte destinada para o abastecimento energético da mini-usina.

O segundo sistema é projetado para o abastecimento não só da agroindústria, mas também da comunidade Chipaiá.

3.3.5 Avaliação econômica dos diferentes sistemas

3.3.5.1 Elementos de custos

As estimativas de custos para a implantação e manutenção da fábrica de despoldamento do açaí, da carvoaria e da mini-usina, originaram-se das informações obtidas na pesquisa sobre os preços unitários dos insumos, máquinas, equipamentos, mão-de-obra e demais

fatores de produção. Sendo que os valores coletados referem-se aos preços de mercado vigentes no mês de fevereiro de 2007.

Em relação aos encargos sociais e trabalhistas foi baseado no cálculo proposto por Megliorini (2001) para o funcionário mensalista.

3.3.5.2 Elementos de receitas

As receitas foram obtidas com a prognose de venda da produção da polpa de açaí, do carvão vegetal, e da energia elétrica.

O preço tanto da polpa quanto do carvão praticados nos principais pólos produtores foram levantados, em pesquisa de campo, com o objetivo de definir o preço médio a ser adotado. Entretanto encontrou-se dificuldade para se definir o preço do carvão vegetal de caroço de açaí, já que este ainda não está em nível de mercado.

Para tanto, como o preço médio do carvão vegetal de lenha está custando, segundo Rezende e Oliveira (2001), em torno de R\$ 41,93/m³ e segundo ABRACAVE (2004) o valor do carvão vegetal oriundo de florestas nativas varia de R\$ 58,00/m³ a R\$ 66,00/m³. Nos Estados do Pará e Maranhão, o preço do carvão vegetal varia de R\$60,00/m³ a R\$90,00/m³ em função dos dois períodos de estação (chuvoso e não chuvoso). O valor do carvão vegetal de caroço de açaí adotado para este estudo será R\$ 30,00/m³.

Para polpa de açaí, considerando já a media de safra e entressafra, o preço será de R\$ 2,00/litro, valor bem abaixo do mercado.

Quanto à energia elétrica, gerada na mini-usina, a receita será baseada apenas no custo operacional para a produção e geração de tal energia, sem locação, portanto, de nenhuma percentagem de lucro.

3.3.5.3 Fluxo de caixa

A montagem do fluxo de caixa reflete nas entradas e saídas dos recursos e produtos por unidade de tempo, ao longo do horizonte de planejamento, que neste caso foi de sete anos. Assim os resultados de caixa de uma empresa demonstram sua efetiva capacidade de pagamento e reaplicação dos benefícios gerados nas decisões de investimento.

3.3.5.4 Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. Ou seja, será a diferença entre receitas e custos, atualizados de acordo com determinada taxa de descontos, 12 % a.a. Segundo Rezende e Oliveira (2001) o VPL apresenta uma característica essencial para a análise de projetos, que é o desconto, para o presente, de todos os fluxos de caixa esperados como resultados de uma decisão de investimento.

O VPL pode ser considerado, como sendo, a disponibilidade ou o excedente entre as receitas e os custos operacionais, ou ainda, como sendo, a margem bruta anual, descontada a taxa de atratividade do capital empregado. (REZENDE; OLIVEIRA, 2001).

Dessa forma pode-se dizer que quanto maior o VPL, mais atrativo será o empreendimento, assim, quando o VPL for negativo o projeto será economicamente inviável

O VPL foi calculado conforme indica a equação abaixo.

$$\text{VPL} = \sum_{t=1}^n \text{RLt} - \text{Ft} \qquad \text{Ft} = \frac{1}{(1+i)^t}$$

onde:

VPL = Valor Presente Líquido;

RLt = Receita Líquida total;

Ft = Fator de correção;

n = número de anos do projeto ou período de tempo usado em cada atividade;

i = Taxa de desconto (juros).

t= Total

3.3.5.5 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Secundo Rezende e Oliveira (2001) a Taxa Interna de Retorno de um projeto é a taxa anual de retorno do investimento, tendo a propriedade de ser a taxa de desconto que iguala o valor atual de receitas (futuras) ao valor atual dos custos (futuros) do projeto. Ou seja, a TIR é definida como uma taxa de desconto que faz com que o Valor Presente Líquido se iguale a zero, sendo um método que depende exclusivamente do fluxo de caixa do sistema de produção.

Assim considera um projeto viável, quando este apresentar sua TIR igual ou maior que

o custo de oportunidade do capital investido mais a taxa de risco não diversificável. (SANGUINO, 2004).

Para esta análise usou-se a fórmula matemática :

$$\text{TIR} = \sum_{t=1}^n \frac{(\text{Bt} - \text{Ct})}{(1 + i^*)^t} = 0$$

Onde:

Bt = benefício em cada período de tempo (ano) do projeto;

Ct = custo em cada período de tempo (ano) do projeto;

n = número de anos do projeto ou período de tempo usado em cada atividade;

i* = taxa interna de retorno.

t= Total

3.3.5.5.1 Relação Benefício/Custo (R b/c)

A avaliação econômica da agroindústria também é feita pelo método da relação Benefício/Custo (R b/c) que consiste em determinar a relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos para dada taxa de desconto.

Desta forma o índice que relaciona os benefícios aos custos transforma-se num indicador de eficiência econômico-financeira por sugerir o retomo dos investimentos a partir da relação entre a receita e as despesas efetuadas para viabilizá-la. Em resumo a Rb/c indica quantas unidades de capital recebido como benefício são obtidas para cada unidade de capital investido na agroindústria.

Assim considera-se a implantação da agroindústria viável quando o valor da relação (R b/c) for maior que 1 (um) (SANGUINO, 2004). Sua expressão matemática é apresentada abaixo.

$$\text{R b/c} = \frac{\sum_{t=1}^n \text{Bt}/(1+i)^t}{\sum_{t=1}^n \text{Ct}/(1+i)^t}$$

Onde:

Bt = benefício em cada período de tempo (ano) do projeto;

Ct = custo em cada período de tempo (ano) do projeto;

n = número de anos do projeto ou período de tempo usado em cada atividade;

i = taxa de desconto (juros).

t = total

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 Premissas

Foram estabelecidas algumas premissas básicas para permitir a elaboração das projeções financeiras referentes a este estudo.

✓ O processo de uso alternativo do fruto do açaí foi aplicado a uma comunidade que tem o açaí como seu principal produto extrativista.

✓ A comunidade Chipaia não dispõe de energia elétrica convencional.

✓ A agroindústria simulada neste projeto se constitui de três processos de uso alternativo do fruto do açaí: Fábrica de açaí, Mini-usina e Carvoaria.

✓ Foram simulados dois modelos de agroindústria, com distribuição diferenciada de energia elétrica, uma com o fornecimento de energia apenas para a indústria e a outra com fornecimento para a indústria e para a comunidade de Chipaia.

✓ A agroindústria poderá ser administrada pela cooperativa ou pela associação dos moradores de Chipaia.

✓ Estimou-se para este estudo um prazo de 8 anos de duração, sem desconsiderar o fato que ele pode ser continuamente replicável a cada período de 8 anos.

✓ Seis primeiros meses do primeiro ano (ano zero) serão destinados para a instalação e implantação da agroindústria, para tanto a agroindústria só começará a produzir nos outros seis meses.

✓ Para análise econômica utilizou-se a taxa de 12% a.a, referente ao Art. Constitucional de remuneração de capital no país Art. 192 paragrafo 3º da Constituição Federal do Brasil de 1988.

✓ O tempo de operação tanto da fábrica de despulpamento do açaí, quanto da carvoaria, e da mini-usina foram estimados para 2112 horas anuais.

✓ O ciclo de vida para os equipamentos, considerando a sua manutenção, foi estimada a 10 anos, tanto para as da fábrica de açaí, quanto à carvoaria (forno metálico), e em relação a mini-usina (gaseificador) foi estipulado para 20 anos.

✓ Em se tratando de açaí, foi considerado o período da safra e entressafra, para tanto trabalhou-se com a média.

✓ Para o cálculo da produção de litro do açaí, considerou que para cada dois quilos do fruto do açaí será produzido um litro de açaí, tendo como produto polpa de açaí de textura grossa.

✓ O estudo de viabilidade técnica-econômica considerou apenas a produção do açaí comercializado.

✓ Na formação do fluxo de caixa, as despesas de investimento com a implantação e construção civil, foram efetuados no primeiro ano e as despesas com a manutenção dos estabelecimentos e equipamentos foram distribuídos ao longo do horizonte de planejamento.

✓ Quanto ao fator mão-de-obra, observa-se que para a produção destes biocombustíveis não é necessária grande especialização, somente no setor da mini-usina quando este for implantado em grande escala (20 kwh).

✓ Há redução de impacto ambiental, pois os resíduos gerados do extrativismo do açaí serão utilizados para produção de um combustível alternativo que irá substituir os combustíveis petrolíferos.

✓ Aproveitamento de resíduos extrativistas, muitas vezes descartados inapropriadamente ocasionando impacto ao meio ambiente.

✓ Possibilidade de uso de resíduos na produção de carvão vegetal e conseqüentemente diminuindo a pressão sobre a floresta nativa.

✓ Melhoria de vida e renda da comunidade, já que a mesma terá uma agroindústria que agregará valor ao produto coletado por eles, além de proporcionar geração de energia elétrica, mecanismo este, que proporcionará condições básicas para o desenvolvimento da comunidade.

3.4.2 Levantamento socioeconômico da comunidade Chipaiá

De acordo com o levantamento de campo realizado em 2004, na comunidade Chipaiá, no município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó /Pará, existem aproximadamente 90 residências na comunidade.

Esta comunidade dispõe de duas escolas, um posto de saúde, uma igreja católica e uma protestante, um centro comunitário e um salão de festa.

Na comunidade Chipaiá (Cachoeira do Arari) 41% da população informaram ter renda de até um salário mínimo e 16% dispõe de um salário mínimo, o que situa mais de 50% da população abaixo das médias dos rendimentos do município.

A sugestão das famílias para a melhoria da renda na comunidade: assistência técnica e apoio ao plantio do açaí, instalação de uma fábrica de beneficiamento de frutos, projeto de manejo de açazal, aquisição de maquinário para beneficiamento, aumento da área de plantio de açaí, aquisição de barco para pesca, na implantação de energia elétrica, aquisição de frigorífico, implementação de projetos na comunidade e na oferta de empregos.

A comunidade reconhece que seus principais problemas estão na falta de abastecimento de água e de energia elétrica, na oferta limitada de níveis educacionais, na precária assistência à saúde, na limitação de transporte, na falta de segurança, nos baixos níveis de renda e de emprego, aliado à desunião.

No que se refere à juventude, o índice de jovens fora da escola é elevadíssimo (60%), e nesse caso, a principal causa reside na necessidade de trabalhar, na desistência, considerando-se que na comunidade a oferta educacional só vai até a 6ª série, reservando às famílias que não têm oportunidade ou condições de manter seus filhos na cidade, o abandono precoce da escola.

A comunidade não dispõe de transporte escolar, cabendo à família o deslocamento para a escola (FIGURA 14).



FIGURA 13: Transporte das crianças às escolas na comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó.

Como atividades econômicas destacam-se a comercialização do açaí, já que 42,86% da população entrevistada têm a extração do açaí como à principal renda familiar, e a pesca artesanal como segunda fonte de renda, com 34,78%. As outras atividades comuns, em menor escala, na comunidade são a criação de pequenos animais (aves e suínos) e plantações de

cupuaçuzeiro e mangueira, sendo que basicamente para consumo, e apenas o excedente é comercializado.

Quanto ao beneficiamento do açaí 49% é manual e 51% é com máquina-manual (Figura 15). A produção de açaí é vendida principalmente para intermediários (92%). Destaca-se entre as razões dessa realidade a distância da comunidade em relação à cidade, que acarreta em um elevado custo de transporte.



FIGURA 14: O extrativismo do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) A: Colheita do açaí, B: Despolpamento do açaí através de máquina-manual, C: Despolpamento do açaí manual. Comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó.

Os caroços de açaí na comunidade Chipaiá, no presente momento são predominantemente jogados fora (88%), enquanto 8% utilizam como aterramento, 2% utiliza como adubo e 2% queimam.

No que se refere às formas alternativas de energia, predominam o uso de lamparina (60%), gerador coletivo (11%), gerador individual (4%), bateria (4%), vela (10%), pilha (9%). A despesa com esses energéticos representa um custo significativo para os ribeirinhos, sendo que o gasto mensal com esses recursos energéticos foi no momento do levantamento de campo na faixa de R\$ 50,00 a R\$ 100,00. Constatou-se também que a demanda média de energia por residência, incluso os serviços gerais da comunidade como o de abastecimento de água, é de aproximadamente 200 kW.

A importância da energia elétrica para a comunidade é reconhecida pela possibilidade de melhoria de renda, de lazer, de mais segurança e melhoria de vida.

Mediante esse contexto, a possibilidade de utilizar o caroço de açaí para geração de energia elétrica proporcionará condições básicas para a melhoria de vida da comunidade Chipaiá.

3.4.3 Levantamento técnico da comunidade Chipaiá

Para o cálculo do caroço do açaí se considerou que apenas 30 famílias (42,86% da população levantada) trabalham diretamente com o açaí, ou seja, a quantificação da biomassa foi baseada apenas no fornecimento dessas famílias. E que o consumo no período da safra é na ordem de 14 rasas/família e na entressafra seis rasas/família pra venda diária.

Estas rasas apresentaram um peso médio em torno de 12,06 Kg, resultando assim uma produção diária na comunidade de 5066 kg/dia de caroços no período da safra e na entressafra 2171 kg/dia, resultando uma média de 3619 kg/dia, esta média será utilizada para a análise econômica que é anual.

No final do processo de despulpamento, os caroços deverão ser levados a secagem, já que os mesmos apresentaram altos teores de umidade (TU=43,57%). A secagem será até aproximadamente ao teor de umidade com equilíbrio do meio ambiente, 20 % umidade, resultando assim uma geração de 2552 kg/dia de caroços disponibilizados para a Carvoaria e a Miniúsina. Ou seja, na fábrica de despulpamento do açaí produzem 70,53% de resíduos.

Esses 3619 kg/dias produzirão 1800 litros diários de polpa, sendo estimado que para cada dois quilos de caroços serão produzidos em média um litro de açaí grosso, sendo assim necessários 300 rasas diárias (TABELA 31).

TABELA 31: Quantificação do caroço, da rasa e da polpa de açaí, gerado diariamente pelas 30 famílias, no período da safra e entressafra da comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/PA.

Produção diária da Biomassa Total	Período		Média
	safra	entressafra	
Caroço (Kg/dia)	5066,25	2171,25	3618,75
Polpa (l/dia)	2520,00	1080,00	1800,00
Rasa (rasa/dia)	420,00	180,00	300,00

3.4.4 Fluxograma dos sistemas

3.4.4.1 Sistema 1

Na simulação 1 (FIGURA16), a entrada diária do fruto do açaí é em torno de 3619kg, fornecido pelas 30 famílias, que resultará em 1800 litros de polpa de açaí. Dessa biomassa, resultará 2552 k/dia (70,53%) serão resíduos de caroços de açaí, seco a 20% de umidade. Sendo que desses 2536 kg/dia será para o abastecimento da carvoaria e o restante para o fornecimento de energia a própria agroindústria.

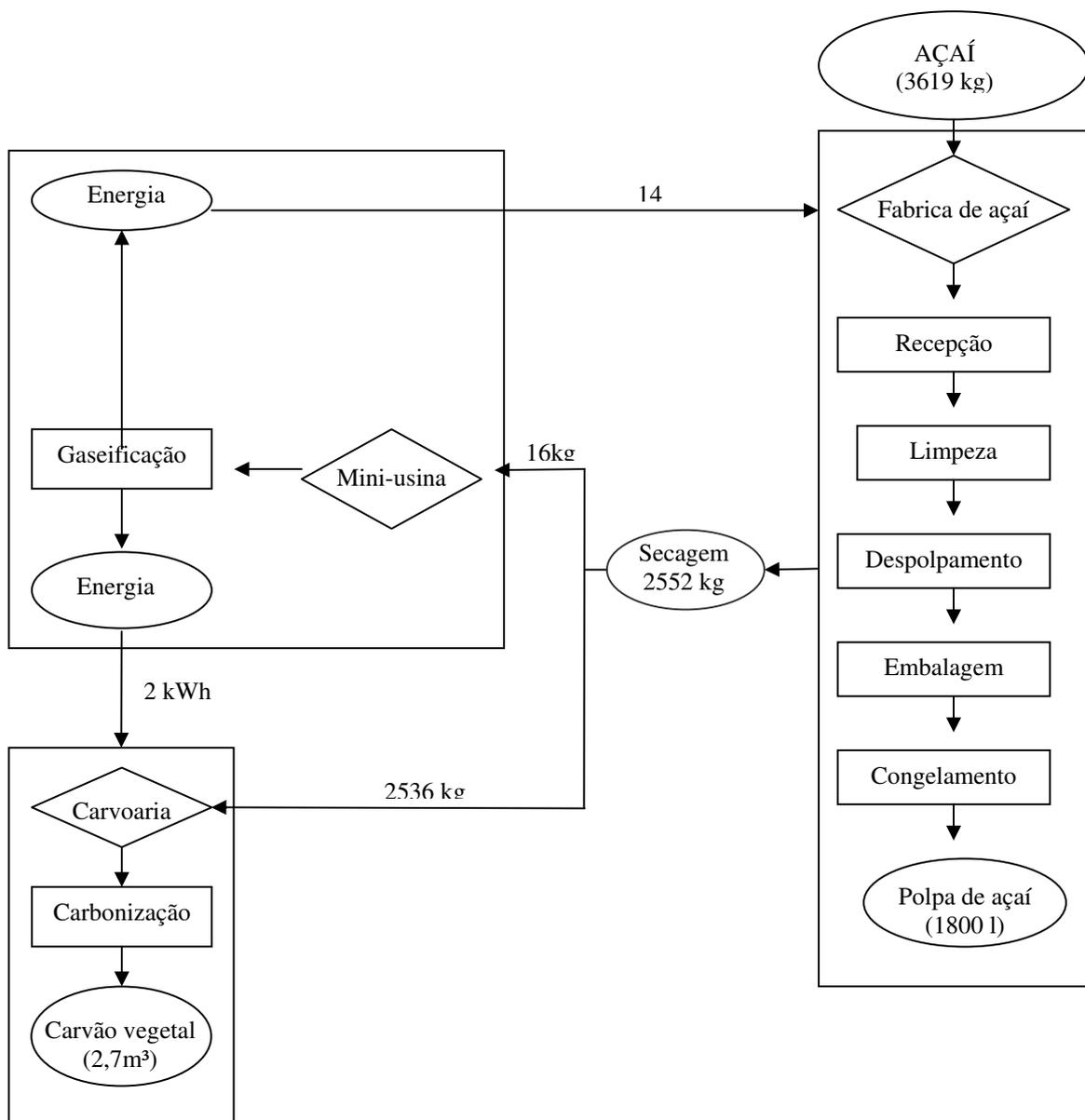


FIGURA 15: Fluxograma diário do sistema 1, proposto neste trabalho, apresentando três processos de uso alternativo do fruto do açaí de uma agroindústria (Fábrica de açaí, Mini-usina e Carvoaria).

3.4.4.2 Sistema 2

Na simulação 2 (FIGURA17), a entrada e saída da fábrica de açaí será a mesma do sistema 1 (item 4.2.1.). Apenas a distribuição dos resíduos gerados no despulpamento será diferente, onde 2392,44 kg/dia serão para o abastecimento da carvoaria, resultando uma produção de 2,5 m³/dia e 160 kg/dia serão para o fornecimento de energia para a agroindústria e para a comunidade Chipaiá, sendo que 144kwh/dia serão destinados a comunidade.

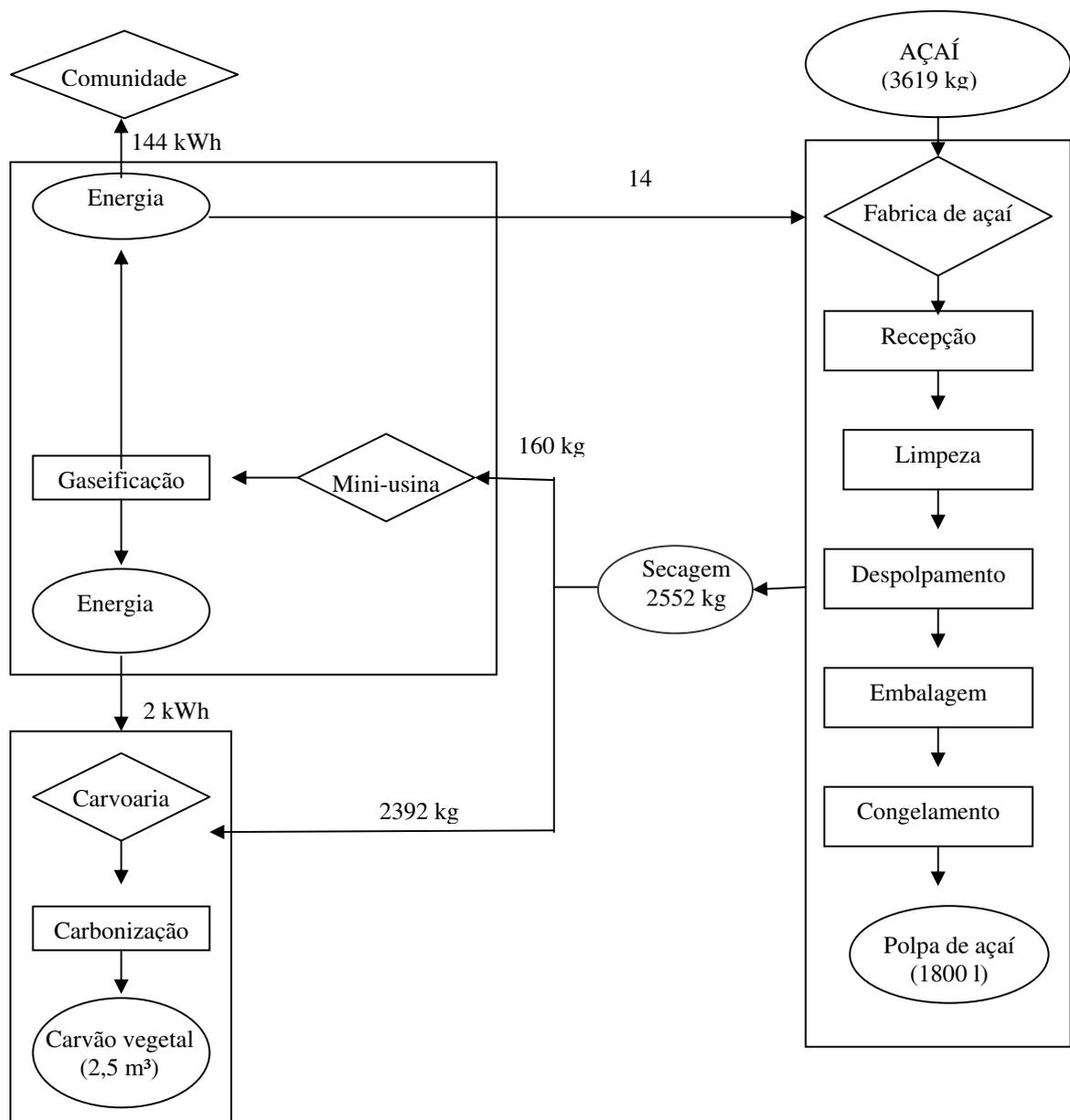


FIGURA 16 : Fluxograma diário do sistema 2 apresentando três processos de uso alternativo do fruto do açaí (Fábrica de açaí, Mini-usina e Carvoaria).

3.4.5 Avaliação econômica

3.4.5.1 Elementos de custo

Na TABELA 32 (ANEXO 2) estão discriminados os custos necessários de implantação de cada sistema levantado nesse estudo, para o uso alternativo do fruto do açaí.

Observa-se na TABELA 32 que o custo do sistema 2, é 4,92% mais oneroso que o sistema 1, o que é de se esperar, já que o sistema 2 utiliza um gaseificador de 20 kWh, necessário para a geração de energia elétrica a comunidade, enquanto o sistema 1, é projetado gaseificador de 2kwh que já é suficiente para abastecer a agroindústria. Também é necessária maior quantidade de mão-de-obra operando na mini-usina.

Verifica-se também que a maior percentagem dos custos é proveniente dos insumos, que neste caso, se baseia na aquisição dos frutos de açaí para abastecer a fábrica, já que para a carvoaria e para a mini-usina utilizam os resíduos gerados do despolpamento do açaí. Para tanto se aconselha, futuramente, que a agroindústria implante áreas de açaizais.

TABELA 32 Descrição orçamentária dos custos necessários para a implantação do sistema 1 e 2, para uso alternativo do fruto do açaí na comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/PA.

Descrição orçamentária	Sistema 1	%	Sistema 2	%
Implantação	R\$ 382.207,79	5,77%	R\$ 346.717,68	5,15%
Salários e encargos sociais	R\$ 1.236.864,09	18,68%	R\$ 1.379.236,93	20,50%
Insumos	R\$ 4.943.204,51	74,65%	R\$ 4.943.403,64	73,46%
Administração	R\$ 59.740,20	0,90%	R\$ 59.740,20	0,89%
Total	R\$ 6.622.016,58	100,00%	R\$ 6.729.098,46	100%

3.4.5.2 Elementos de receitas

3.4.5.2.1 Produto: Polpa de açaí

Como o processo de despolpamento do açaí não difere nos dois sistemas, as receitas geradas por esses dois sistemas são o mesmos, em torno de R\$ 7.128.000,00, no final dos oito anos, tendo uma média de R\$ 74.250,00 por mês (TABELA33).

TABELA 33 Produção e Receita bruta da produção de polpa de açaí no final de 8 anos de empreendimento para os dois sistema, 1 e 2, proposta para a comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/PA.

Sistemas	Unid	Preço de venda	Produção	Receita Bruta
1	litro	R\$ 2,00	3564000	R\$ 7.128.000
2	litro	R\$ 2,00	3564000	R\$ 7.128.000

3.4.5.2.2 Produto: Carvão Vegetal

Em relação ao carvão vegetal, o sistema 1 apresenta maior receita bruta em relação ao sistema 2, isto se deve ao fato que no sistema 1 a maior parte da biomassa é convertida em carvão vegetal, sendo apenas um pequena percentagem (0,44%) em relação ao resíduo gerado é destinado para a geração de energia à própria indústria (TABELA34).

TABELA 34 Produção e Receita bruta da produção do carvão vegetal no final de 8 anos de empreendimento para os dois sistema, 1 e 2, proposta para a comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/PA.

Sist emas	Unid	Preço de venda	Produção	Receita Bruta
1	m ³	R\$ 30,00	5325	R\$ 159.750
2	m ³	R\$ 30,00	5023	R\$ 150.680

3.4.5.2.3 Produto: Energia elétrica

Considerando que a energia elétrica é sem fins lucrativos, a receita que a agroindústria arrecada à comunidade, no segundo sistema é na sua totalidade para custo da operação, manutenção e geração de energia elétrica (TABELA35).

TABELA 35: Produção e Receita bruta da produção de energia elétrica no final de 8 anos de empreendimento para os dois sistemas, 1 e 2, proposta para a comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari/PA.

Sistemas	Unid	Preço de venda	Produção	Receita Bruta
1	kWh	-	34400	-
2	kWh	R\$ 0,72	432000	R\$ 312.212

3.4.5.3 Valor Presente Líquido (VPL)

Os dois sistemas levantados nesse estudo apresentaram-se viáveis economicamente para taxas de 12%, uma vez que o VPL dos dois sistemas foram maiores que zero, ou seja, no final do empreendimento de (8 anos), se a comunidade preferir implantar o sistema 1 terá um excedente entre as receitas e os custos operacionais no valor de R\$ 237.822,26, e se implantar o sistema 2, terá também um excedente de R\$ 72.767,5, para a taxa de desconto constante de 12 % (FIGURA18).

VPL 1000 R\$

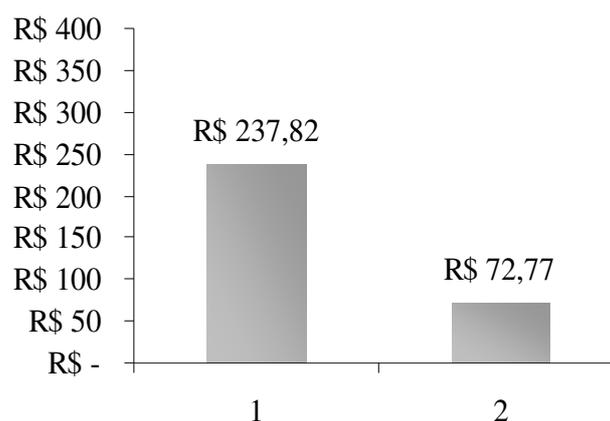


FIGURA 17 Valor Presente Líquido (VPL) nos dois sistemas de uso alternativo do fruto do açaí (Fábrica de açaí, Mini-usina e Carvoaria).

3.4.5.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno do sistema 1 foi de 32,53% e para o sistema 2 foi de 16,55% (FIGURA 19). Desta forma pode-se afirmar que os dois sistemas, dentro do horizonte de planejamento igual há 8 anos, foram economicamente viáveis, visto que a taxa adotada para ser utilizada como Fator de Desconto é inferior (12%) ao TIR encontrado nos dois sistemas.

Nesse contexto para que o sistema 1 seja economicamente inviável a taxa do mercado deverá ser superior a 32,53% para o sistema 1 e 16,55% referente ao sistema 2. No entanto, é importante observar que a TIR encontrada no sistema 2 (16,55%), está muito próximo da taxa de desconto, 12%, porém, esse sistema estaria proporcionando rentabilidade econômica incalculável neste trabalho, tais como, melhoria vida à comunidade, o no meio ambiente através da substituição de produtos petrolíferos (diesel), entre outros.

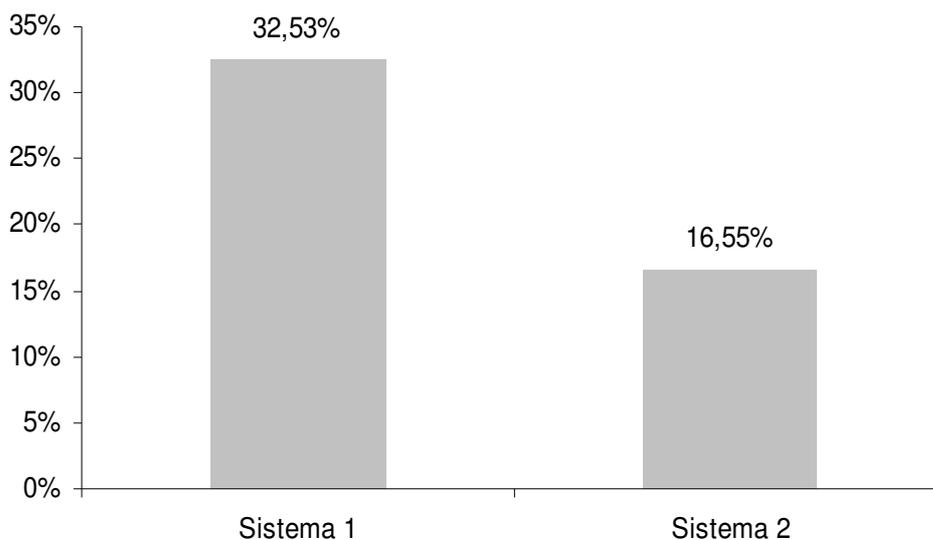


FIGURA 18 Gráfico da TIR dos sistemas estudados para o uso alternativo do fruto do açaí (Fábrica de açaí, Mini-usina e Carvoaria).

A FIGURA 20 apresenta o efeito da taxa de desconto sobre o VPL para os dois projetos analisados. Nota-se que uma taxa de desconto de 12% ao ano, todos os dois sistemas foram viáveis economicamente, e esses sistemas só serão inviáveis quando a taxa de desconto forem superiores a 35% para o sistema 1 e 17% para o sistema 2.

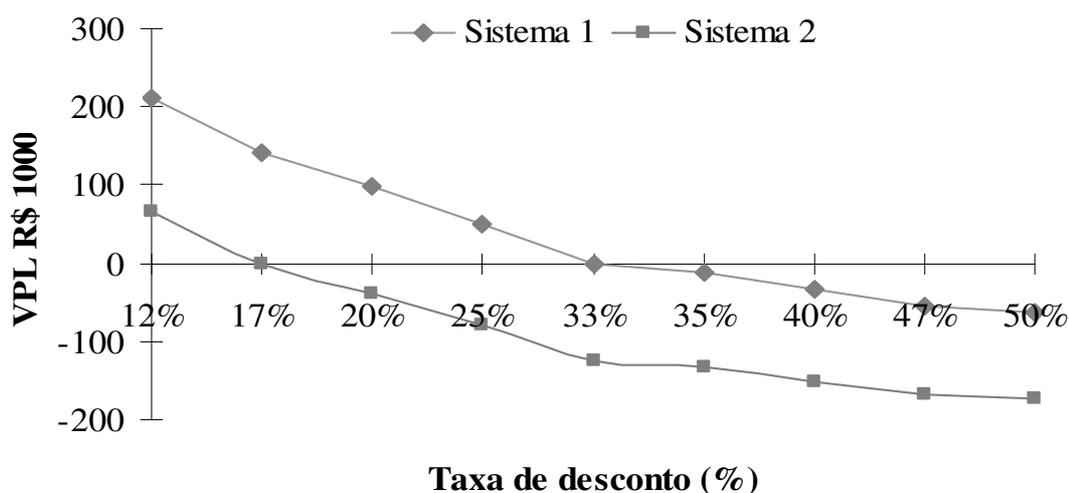


FIGURA 19 Gráfico do VPL (R\$) em função da taxa de desconto, utilizado para estimar o TIR.

3.4.5.5 *Relação benefício-custo (Rb/c)*

Na análise deste indicador, observa-se que utilizando a taxa de desconto de 12%, as receitas inerentes ao projeto superam os custos necessários, ou seja, o capital investido em cada sistema estudado foi recuperado.

Assim, tanto o sistema 1 quanto o sistema 2 foram considerados viáveis economicamente, já que o índice foi equivalente a R\$ 1,05 e R\$1,01, respectivamente, o que significa dizer que para cada R\$ 1,00 investido terá um retorno financeiro de R\$ 1,05 para o sistema 1 e R\$ 1,01 para o sistema 2 (FIGURA21).

Apesar do retorno não ser alto, os dois sistemas ainda assim são considerados viáveis, pois estaria agregando não só valor a produtos por eles não valorizado, mas estaria principalmente gerando opções de produção de produtos energéticos.

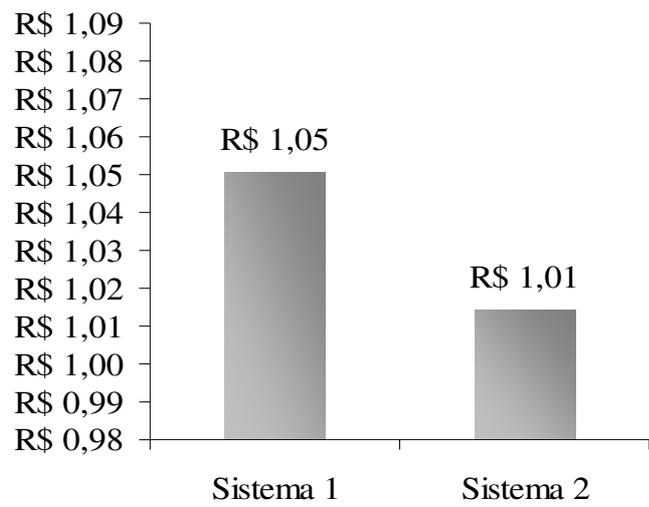


FIGURA 20 Gráfico da Relação Benefício Custo nos dois sistemas proposto para uso alternativo da comunidade Chipaiá, Cachoeira do Arari.

3.5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, podem ser inferidas as seguintes conclusões:

- 1) O caroço de açaí pode ser utilizado como fontes alternativas de energia, complementando o emprego do açaí como produto alimentício.
- 2) A fabricação de polpa de açaí, juntamente com a produção de carvão vegetal e energia elétrica, dos dois sistemas estudados, indicaram a viabilidade econômica para uma produção de 300 rasas/dia de açaí.
- 3) No final dos 7 anos, a agroindústria que gera apenas energia própria, apresentará uma receita atualizada de R\$ 237.822,26. De maneira que para cada um real investido no sistema, a agroindústria apresentará um rendimento de R\$ 1,05.
- 4) Já para a proposta do sistema 2, a agroindústria que fornecerá energia elétrica a comunidade de Chipaia, no final dos 8 anos, apresentará uma receita atualizada de R\$ 72.767,51, sendo que um real investido no sistema, a agroindústria apresentará um rendimento de R\$ 1,01.
- 5) A Taxa Interna de Retorno dos respectivos sistemas, foi superior à Taxa Mínima de Atratividade, estabelecida de 12%, demonstrando a viabilidade da produção de polpa de açaí, carvão vegetal e energia elétrica, tanto para a indústria, como também para a comunidade.
- 6) O uso alternativo dos resíduos de extrativismo de açaí (caroços) garante a geração de renda, emprego e melhoria de vida a população.
- 7) A transformação de resíduos do extrativismo de açaí (caroços) em energia através da fábrica de carvão vegetal e geração de energia elétrica garante a redução do impacto ambiental, minimizando a formação de substâncias químicas devido à decomposição desses materiais quando ficam abandonados nas propriedades.

3.6 REFERÊNCIAS

ABRACAVE. Anuário estatístico, Belo Horizonte: 1976-2003. http://www.showsite.com.br/silvimiras/html/AnexoCampo/ANUARIO_2003.pdf 2004

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 1 ed [Brasília, DF]: ANEEL, 2002. 153 p. 13f dobradas.

FONTES, *et al.* Spatial price integration the market of wood charcoal in Minas Gerais, Brasil. *Rev. Árvore.*, Viçosa, v. 29, n. 6, 2005.

MEGLIORINI, Evandir. Custos. 1.ed. São Paulo: Makron Books, 2001.

MME. http://www.mme.gov.br/programs_display.do?chn=686. 2007

NOGUEIRA, O. L. *et al.* Sistemas de Produção de açaí. 1. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. v. Único. 137 p.

NORONHA, J.R. Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. 2º edição. São Paulo. Atlas, 1987. 289p.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. Análises econômica e social de projetos florestais. Universidade Federal de Viçosa, 2001. 389 p.

ROCHA, M.P.; KLITZKE, R.J. Energia da Madeira. FUPEF – Série didática. Curitiba,. 1998. 86 p. 45. Page 46. UNIVERSIDADE DO PLANALTO CATARINENSE

SANGUINO, A.C. Avaliação econômica na produção em sistemas agroflorestais na Amazônia. Belém: UFRA, 2004. 196 p. Tese (Doutorado em ciências florestais). Universidade Federal Rural da Amazônia, 2004.

SEPOF - Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. Estatística municipal: Igarapé-Açu. p. 40, 2005, Pará. Disponível em: <www.sepof.pa.gov.br>. Acessado em: 12 jan. 2006.

WANDER, P. R., Utilização de resíduos de madeira e lenha como alternativas de energias renováveis para o desenvolvimento sustentável da região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul – Tese de Doutorado em Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. • Christian Staiss e Helena Pereira. 106 p.2001.

ANEXO 1

- Especificações do Gaseificador

Marca: G20

Fabricante: Nacional (Floragás)

Tipo de tecnologia (tipo de leito): Leito Fixo

Modelo: Topo aberto, entrada de ar germinada, gaseificação com fluxo co-corrente

Dimensões: 2,2 x 2,5 x 3,8

Composição do gás gerado: CO: 20 + 1%; CH₄: 2 + 0,5%, H₂: 20 + 1%; CO₂: 12 + 1% e restante N₂

Poder calorífico do gás gerado e sua composição: 4.6 ± 0.2 mj/kg

Nível de Breu e particulado no gás após resfriamento e limpeza: <100ppm

Capacidade: 20kwh

Consumo: 20 kg/h

Tipo de biomassa: Qualquer bio-residuo sólido de densidade maior que 250 kg/m³, conteúdo de cinzas menor que 5%

3.7 GERADOR

O gerador a ser utilizado deverá ser síncrono, trifásico com neutro acessível, com sistema de excitação BRUSHLESS (sem escovas), com regulação de tensão, carcaça de chapa de aço, preenchendo requisitos da ABNT, com as seguintes características:

Potência aparente nominal = 32.5kVA

Fator de Potência = 0,8

Frequência = 60 Hz

Tensão Nominal = 127/220 V

Regime de Serviço = S1

Proteção = em local abrigado

A carcaça do gerador e o quadro de comando deverão ser solidamente aterrados através de hastes de cobre tipo “copperweld” de 3 m de comprimento e 5/8” (15,875 mm) de diâmetro.

- Especificações do Forno de Carbonização de Partículas

Marca: FCP

Fabricante: Nacional (Floragás/UFRA)

Tipo de tecnologia: Forno vertical, metalico, dimensionado para carbonizar 1,3 m³ de

partículas. Entrada do material pela parte superior, e saída na parte inferior, com material ainda quente.

Período de carbonização: É média 24 horas, e o esfriamento inexistente, o material depois de carbonizado será acondicionado em um carrinho com roldanas, que conduzirá o material ao local de armazenamento.

ANEXO 2

1. Descrição do Sistema 1

Dados do Sistema 1	Valor	Unidades
Produto	Polpa congelada de açaí, carvão vegetal e geração de energia elétrica à agroindústria	
Mercado consumidor	Regional e Nacional	
Mão-de-obra (Fábrica)	13	h/ano
Mão-de-obra (Carvoaria)	2	h/ano
Mão-de-obra (Mini-usina)	1	h/ano
Mão-de-obra (Total)	16	h/ano
Tempo de operação da Agroindústria	2112	h/ano
Taxas de juros anual	12%	-
Preço da polpa de açaí	R\$ 2,00	R\$/l
Preço do carvão vegetal	R\$ 30,00	R\$/m ³
Preço do energia elétrica	R\$ 0,79	R\$/kWh
Polpa de açaí	475200	L/ano
Carvão Vegetal	710	m ³ /ano
Energia elétrica - consumo próprio	28800	kWh/ano
Vida útil do sistema	8	anos

2. Descrição do sistema 2

Dados do Sistema 2	Valor	Unidades
Produto	Polpas congeladas de açaí, carvão vegetal e geração de energia elétrica à comunidade	
Mercado consumidor	Regional e Nacional	
Mão-de-obra (Fábrica)	13	h/ano
Mão-de-obra (Carvoaria)	2	h/ano
Mão-de-obra (Mini-usina)	2	h/ano
Mão-de-obra (Total)	17	h/ano
Tempo de operação da mini-usina	2112	h/ano
Taxas de juros anual	12%	-
Preço da polpa de açaí	R\$ 2,00	R\$/l
Preço do carvão vegetal	R\$ 30,00	R\$/m ³
Preço do energia elétrica	R\$ 0,72	R\$/kWh
Produção de açaí	475200	l/ano
Produção do carvão vegetal	670	m ³ / ano
Produção de energia elétrica	57600	kWh/ano
Vida útil do sistema	8	anos

3. Infraestrutura e construção civil

Infra-estrutura e construção civil	Unid.	Sistema 1	Sistema 2
Construção da mini-usina	galpão	R\$ 64.000	R\$ 64.000
Construção da fábrica de açaí	Indústria	R\$ 82.400	R\$ 82.400
Construção da Carvoaria	galpão	R\$ 64.000	R\$ 64.000
Terreno	Área	R\$ 60.000	R\$ 60.000
Total		R\$ 270.400	R\$ 270.400

4. Máquinas e equipamentos

Máquinas e equipamentos	Unid	Sistema 1	Sistema 2
Mini-usina	Unid.	R\$ 16.000	R\$ 160.000
Fábrica de açaí	Unid.	R\$ 34.963	R\$ 34.963
Carvoaria	Unid.	R\$ 24.120	R\$ 16.080
Total		R\$ 75.083	R\$ 211.043

5. Mão de obra

Mão de Obra	Sistema 1	Sistema 2
Mão-de-obra da Mini-usina	R\$ 169.068	R\$ 311.441
Mão-de-obra da Fábrica de açaí	R\$ 943.220	R\$ 943.220
Mão-de-obra da Carvoaria	R\$ 124.576	R\$ 124.576
Total	R\$ 1.236.864	R\$ 1.379.237

6. Aquisição de Insumos

Insumo	Sistema 1	Sistema 2
Material de consumo	R\$ 997.970	R\$ 997.970
EPI- mini-usina	R\$ 573	R\$ 772
EPI- carvoaria	R\$ 1.809	R\$ 1.809
Matéria prima - Rasa de açaí	R\$ 3.942.853	R\$ 3.942.853
Outros	R\$ 59.740	R\$ 59.740
Total	R\$ 4.943.205	R\$ 4.943.404

ANEXO 2

7. Fluxo de caixa do sistema 1

Descrição orçamentária	Unid.	Valor unitár.	Qtd	Ano zero		Valor unitár.	Qtd	Ano 7	
					Total				Total
A -Infra-estrutura e construção civil				R\$ 270.400					
Construção da mini-usina	galpão	R\$ 800	80		R\$ 64.000				
Construção da fábrica de açaí	Indústria	R\$ 800	103		R\$ 82.400				
Construção da Carvoaria	galpão	R\$ 800	80		R\$ 64.000				
Terreno	Área	R\$ 200	300		R\$ 60.000				
B -Máquina e equipamentos				R\$ 75.083					
Mini-usina	Unid.	R\$ 16.000	1		R\$ 16.000				
Fábrica de açaí	Unid.	R\$ 34.963	1		R\$ 34.963				
Carvoaria	Unid.	R\$ 24.120	1		R\$ 24.120				
C - Salários e encargos sociais				R\$ 74.535				R\$ 149.069	
Mão-de-obra da Mini-usina	hom./mês	R\$ 1.698	6		R\$ 10.188	R\$ 1.698	12	R\$ 20.376	
Mão-de-obra da Fábrica de açaí	hom./mês	R\$ 9.473	6		R\$ 56.839	R\$ 9.473	12	R\$ 113.679	
Mão-de-obra da Carvoaria	hom./mês	R\$ 1.251	6		R\$ 7.507	R\$ 1.251	12	R\$ 15.014	
D - Insumos				R\$ 297.882		***		R\$ 595.764	
Material de consumo	mês	R\$ 10.023	6		R\$ 60.139	R\$ 10.023	12	R\$ 120.277	
EPI- mini-usina	mês	R\$ 35	1		R\$ 35	R\$ 35	2	R\$ 69	
EPI- carvoaria	mês	R\$ 109	1		R\$ 109	R\$ 109	2	R\$ 218	
Matéria prima - Rasa de açaí	mês	R\$ 6,0	39600		R\$ 237.600	R\$ 6,0	79200	R\$ 475.200	
E - Administração				R\$ 3.600				R\$ 7.200	
Telefone fixo	mês	R\$ 500	6		R\$ 3.000	R\$ 500	12	R\$ 6.000	
Internet	mês	R\$ 100	6		R\$ 600	R\$ 100	12	R\$ 1.200	
F - Receitas				R\$ 485.850				R\$ 971.700	
Carvão de açaí	m²	R\$ 30	355		R\$ 10.650	R\$ 30	710	R\$ 21.300	
Polpa	l	R\$ 2,00	237600		R\$ 475.200	R\$ 2,00	475200	R\$ 950.400	
Depreciação dos equipamentos	ano				R\$ 6.708			R\$ 6.708	
Manutenção	10,00%				R\$ 7.508			R\$ 7.508	
Custo total					R\$ 735.716			R\$ 766.250	
Custo total + impostos	10,63%				R\$ 813.923			R\$ 847.702	
Receita Total					-R\$ 328.073			R\$ 123.998	

Ano	Fluxo nominal			Fluxo atualizado (12%)			
	Receita Bruta	Custo Total	Receita Líquida	fator de atualização (12%)	Receita	Custo	Receita líq. atualizada
0	485850	813923	-328073	1,00	485850	813923	-328073
1	971700	847702	123998	0,89	867589	756877	110712
2	971700	847702	123998	0,80	774633	675783	98850
3	971700	847702	123998	0,71	691637	603378	88259
4	971700	847702	123998	0,64	617533	538730	78803
5	971700	847702	123998	0,57	551369	481009	70360
6	971700	847702	123998	0,51	492293	429472	62821
7	971700	847702	123998	0,45	439548	383457	56090
Total	7287750	6747839	539911	5,56	4920452	4682630	237822

ANEXO 3

8. Fluxo de caixa do sistema 2

Descrição orçamentária	Unid.	Valor unitár.	Qtd	Ano zero		Ano 7	
				Total	Total	Valor unitár.	Qtd
A -Infra-estrutura e construção civil				R\$ 270.400			
Construção da mini-usina	galpão	R\$ 800	80	R\$ 64.000			
Construção da fábrica de açaí	Indústria	R\$ 800	103	R\$ 82.400			
Construção da Carvoaria	galpão	R\$ 800	80	R\$ 64.000			
Terreno	Área	R\$ 200	300	R\$ 60.000			
B -Máquina e equipamentos				R\$ 211.043			
Mini-usina	Unid.	R\$ 160.000	1	R\$ 160.000			
Fábrica de açaí	Unid.	R\$ 34.963	1	R\$ 34.963			
Carvoaria	Unid.	R\$ 16.080	1	R\$ 16.080			
C - Salários e encargos sociais				R\$ 83.114		R\$ 166.228	
Mão-de-obra da Mini-usina	hom./mês	R\$ 3.128	6	R\$ 18.768	R\$ 3.128	12	R\$ 37.535
Mão-de-obra da Fábrica de açaí	hom./mês	R\$ 9.473	6	R\$ 56.839	R\$ 9.473	12	R\$ 113.679
Mão-de-obra da Carvoaria	hom./mês	R\$ 1.251	6	R\$ 7.507	R\$ 1.251	12	R\$ 15.014
D - Insumos				R\$ 297.894		R\$ 595.788	
Material de consumo	mês	R\$ 10.023	6	R\$ 60.139	R\$ 10.023	12	R\$ 120.277
EPI- mini-usina	mês	R\$ 47	1	R\$ 47	R\$ 47	2	R\$ 93
EPI- carvoaria	mês	R\$ 109	1	R\$ 109	R\$ 109	2	R\$ 218
Matéria prima - Rasa de açaí	mês	R\$ 6,0	39600	R\$ 237.600	R\$ 6,0	79200	R\$ 475.200
E - Administração				R\$ 3.600		R\$ 7.200	
Telefone fixo	mês	R\$ 500	6	R\$ 3.000	R\$ 500	12	R\$ 6.000
Internet	mês	R\$ 100	6	R\$ 600	R\$ 100	12	R\$ 1.200
F - Receitas				R\$ 506.060		R\$ 1.012.119	
Carvão de açaí	m²	R\$ 30	335	R\$ 10.045	R\$ 30	670	R\$ 20.091
Polpa	l	R\$ 2	237600	R\$ 475.200	R\$ 2	475200	R\$ 950.400
Energia	kWh	R\$ 0,72	28800	R\$ 20.814	R\$ 0,72	57600	R\$ 41.628
Depreciação dos equipamentos				R\$ 13.104		R\$ 13.104	
Manutenção				10,00%		R\$ 21.104	
Custo total				R\$ 900.260		R\$ 803.425	
Custo total + impostos				10,63%		R\$ 995.957	
Receita Total				-R\$ 489.898		R\$ 123.290	

Ano	Fluxo nominal			fator de atualização (12%)	Fluxo atualizado (12%)		Receita líq. atualizada
	Receita Bruta	Custo Total	Receita Líquida		Receita	Custo	
0	506.060	995.957	-489.898	1,00	506.060	995.957	-489.898
1	1.012.119	888.829	123.290	0,89	903.678	793.597	110.080
2	1.012.119	888.829	123.290	0,80	806.855	708.569	98.286
3	1.012.119	888.829	123.290	0,71	720.406	632.651	87.755
4	1.012.119	888.829	123.290	0,64	643.220	564.867	78.353
5	1.012.119	888.829	123.290	0,57	574.304	504.345	69.958
6	1.012.119	888.829	123.290	0,51	512.771	450.308	62.463
7	1.012.119	888.829	123.290	0,45	457.831	402.061	55.770