

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BRIQUETE E SEUS
POSSÍVEIS IMPACTOS SOBRE O MEIO AMBIENTE E O MERCADO DE
TRABALHO DA REGIÃO DO BAIXO-AÇU, RN.**

MARÍLIA AMARAL DE MOURA ESTEVÃO TAVARES

João Pessoa, PB
Fevereiro de 2013.

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BRIQUETE E SEUS
POSSÍVEIS IMPACTOS SOBRE O MEIO AMBIENTE E O MERCADO DE
TRABALHO DA REGIÃO DO BAIXO-AÇU, RN.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia, linha de pesquisa de Economia do Trabalho.

MARILIA AMARAL DE MOURA ESTEVÃO TAVARES

Orientador: Prof. DSc. Ivan Targino Moreira
Coorientador: DSc. Sílvio Roberto de Lucena Tavares

João Pessoa, PB
Fevereiro de 2013.

T231e Tavares, Marília Amaral de Moura Estevão.

Estudo da viabilidade da produção de briquetes e seus possíveis impactos sobre o meio ambiente e o mercado de trabalho da região do baixo-Açu, RN / Marília Amaral de Moura Estevão Tavares. – 2013.

246 f. ; il.

Orientador: Dr. Ivan Targino Moreira.

Coorientador: Dr. Silvio Roberto de Lucena Tavares.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Paraíba / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2013.

1. Briquetes - Produção. 2. Palha de Carnaúba. 3. Meio ambiente. 4. Caatinga. I. Moreira, Ivan Targino. II. Tavares, Silvio Roberto de Lucena. III. Título.

CDU 33:502(813.2)



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Programa de Pós-Graduação em Economia
Mestrado Interinstitucional em Economia – IFRN/UFPB

A Dissertação de Marília Amaral de Moura Estevão Tavares, intitulada “Estudo da viabilidade da produção de briquete e seus possíveis impactos sobre o meio ambiente e o mercado de trabalho da região do Baixo-Açu, RN” foi aprovada pela banca examinadora.

Professor DSc. Ivan Targino Moreira
Universidade Federal da Paraíba
Orientador

Professor DSc. Paulo Fernando de Moura Bezerra Cavalcanti Filho
Universidade Federal da Paraíba
Examinador Interno

Professora DSc. Rosimeire Cavalcante dos Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Examinador Externo

João Pessoa, 28 de fevereiro de 2013.

A minha mãe (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, cuja presença protetora sinto em todos os momentos da minha vida;

A meu pai, que sempre foi uma referência na minha busca por uma vida digna, produtiva e feliz;

A minhas queridas filhas Paula e Fernanda pela compreensão dos meus momentos de ausência;

Ao Prof^o Dr. Ivan Targino Moreira pelas orientações dadas neste trabalho e na disciplina ministrada;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, pela oportunidade de aperfeiçoamento;

Ao Prof^o Luiz Ronaldo Iglésias pelas críticas construtivas e o apoio na execução deste trabalho;

Ao Sr. Luís Carlos Vieira, proprietário da Leneco, que tão generosamente abriu as portas de sua fábrica para ajudar-nos a conhecer o processo de fabricação de briquetes;

Ao técnico em cerâmica Rivaldo Nóbrega Júnior, pelas contribuições para o entendimento do processo de produção da indústria de cerâmica vermelha no Baixo-Açu;

Aos meus colegas de turma e de trabalho, em especial a Isis Maria Martins de Lima Varela Barca pela paciência e dedicação com que me ajudou nos momentos mais difíceis durante as disciplinas;

Por fim, um agradecimento todo especial à pessoa que inspirou esse trabalho: o meu coorientador, hoje meu marido, Dr. Sílvio Roberto de Lucena Tavares, não só pelos conhecimentos transmitidos com brilhantismo, mas pelo amor com que o fez.

RESUMO

Noventa e oito por cento do território do Rio Grande do Norte estão incluídos nas chamadas Áreas Susceptíveis à Desertificação do Brasil (ASD). Na região do Baixo-Açu, o desmatamento sistemático e sem critério da mata nativa para atender às necessidades do polo ceramista e de outras pequenas indústrias locais tem intensificado o quadro de devastação ambiental, já considerado grave pelo Ministério do Meio Ambiente. A pesquisa de campo elaborada para dimensionar o consumo de lenha e carvão vegetal na região revelou que a demanda por esses dois combustíveis é oito vezes maior do que a oferta, de acordo com os dados do IBGE sobre a produção extrativista dos nove municípios que compõem a região. Este estudo examinou a viabilidade de implantação de um embrião de Arranjo Produtivo Local de briquetes (lenha ecológica) no Campus Ipanguaçu do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, a fim de contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas que promovam a recuperação de áreas desmatadas e aliviar a pressão antrópica sobre a caatinga. Os briquetes seriam produzidos para substituir a lenha e o carvão vegetal como combustível, especialmente no polo cerâmico da região. A matéria-prima principal são os resíduos da produção de cera de carnaúba, suficientes para garantir a produção de cinco fábricas com capacidade de produzir 4.800 t/ano de briquetes cada. Além da palha de carnaúba, será utilizado capim-elefante para compor 20% do *blend* dos briquetes. As estimativas de custos de manutenção da biofábrica foram feitas tendo como parâmetros os dados de uma planta industrial idêntica, localizada no Paraná. Esses dados foram sistematizados em planilhas do software Make Money, usado na avaliação da viabilidade econômica a partir de aferidores como Valor Presente Líquido (VPL), Payback e Taxa Interna de Retorno (TIR). Os resultados comprovaram que o empreendimento é viável. Além da análise para a fábrica real, em construção no campus do IFRN, este trabalho gerou dois outros produtos: a análise de viabilidade econômica de outra fábrica, de caráter mais comercial, com custos de implantação menores, e modelos de estimação do VPL, Payback e TIR em cinco, 10, 15 e 20 anos, para quaisquer valores de compra de biomassa e de venda do briquete, sob as mesmas condições das fábricas analisadas. O objetivo foi disponibilizar uma ferramenta de análise de viabilidade econômico-financeira para futuras fábricas semelhantes que venham a se instalar na região, gerando ocupação e renda à população e permitindo a recomposição da mata nativa.

Palavras - Chaves: Rio Grande do Norte. Baixo-Açu. Desertificação. Caatinga. Briquetes. Palha de Carnaúba.

ABSTRACT

Ninety-eight percent of Rio Grande do Norte territory are included in the so-called Desertification Susceptible Areas in Brazil (ASD). In Lower-Açu, native forest's systematic and uncritical deforestation in order to attend ceramic polo and small local industries' needs has intensified the framework of environmental devastation, now considered serious by the Ministry of Environment. The field survey designed to measure the consumption of firewood and charcoal in the region revealed that the demand for these two fuels is eight times greater than the supply, according to IBGE data on extractive production of the nine counties that comprise the region. This study examined the viability of implanting an embryo of briquettes' Local Productive Arrangement production (ecological firewood) on Ipanguaçu *Campus* of The Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte in order to contribute in the development of public policies that promote the recovery of deforested areas and alleviating human pressure on Caatinga. The briquettes would be produced to replace firewood and charcoal as fuel, especially in the ceramic industries polo of that region. The main raw material are the waste from the carnauba wax production, and they will be enough to ensure the production of five plants with a production capacity of 4800 ton of briquettes per year each. Besides carnauba straw, elephant grass will be used to compose 20% of briquettes' blend. Estimative of biofactory's maintenance costs were made having as parameter a similar industrial plant data, located in Paraná. These data were summarized in spreadsheets Make Money software, used in economic viability evaluations based on sealers such as Net Present Value (NPV), Payback and Internal Rate of Return (IRR). The results confirmed that the project is viable. Besides the analysis for the real factory, under construction on IFRN campus, this work has produced two other products: the economic viability analysis of a more commercial factory, with lower deployment costs, and NPV estimation models, Payback and TIR in 5, 10, 15 and 20 years, for any values of biomass buying and briquette selling, if under the same conditions of the analyzed plants. The objective was to provide a tool for analyzing economic and financial viability for future similar plants that might be settled in the region, generating jobs and income for the population and allowing the recovery of native forest.

Key - Words: Rio Grande do Norte; Low-Açu; Desertification; Caatinga; Briquettes; Carnauba Straw.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área dos municípios do Baixo-Açu	38
Tabela 2 - Uso de terras nos municípios do Baixo-Açu	46
Tabela 3 - Efetivo dos principais rebanhos no NE, RN e no Baixo-Açu	48
Tabela 4 - População residente no Baixo-Açu	51
Tabela 5 - Escolaridade da população do Baixo-Açu	52
Tabela 6 - Produto Interno Bruto *, pobreza e desigualdade no Baixo-Açu	53
Tabela 7- População Economicamente Ativa- 2010	54
Tabela 8 - Ocupação da mão de obra por atividades econômicas-2006	55
Tabela 9 - Unidades locais, pessoal ocupado total e assalariado em 31.12, salários e outras remunerações, salário médio mensal e empresas atuantes (2006-2010)	56
Tabela 10 - Perfil das indústrias consumidoras de lenha na região do Baixo-Açu (2012)	66
Tabela 11 - Gastos anuais com lenha e carvão vegetal nas indústrias do Baixo-Açu (2012)	66
Tabela 12 - Quantidade produzida na extração vegetal por tipo de produto extrativo vegetal na região do Baixo-Açu (2006 a 2010)	67
Tabela 13 - Matriz energética nacional do setor cerâmico	83
Tabela 14 – Consumo mensal de lenha nas cerâmicas do Baixo-Açu (2012)	83
Tabela 15 - Distribuição da produção por níveis de qualidade	86
Tabela 16 - Empregos e salários na indústria cerâmica do Baixo-Açu	87
Tabela 17 - Produção de resíduos agro-silvo-pastoris	91
Tabela 18 - Propriedades das biomassas para geração de energia	107
Tabela 19 – Exportação de cera de carnaúba em 2011	111
Tabela 20 - Produção de cera de carnaúba no RN (2000-2011)	113
Tabela 21 - Produção de cera de carnaúba a partir de pó cerífero do Rio Grande do Norte -safra 2011/12	114
Tabela 22 - Características físico-químicas do briquete da Leneco	129

Tabela 23 – Investimentos em capital fixo e de giro da fábrica-escola	137
Tabela 24 – Composição do capital de giro da fábrica-escola	137
Tabela 25 – Investimentos em capital fixo e de giro da fábrica x	139
Tabela 26 – Composição do capital de giro da fábrica x	139
Tabela 27 – Custos fixos e variáveis mensais da fábrica-escola	142
Tabela 28 - Fluxos de caixa da fábrica-escola de Ipanguaçu	144
Tabela 29 – Lucro líquido da tonelada de briquete na fábrica-escola	145
Tabela 30 – Custos fixos e variáveis da fábrica x	148
Tabela 31 - Fluxos de caixa da fábrica x	148
Tabela 32 – Lucros líquidos da tonelada de briquete da fábrica x	149
Tabela 33 – Análise de viabilidade econômico-financeira da fábrica-escola	159
Tabela 34 – Ponto de Equilíbrio Financeiro da fábrica-escola	160
Tabela 35 – Análise de viabilidade econômica da fábrica x	162
Tabela 36 – Ponto de Equilíbrio Financeiro da fábrica x	163
Tabela 37 – Regressão linear múltipla dos aferidores de viabilidade da fábrica-escola	165
Tabela 38 – Regressão linear múltipla dos aferidores de viabilidade da fábrica x	165
Tabela 39 - Equivalência de preços da energia da lenha e do briquete no Baixo-Açu	175
Tabela 40 - Equivalência de preços da energia oriunda da lenha de jurema preta e do briquete na região do Baixo-Açu	176
Tabela 41 - Equivalência de preços da energia oriunda da lenha de algaroba e do briquete na região do Baixo-Açu	177
Tabela 42 – Relação preço do briquete / preço da lenha genérica, de jurema preta e de algaroba de acordo com os respectivos teores de umidade	179

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delimitação do Baixo-Açu potiguar	38
Figura 2 - Bacia do Rio Piranhas-Açu	40
Figura 3 - Tipos de vegetação do Rio Grande do Norte	42
Figura 4 - Caatinga hiperxerófila - Baixo-Açu, RN	43
Figura 5 - Caatinga hiperxxerófila - Baixo-Açu, RN	44
Figura 6 - Floresta Ciliar com Carnaúba	44
Figura 7 - Floresta com carnaúbas depois do corte para a produção de cera	45
Figura 8 - Consumo energético final por fonte	61
Figura 9 - Consumo residencial de lenha e GLP	61
Figura 10 - Consumo energético final no setor residencial	62
Figura 11 - Indústria de cerâmica vermelha de Açu	70
Figura 12 - O processo produtivo de cerâmica vermelha	72
Figura 13 - Desenho esquemático de um forno paulistinha	77
Figura 14 - Forno paulistinha, da Cerâmica Aliança 2, em Açu, RN	77
Figura 15 - Desenho esquemático de um forno Hoffman	78
Figura 16 - Forno Hoffman	78
Figura 17 - Desenho esquemático de um forno Câmara	79
Figura 18 - Parte superior de um forno câmara com as aberturas para alimentação do fogo	79
Figura 19 - Parte superior de um forno Hoffman, com as aberturas para alimentação do fogo	80
Figura 20 - Parte superior de um forno Hoffman, com as aberturas para alimentação do fogo	80

Figura 21 - alimentação do fogo de uma das câmaras de forno câmara com lenha	80
Figura 22 - Castanha de caju, usada como combustível nos fornos Hoffman e Câmara Cedan	81
Figura 23 - Cerâmicas já cozidas armazenadas no pátio da Cerâmica Semar, em Açu	81
Figura 24 - Lenha acumulada no pátio de uma cerâmica da região	82
Figura 25 - Lenha estocada ao lado dos fornos de uma cerâmica da região do Baixo-Açu	82
Figura 26 - Paisagem degradada na região do Baixo-Açu	89
Figura 27 - Briquetes de vários tamanhos e pellets	98
Figura 28 - Briquetes em toras	99
Figura 29 - Publicidade de briquetes para uso doméstico na França	99
Figura 30 - Pellets em combustão	99
Figura 31 - Sistema de aquecimento de ambiente a pellets em Portugal	100
Figura 32 - Pellets saindo da peletizadora	100
Figura 33 - Briquetes saindo da briquetadeira	100
Figura 34 - Carnaubal em Ipanguaçu	108
Figura 35- Mapa de ocorrência de carnaúba (fibra, ou pó, ou cera) na área de atuação do BNB	110
Figura 36 - Produção de cera de carnaúba no Brasil	111
Figura 37 - Fachada da fábrica Leneco	119
Figura 38 - Fluxograma do processo de produção de briquetes	121
Figura 39 - Os resíduos são separados no pátio conforme o tipo	122
Figura 40 - Os resíduos empurrados pela moega (no chão) para a peneira e o moinho através da tubulação verde	122
Figura 41 - Detalhe da moega girando para conduzir os resíduos para a peneira	123
Figura 42 - Moinho de martelo	123
Figura 43 - Resíduo moído levado, através da tubulação verde, até o secador rotativo alimentado pelo forno pirolítico	124

Figura 44 - Exaustor, localizado no final do secador rotativo	125
Figura 45- Depósito de matéria seca	125
Figura 46 - Briquetadeira	126
Figura 47 - Briquetes saindo da briquetadeira pela guia	126
Figura 48 - Embalagem de 5kg para venda em supermercados	127
Figura 49 - Esteira para transportar briquetes em bolacha para o silo externo	127
Figura 50 - Briquetes fabricados em forma de bolacha	128
Figura 51 - Silo externo superior com abertura no chão, para abastecer os caminhões estacionados embaixo	128
Figura 52 - Fábrica-escola de briquetes em construção no <i>Campus</i> Ipanguaçu do IFRN	130
Figura 53 - Instalação das máquinas da fábrica-escola	131
Figura 54 - Sede administrativa da fábrica-escola	131
Figura 55 - <i>Campus</i> Ipanguaçu do IFRN	131
Figura 56 - Áreas de ocorrência de processo de desertificação	181
Figura 57 - Nível de indignância por mesorregião	183

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Consumo residencial de lenha	63
Quadro 2 - Consumo residencial de carvão vegetal	63
Quadro 3 - Balanço da oferta e do consumo total de lenha e carvão vegetal-2012	68
Quadro 4 - Características físico-químicas dos briquetes e pellets	101
Quadro 5 - Vantagens dos pellets e briquetes sobre a lenha	102
Quadro 6 - Produção total de resíduos da produção de cera de carnaúba (t)	117
Quadro 7 - Custo de aquisição de matéria-prima	136

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E SIGLAS

AEBIOM	European Association Biomassa
ANEA	Associação Norte-Rio-Grande dos Engenheiros Agrônomos
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional de Petróleo
APL	Arranjo Produtivo Local
APP	Áreas de Preservação Permanente
ASD	Àreas Susceptíveis à Desertificação
BEN	Balanco Energético Nacional
BPF	Baixo Ponto de Fluidez (óleo)
CAERN	Cia. de Águas e Esgotos do RN
CBH	Comitês de Bacias Hidrográfica
CCD	Convenção de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
CF	carbono fixo
Coaperval	Cooperativa Agropecuária do Vale do Açu
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
Conab	Companhia Nacional de Abastecimento
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CZ	Cinzas
DNOCS	Departamento Nacional de Obras contra a Seca
DNPM	Departamento Nacional da Produção Mineral
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMATER- RN	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
Emparn	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
FAO	Food and Agriculture Organization

FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GEE	Gases do Efeito Estufa
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IEA	Internacional Energy Agency
IFRN	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada
ISO	International Organization for Standardization
kcal/kg	Quilocaloria por quilograma
m ³	Metro cúbico
m ³ st	Metro cúbico stereo
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MV	material volátil
ONU	Organização das Nações Unidas
Ortal	Organização Tabajara Ltda
PAN - BRASIL	Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca

PCI	Poder Calorífico Inferior
PCS	Poder Calorífico Superior
PCU	Poder Calorífico Útil
PEA	População Economicamente Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PMFS	Plano de Manejo Florestal Sustentável
PAN Brasil	Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais -.
RGP	Registro Geral da Pesca
SEMARH	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do RN
SEPLAN	Secretaria de Estado de Planejamento do RN
SINDIGÁS	Sindicato das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito do Petróleo
t	Tonelada
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido
VAT	Value Added Tax ou Imposto Agregado ao Valor

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	20
1 REFERENCIAL TEÓRICO	25
2 CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO BAIXO-AÇU	39
2.1 ASPECTOS FÍSICOS	40
2.1.1 Hidrografia.....	40
2.1.2 Clima.....	41
2.1.3 Relevo e solos.....	42
2.1.4 Vegetação	43
2.2 USO DA TERRA	46
2.2.1 Lavoura.....	47
2.2.2 Pecuária	48
2.2.3 Aquicultura (carcinicultura e piscicultura).....	49
2.2.4 Matas e florestas.....	50
2.2.5 Sistemas agroflorestais	50
2.3 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	51
2.4 ECONOMIA.....	53
2.4.1 Identificação das vocações naturais do Baixo-Açu.....	57
3 DIAGNÓSTICO DO USO DE LENHA E CARVÃO VEGETAL NO BAIXO-AÇU	60
3.1 CONSUMO RESIDENCIAL	61
3.2 CONSUMO INDUSTRIAL	65
3.3 BALANÇO DA OFERTA E DO CONSUMO TOTAL DE LENHA E CARVÃO VEGETAL	68
4 A INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA DA REGIÃO DO BAIXO-AÇU	71
4.1 ETAPAS DA PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA.....	72
4.1.1 Extração da matéria prima.....	73
4.1.2 Transformação.....	75
4.2 O USO DA LENHA NA INDÚSTRIA CERÂMICA DO BAIXO-AÇU	83
4.3 EMPREGO E RENDA	87
4.4 A INDÚSTRIA CERÂMICA E O AGRAVAMENTO DO QUADRO DE DESERTIFICAÇÃO NO BAIXO-AÇU	89

5	O USO DE BIOCOMBUSTÍVEIS SÓLIDOS ADENSADOS COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA REDUZIR O DESMATAMENTO DA CAATINGA NO BAIXO-AÇU	92
5.1	CONCEITUAÇÃO DE BIOMASSA.....	93
5.2	ANTECEDENTES DO USO DE BIOCOMBUSTÍVEIS SÓLIDOS ADENSADOS NO MUNDO E NO BRASIL.....	95
5.3	CARACTERIZAÇÃO DE <i>PELLETS</i> E BRIQUETES	98
5.4	VANTAGENS DA REGIÃO DO BAIXO-AÇU PARA INSTALAÇÃO DE FÁBRICAS DE BRIQUETES	104
5.5	A CARNAÚBA COMO MATÉRIA-PRIMA PRINCIPAL PARA A PRODUÇÃO DE BRIQUETES	110
5.5.1	Dimensionamento da oferta de palha de carnaúba no Baixo-Açu	113
5.6	A UTILIZAÇÃO DE CAPIM-ELEFANTE COMO MATÉRIA-PRIMA COADJUVANTE PARA A PRODUÇÃO DE BRIQUETES NA REGIÃO DO BAIXO-AÇU.....	118
6	DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BRIQUETES.....	120
6.1	O PROCESSO PRODUTIVO DE BRIQUETES.....	121
7	ESTUDO DE VIABILIDADE DA INSTALAÇÃO DE DUAS FÁBRICAS- DE BRIQUETES NA REGIÃO DO BAIXO-AÇU.....	131
7.1	INVESTIMENTOS EM CAPITAL FIXO E CAPITAL DE GIRO.....	135
7.1.1	Investimentos de capital fixo da fábrica-escola	136
7.1.2	Investimentos em capital fixo e capital de giro na fábrica de briquetes x.....	139
7.2	CUSTOS DE PRODUÇÃO E FLUXO DE CAIXA.....	141
7.2.1	Custos de produção da fábrica-escola de briquetes.....	142
7.2.2	Custos de produção da fábrica x	147
7.3	METODOLOGIA DE ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DAS FÁBRICAS DE BRIQUETES	151
7.3.1	<i>Payback</i>	151
7.3.2	Valor Presente Líquido (VPL)	152
7.3.3	Taxa Interna de Retorno (TIR).....	153
7.3.4	Ponto de Equilíbrio Financeiro	154
7.4	MODELO DE REGRESSÃO DAS ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	155
7.5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	158
7.5.1	Análise de viabilidade econômico-financeira da fábrica-escola.....	159
7.5.2	Análise da viabilidade econômico-financeira da fábrica x	162

7.5.3	Comparação dos resultados das análises das duas fábricas.....	164
7.5.4	Resultados das análises estatísticas	165
7.6	DETERMINAÇÃO DO PREÇO DA ENERGIA DO BRIQUETE E DA LENHA.....	169
7.6.1	Poder calorífico	170
7.6.2	Custo da lenha e do briquete de palha de carnaúba no Baixo-Açu.....	171
8.	PERSPECTIVAS DE CONSERVAÇÃO DO BIOMA CAATINGA E DE GERAÇÃO DE TRABALHO E RENDA COM A INSTALAÇÃO DE UM APL DE BIOCOMBUSTÍVEIS ADENSADOS	181
8.1	IMPACTOS AMBIENTAIS.....	181
8.2	GERAÇÃO DE TRABALHO E RENDA.....	183
9.	CONCLUSÃO	187
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	190
	APÊNDICE	202
	ANEXO	227

INTRODUÇÃO

De acordo com a definição da Convenção de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (CCD), realizada em 1994, desertificação é “a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas”. As regiões áridas e semiáridas estão por todo o mundo, ocupando 1/3 da superfície da terra, abrigando cerca de um bilhão de pessoas (1/7 de toda a sua população) e sendo responsáveis por 22% da produção mundial de alimentos (MMA, 2004).

No seu pioneiro trabalho sobre a economia do manejo das regiões secas, Dixon (1989) afirma que os sintomas básicos da degradação das terras secas são os desequilíbrios entre as relações sociais e os ecossistemas naturais dos quais essas relações dependem. Trata-se de um processo lento, que culmina na inviabilidade econômica e social das comunidades instaladas nos locais afetados. A afirmação de Dixon se aplica à maior parte das regiões áridas e semiáridas do mundo, incluindo as do Brasil.

De acordo com dados do Ministério da Integração Nacional (2005), o semiárido brasileiro ocupa uma área de 969.589,4 Km², abrangendo os nove estados nordestinos (90%) e o norte do Estado de Minas Gerais (10%). Desse total, 835.018,202 Km² (86%) estão inseridos em um único bioma – a caatinga (IBGE, 2004). É no semiárido também que se localizam 53% das chamadas Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD), definidas pelo Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN Brasil; os outros 47% estão distribuídos entre as áreas de clima subúmido seco e de seus entornos, (MMA, 2004).

Assim, o processo de desertificação que se verifica no Brasil afeta basicamente a Região Nordeste, cuja metade do território está no semiárido mais densamente povoado do mundo. São cerca de 23 milhões de habitantes que falam a mesma língua, compartilham uma mesma cultura e dependem da caatinga para sobreviver (MMA, 2004).

O processo de desertificação é provocado, sobretudo, pelo desmatamento insustentável. De acordo com dados do Monitoramento dos Biomas Brasileiros (MMA, 2010), até 2008, 45% do bioma já haviam sido desmatados. Só entre os anos de 2002 e 2008 foi retirada a cobertura vegetal de 16.576 km² em toda a região, o que dá uma taxa

média anual de desmatamento de 0,33% (os cálculos foram feitos sobre uma área total de 826.411,23 km² - número ligeiramente menor do que o divulgado no mapa do bioma do IBGE em 2004 e referenciado neste estudo). Os estados da Bahia e do Ceará foram os que mais desmataram no período abrangido pela pesquisa – 0,55 % e 0,50% da área total do bioma em seus respectivos territórios.

As principais causas do desmatamento da caatinga são: a mudança no uso de terras com a expansão da fronteira agrícola e a incorporação de novas áreas para pastoreio e a exploração da madeira extraída da mata nativa para fins industriais e comerciais e (UHLIG, 2008).

A associação entre degradação ambiental e miséria a que Dixon (1989) se referiu fica clara nos estudos realizados em 2001 pelo Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada-IPEA para a produção do "Mapa do Fim da Fome no Brasil" (FGV, 2001, *apud* MMA, 2004). Segundo eles, a proporção de indigentes na região nordeste (54,4%) era quase o dobro da média do País (29%).

Em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), os estudos demonstraram que 75% dos municípios localizados nas ASD estão entre os 1.000 piores IDH-M; 68% estão entre os 500 piores; 58% estão entre os 100 piores e, por fim, entre os 10 piores índices calculados, seis estão localizados em áreas susceptíveis à desertificação (FGV, 2001, *apud* MMA, 2004).

Nesta perspectiva, torna-se evidente que as condições de vida dos brasileiros que vivem nas ASD são muito piores do que as dos que vivem em outras áreas do Nordeste ou em outras regiões do País. “Se os mais pobres e com inferior qualidade de vida do Brasil estão no Nordeste, é no semiárido, nas ASD, onde se encontram os mais pobres do Nordeste” (MMA, 2004, p. 55).

No Rio Grande do Norte, terceiro menor estado da Região Nordeste, as ASD ocupam 97,6% do seu território e abrangem 96,21% de seus 167 municípios (MMA, 2010). Considerando que em 92% do território estadual predomina o clima semiárido e que as ASD também abarcam espaços subúmidos secos (4,5%) e áreas do entorno (0,8%), conclui-se que apenas, 2,4% da superfície potiguar não são vulneráveis ao processo de desertificação (MMA,2004).

De acordo com os dados disponibilizados pelo Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, a área mais susceptível à desertificação no Rio Grande do Norte abrange a Bacia do Seridó, cujo processo de degradação é classificado como muito grave; em segundo lugar vem a Bacia do Rio

Piranhas-Açu, cuja situação é classificada como grave pelo mesmo estudo (MMA, 2004).

Também no Rio Grande do Norte, o processo de desertificação é desencadeado pelo desmatamento – o Estado ocupa o 5º lugar no Nordeste na retirada da mata nativa da caatinga. Até 2008 a devastação já havia alcançado 22.560 km², o que representa 45,66% do bioma em território potiguar (MMA, 2010).

A lenha retirada sem nenhum critério para atender às indústrias da região, sobretudo a ceramista, com técnicas extrativistas rudimentares, tem acelerado o desmatamento da caatinga nas duas microrregiões. Interromper esse processo de desmatamento da caatinga no Rio Grande do Norte, sem gerar desemprego e recuo no já tão precário padrão de vida das populações locais é o grande desafio a ser enfrentado pelos governantes e pela sociedade civil organizada.

Assim, o objetivo geral deste estudo é avaliar a viabilidade técnico-econômico-financeira da instalação de uma fábrica de lenha artificial (briquetes) no Baixo-Açu potiguar para promover a recuperação das áreas desmatadas e a geração de emprego e renda na região. A fábrica de briquetes faz parte do Projeto Caatinga Viva, patrocinado pelo Programa Petrobras Ambiental e desenvolvido pela Embrapa Solos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), a Cia. de Águas e Esgotos do RN (CAERN), a Associação Norte-Rio-Grandense dos Engenheiros Agrônomos (ANEA) e pela ONG Carnaúba Viva.

Os objetivos específicos são os seguintes:

- 1) Identificar as vantagens comparativas do Baixo-Açu para a produção de briquetes;
- 2) Dimensionar a oferta, na região, da matéria-prima principal (palha de carnaúba);
- 3) Dimensionar a demanda e a oferta de lenha e carvão vegetal na região;
- 4) Identificar os tipos de fornos utilizados pelas indústrias instaladas nos nove municípios beneficiados pelo projeto;
- 5) Descrever o processo de produção dos briquetes;
- 6) Realizar estudo de viabilidade econômica e financeira de duas plantas de briquetagem na região do Baixo-Açu: a da fábrica-escola do Campus Ipanguaçu do IFRN e outra com finalidades mais comerciais;
- 7) Estimar o potencial de preservação da caatinga, em hectares, em caso de substituição parcial ou total da lenha nativa pela lenha artificial.

Para a caracterização física, econômica e demográfica dos nove municípios da região e estimação da produção de lenha e carvão e consumo residencial desses dois combustíveis foram utilizadas informações de fonte secundárias; para dimensionar a demanda de lenha e carvão das indústrias da região foi realizada pesquisa de campo na qual foram entrevistados 85 empresários, que representam mais de 90% dos proprietários e/ou gerentes de indústrias cerâmicas, panificadoras, queijarias, pizzarias e churrascarias dos nove municípios.

Os dados da produção de pó cerífero e de cera de carnaúba foram obtidos através também de pesquisa de campo e comparados com os dados sobre a exportação de cera de carnaúba que constam no Sistema AliceWeb, do Ministério da Indústria, Desenvolvimento e Comércio Exterior. Com essas informações e os dados técnicos de produtividade de pó cerífero por folha de carnaúba foi possível estimar a quantidade disponível da matéria-prima principal dos briquetes, os resíduos da atividade extrativista da cera de carnaúba, mais especificamente, as palhas e os talos das palmeiras.

Para a análise do processo de briquetagem e busca de parâmetros de produção de briquetes foi realizada pesquisa de campo na Fábrica Leneco, localizada no município de Capital Leônidas Marques, exatamente igual àquela em construção no *Campus Ipanguaçu* do IFRN.

O cálculo da mata nativa que pode vir a ser preservada com a produção em larga escala de lenha artificial na região foi feito a partir de parâmetros técnicos e dados oficiais sobre o incremento médio da caatinga; dos poderes caloríficos superior, inferior e útil dos briquetes que se pretende produzir na região e das espécies vegetais usadas como lenha; da estimação da quantidade demandada de energéticos florestais nos nove municípios, convertidos em metro cúbico estéreo, tonelada e hectares e comparados uns com os outros.

Além desta introdução, a presente dissertação é composta por dez capítulos: o primeiro consiste em uma revisão bibliográfica sobre os conceitos de desenvolvimento regional e sustentabilidade, enfocando o papel do Estado como indutor de políticas públicas para o desenvolvimento sustentável.

No segundo capítulo, é feita uma caracterização socioeconômica dos nove municípios do Baixo-Açu potiguar, onde são desenvolvidas as ações do Projeto Caatinga Viva (Açu, Afonso Bezerra, Alto do Rodrigues, Carnaubais, Ipanguaçu, Itajá, Macau, Pendências e Porto do Mangue).

O terceiro capítulo é dedicado ao diagnóstico do uso de biomassa florestal nativa no Baixo-Açu, com a estimação dos consumos de lenha e carvão vegetal nos setores residencial e industrial, assim como a oferta desses combustíveis nos nove municípios estudados.

O quarto capítulo discorre sobre a indústria de cerâmica vermelha na região do Baixo-Açu, sua importância socioeconômica e os impactos ambientais negativos.

No quinto capítulo é abordado o uso de biocombustíveis sólidos adensados em áreas de vulnerabilidade ambiental causada pelo desmatamento. É feita também uma breve revisão sobre o estado da arte da briquetagem no mundo e no Brasil, assim como uma descrição geral do processo produtivo de briquetes e de sua indicação como substituto da lenha nativa nas indústrias e residências do Baixo-Açu a partir do aproveitamento dos resíduos da produção de cera de carnaúba e do plantio de capim-elefante para fins energéticos.

O sexto capítulo descreve o processo de fabricação de briquetes, tendo como parâmetro a produção de uma fábrica de briquetes de madeira, localizada no Paraná, do mesmo porte e com os mesmos equipamentos da fábrica que está sendo instalada em Ipanguaçu.

O sétimo, oitavo e nono capítulos tratam do objetivo geral desta dissertação: a análise da viabilidade econômica da instalação de uma indústria de briquetes à base de palha de carnaúba e outros resíduos agrícolas no Baixo-Açu; a estimativa de mata preservada através da substituição da lenha nativa pela lenha artificial (briquete) e as perspectivas de geração de emprego e renda na região do Baixo-Açu com a ecologicamente sustentável de um combustível de boa qualidade que sirva de alternativa à lenha da caatinga.

Por fim, no capítulo nono são apresentadas as conclusões desse estudo. Fechando o trabalho, encontram-se os elementos pós-textuais, como referências bibliográficas, glossário, apêndices e anexos.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de “Desenvolvimento Econômico” tem passado ao longo dos anos por inúmeras transformações, revisões, aprimoramentos. Ele esteve na origem da Ciência Econômica e o papel do governo como indutor desse processo sempre foi um tema recorrente nas teorias que procuraram – e ainda procuram - explicar como esse desenvolvimento ocorre.

A problemática central sobre a qual os chamados economistas clássicos, como Smith, Malthus, Ricardo e Stuart Mill se debruçavam era como melhorar as condições de vida da população através de um aumento no acúmulo de riquezas e de sua distribuição (DALLABRIDA,2010).

Para Smith (1996), a riqueza das nações era determinada pela produtividade do trabalho produtivo, que gera excedente de valor sobre seu custo de produção, e pela quantidade de trabalho empregada no processo produtivo em relação à população total. A produtividade do trabalho, por sua vez, depende da dimensão do mercado. O desenvolvimento ocorreria quando a quantidade de trabalhadores produtivos fosse maior que a de trabalhadores improdutivos, com o conseqüente aumento da renda média da população. Isso só seria possível com a harmonia entre os interesses individuais, garantida apenas pelas forças do mercado, as quais o economista chamava de “mão invisível”, e pelo Estado Mínimo.

Apesar de estar mais preocupado com a dinâmica econômica do curto prazo, a contestação do ideal de Estado Mínimo por Keynes (1996) na sua *Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda*, influenciou fortemente alguns dos formuladores da Teoria Econômica do Desenvolvimento, ramo da economia surgido nos anos 40, que estuda o desenvolvimento econômico (BRESSER-PEREIRA, 2008). Em 1949, os keynesianos Henry Roy Forbes Harrod e Evsy Domar, formularam o primeiro modelo de crescimento econômico, que passou a ser conhecido como modelo Harrod-Domar.

O modelo Harrod-Domar tinha como objetivo demonstrar que as economias capitalistas eram incapazes de se auto-ajustarem pelo mercado. Nesse modelo, a função de produção, extremamente simplificada, relacionava a taxa de crescimento da renda com a taxa de acumulação de capital. Em outras palavras, através do modelo seria possível saber em quanto a produção (oferta global) aumentava quando, através do investimento, aumentava em uma unidade o estoque de capital; igualmente, no lado da demanda, se procurava estimar o aumento da poupança a cada unidade a mais de renda.

O modelo de certa forma referendava o papel do Estado investidor-provedor para a manutenção do bem-estar econômico e social (BRESSER-PEREIRA, 2008).

O modelo Harrod-Domar recebeu críticas tanto de economistas neoclássicos, como de outros keynesianos, como Nicolás Kaldor, que deu a ele uma contribuição importante, incluindo a variável distribuição de renda. Com isso, Kaldor “recolocou a Economia Política em acordo com a tradição clássica de Ricardo e Marx, que tanta importância deram à variável distribuição de renda em seus modelos” (BRESSER-PEREIRA, 1975, p.13).

Os economistas neoclássicos defendiam que o equilíbrio automático da economia através do sistema de preços era o ponto de partida e de chegada para qualquer análise econômica, porém, não dispunham de um modelo de crescimento alternativo, até que Solow apresentasse uma outra função de produção igualmente simplificadora. Nela, o equilíbrio dinâmico da economia através do mercado era assegurada pela substituição de capital por mão-de-obra e vice-versa.

“Para o pensamento neoclássico, que sacrifica a realidade empírica à coerência lógica, como se a teoria econômica fosse um ciência metodológica semelhante à matemática, surgia um modelo que tornava a análise dinâmica do crescimento compatível com a análise estática do equilíbrio geral. Além disso, com a ênfase nas funções de produção, o desenvolvimento ou o crescimento econômico voltava a ser um problema a ser examinado unicamente pelo lado da oferta.” (BRESSER-PEREIRA, 2008, p. 12).

Com o surgimento dos modelos de Harrod-Domar e Solow, passou-se a distinguir a Teoria Econômica de Desenvolvimento (*Development Economics*), com bases históricas e institucionais, de uma nova “Teoria Econômica de Crescimento” (*Growth Economics*), baseada em funções de produção matematizáveis.

Além de ter contribuído para o surgimento de uma teoria do crescimento, a Teoria Geral de Keynes teve também uma influência indireta, porém notável, na formulação de uma nova teoria do desenvolvimento surgida também nos anos 40, época em que as regiões periféricas do ocidente passaram a assumir uma nova importância no quadro geopolítico do pós-guerra (fim dos impérios coloniais, formação de dois grandes blocos econômicos) e tomaram consciência sobre a natureza especial dos problemas das

respectivas economias. A essa linha de estudo deu-se o nome de “economia do subdesenvolvimento” (VERSIANI, 1986).

No contexto anglo-saxão, o marco da economia do subdesenvolvimento foi o artigo de Rosenstein-Rodan (*Problems of industrialization of Eastern and South Eastern Europe*), publicado em 1943; na América Latina, foi o artigo de Raúl Prebisch, de 1949 (*O Desenvolvimento Econômico da América Latina e seus Principais Problemas*), que influenciou fortemente a vasta produção da Escola da Comissão Econômica para América Latina e Caribe (Cepal) nos anos seguintes (VERSIANI, 1986).

Segundo Rodriguez (1981), o ponto principal do pensamento de Prebisch era o da polarização do sistema econômico mundial entre centro (países do chamado 1º mundo) e periferia (nações com baixos estoques de capital humano, onde setores com alta produtividade coexistem com outros improdutivos). Para o economista argentino, a industrialização é a condição para o desenvolvimento econômico, uma vez que permite a transferência da força de trabalho de atividades com baixo valor agregado, como a agricultura e o extrativismo vegetal ou mineral para outras mais especializadas e com maior produtividade.

Baseada nesse pensamento, a Cepal passou a reivindicar a intervenção do Estado na economia para estabelecer um novo padrão de crescimento nos países periféricos. Esse novo padrão seria conseguido através de um esforço de industrialização para superação da pobreza, redução das desigualdades entre esses e os países desenvolvidos, além da conquista da independência política e econômica através de um crescimento auto-sustentado. Para alcançar o novo padrão seria necessário investir em educação, já que só com ela é possível tornar os trabalhadores mais hábeis, capazes de produzir mais, melhor e em menos tempo (BIELSCHOWSKY, 2004 *apud* GUIMIERO, 2011; BRESSER-PEREIRA, 2008).

A teoria do subdesenvolvimento teve contribuições importantes não só de pensadores latino-americanos, mas também de alguns outros dos países desenvolvidos, dentre eles, o economista e político sueco Gunnar Myrdal, que se destaca dos demais por ter ido além da constatação da existência da desigualdade econômica entre os países, procurando entender as causas de sua persistência. O conceito de “causação circular cumulativa” criado pelo também sueco Knut Wicksell, na obra *Juros e Preços* (1898) influenciou fortemente Myrdal, que o ampliou e o transformou na base metodológica para analisar as mudanças sociais (GUIMIERO, 2011).

Segundo Myrdal (1965), a noção de equilíbrio é inadequada para explicar as mudanças sociais. No livro *American Dilemma* (MYRDAL, 1944) o autor utiliza a causação circular cumulativa pela primeira vez para explicar que o preconceito dos brancos contra os negros neutraliza quaisquer esforços desses últimos para melhorarem de vida; ao mesmo tempo, o baixo padrão de vida dos negros é uma das causas do preconceito dos brancos contra eles, num padrão circular do qual não se consegue sair.

Aplicando o conceito de causação circular às economias subdesenvolvidas, Myrdal (1965) afirma que as vantagens comparativas que essas economias têm (mão-de-obra abundante e barata, recursos naturais, terras etc) fazem com que o livre comércio seja vantajoso para as nações desenvolvidas, reforçando a submissão das primeiras em relação às segundas. Já internamente, as forças de mercado (*laissez-faire*) fazem aumentar as desigualdades regionais. Os investimentos privados vão para locais onde há maior oferta de capital humano, mercado consumidor mais desenvolvido e maior produtividade do trabalho, em detrimento das regiões mais pobres que, exatamente por não receberem investimentos, continuam fadadas à pobreza.

Ou seja: para o economista sueco, nos países pobres, o “Estado de Bem-Estar Social” não tem o mesmo alcance do que nos países ricos, atingindo apenas parcelas da população de determinadas regiões, num círculo vicioso da pobreza e, o que é mais grave, enfraquecendo a eficácia de governos democráticos.

Para Myrdal (1965), o Estado é o agente capaz de quebrar esse círculo vicioso, fazendo com que o crescimento econômico de uma região tenha um efeito propulsor e se irradie para as regiões vizinhas. Isso só é possível através de políticas públicas para eliminar gargalos econômicos e otimizar os recursos humanos do país.

As ideias de Myrdal e dos teóricos da economia do subdesenvolvimento foram bem recebidas pelos partidários da política econômica nacional-desenvolvimentista e tiveram grande influência na teoria do subdesenvolvimento de Celso Furtado, voltada para a discussão dos problemas econômicos e sociais especificamente brasileiros. Segundo Furtado (1959), o tipo de subdesenvolvimento verificado no Brasil gera desigualdades econômicas e sociais entre as regiões, notadamente entre o Centro-Sul e o Nordeste.

À medida que esse centro maior, esse mercado mais importante no qual os outros começavam a se apoiar, se foi modificando internamente, com a industrialização, as relações de dependência se foram tornando patentes – transformaram-se

progressivamente as antigas vinculações de economia de tipo primário, entre si, em relações de economia produtoras de matérias-primas com um centro industrial (FURTADO, 1959, p.13).

A partir da década de 80 começa a se consolidar a Nova Teoria do Crescimento Econômico, cujos principais formuladores são Paul Romer, Robert Lucas e Sérgio Rebelo. Nela, o crescimento é fruto das forças econômicas endógenas aos sistemas de mercado descentralizados. O conceito-base da teoria – o de endogenia – pressupõe que o crescimento seja impulsionado pelas mudanças tecnológicas advindas de decisões de investimentos tomadas por “agentes maximizadores dos recursos econômicos” (DALLABRIDA, 2010).

De acordo com Silva Filho e Carvalho (2001), fatores como **inovação tecnológica endógena** (fruto dos esforços dos agentes produtivos para maximizarem seus lucros), **capital humano** (o estoque de conhecimento dos agentes econômicos) e os **arranjos institucionais** (governos e sociedade civil organizada) passam a ser fundamentais para o desenvolvimento de economias subdesenvolvidas, sejam elas blocos econômicos de países, economias nacionais ou regiões dentro de um mesmo país.

À Nova Teoria do Crescimento foram relacionados os conceitos de economias de aglomeração, também chamadas de *clusters* ou Arranjos Produtivos Locais (APLs). Esses conceitos são inspirações mais promissoras na elaboração de estratégias de crescimento regional para o nordeste brasileiro (SILVA FILHO e CARVALHO, 2001) e têm gerado, no Brasil, um número expressivo de projetos de estímulo à formação de aglomerados empresariais elaborados por órgãos e instituições financeiras de fomento ao desenvolvimento regional (MDIC, 2006).

De uma forma geral, um Arranjo Produtivo Local (APL) pode ser entendido como um aglomerado significativo de empresas que atuam em torno de uma atividade produtiva principal, e de empresas complementares como fornecedoras de insumos e equipamentos, prestadoras de consultoria e serviços, comercializadoras, clientes, entre outros. Esse aglomerado se concentra em um mesmo espaço geográfico, seja ele um município, um conjunto de municípios ou uma região; as organizações que fazem parte dele possuem identidade cultural local e vínculo, ainda que incipiente, de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais (instituições

públicas ou privadas de treinamento, promoção e consultoria, escolas técnicas e universidades, instituições de pesquisa, desenvolvimento e engenharia, entidades de classe e instituições de apoio empresarial e de financiamento (ALBAGLI e BRITO, 2002).

A origem do conceito de APL remonta à Marshall, em cuja obra *Princípios de Economia* (1996), datada de 1890, abordou, de forma pioneira, a temática da concentração de indústrias especializadas em certas localidades, apontando a existência de alguns elementos fundamentais para o surgimento desses aglomerados por ele chamados de distritos industriais, como: disponibilidades de matéria-prima, de fontes de energias e de um sistema de transporte regular e demanda prévia por um determinado produto que a região tem capacidade de oferecer por apresentar exatamente todas as condições descritas acima. Esses fatores todos juntos teriam o papel de estimular a formação de um mercado de trabalho rico em oferta de trabalhadores especializados. Esse dinamismo atrairia também fornecedores de serviços e insumos para atender às necessidades das empresas.

Outro aspecto importante desse tipo de aglomeração também ressaltado por Marshall (1996) ao caracterizar os distritos industriais era a cooperação entre os agentes produtivos – tanto a cooperação vertical (entre uma empresa e seus fornecedores) quanto a horizontal (entre uma empresa e suas concorrentes). O tipo de produção baseado nesse sistema de complementaridade entre pequenas empresas, especializadas cada qual numa etapa do sistema produtivo, conseguia atingir um ponto de escala bastante satisfatório, tornando os produtos da região competitivos no mercado. Marshall acreditava que as mesmas economias geradas pelas atividades coordenadas verticalmente nas grandes empresas poderiam ser incorporadas pelas pequenas empresas aglomeradas. A essas economias geradas a partir da cooperação ele chamou de “economias externas” (BELUSSI, 2004, *apud* FERNANDES, 2008).

Para o economista Paul Krugman, ganhador do prêmio Nobel de Economia em 2008 por suas contribuições à Nova Geografia Econômica, a apropriação dessas economias externas seria fruto das forças centrípeta e centrífuga que atuam sobre a economia, guiadas pela “mão invisível” do mercado. Segundo Garcia (2001), ora essa mão agiria atraindo as empresas através dos retornos crescentes de escala da produção, permitindo a elas a apropriação de economias externas (força centrípeta), ora ela frearia os retornos crescentes por causa dos entraves encontrados pelas empresas para

operarem, como alto preço dos aluguéis, mobilidade urbana deficiente, aumento dos valores fixos de produção etc (força centrífuga).

Se essas forças desestimuladoras ultrapassassem as forças atrativas, o processo de expulsão das atividades econômicas e dos empreendimentos industriais torna-se-ia inevitável. Logo, haveria um limite superior para as externalidades positivas, já que se reconhece a existência das forças que desestimulam a concentração (GARCIA, 2002).

Ao colocar na mão invisível do mercado o destino dos *clusters* de empresas, Krugman assume que quaisquer interferências para estimular a economia local, como ações conjuntas de iniciativas públicas e privadas, são totalmente inócuas. Ou seja: ele não reconhece a importância das instituições formais e informais para o desenvolvimento dos sistemas produtivos locais, no que é criticado por muitos outros autores que se debruçam sobre o tema (SANTOS, 2005).

Um desses autores é o também americano Michel Porter (1998, *apud* FERNANDES, 2008), que adota a abordagem da Economia de Empresas para analisar as vantagens competitivas dos APLs. Em relação aos *clusters* de pequenas e médias empresas, o autor considera três fatores como fundamentais para o seu desenvolvimento: i) o grau de competitividade entre as empresas; ii) o clima local favorável ao surgimento de novas empresas; iii) a eficácia dos mecanismos formais e informais para associação das agentes empresariais.

Porter defendia que caberia ao setor privado a liderança tanto na formação quanto na estruturação e condução do cluster, cabendo ao poder público formular políticas públicas para tornar o ambiente local cada vez mais propício ao desenvolvimento das atividades dos empreendimentos lá localizados (SANTOS, 2005; IGLIORI, 2001)

Assim, para Porter, os *clusters* apresentariam inúmeras vantagens, como: redução dos custos de transação através do maior acesso a insumos e pessoal especializado; estímulo ao uso das complementaridades entre as empresas; facilitação do acesso a instituições e bens públicos; aumento da motivação entre os agentes, tornando mais fácil a comparação dos resultados de desempenhos entre eles (FERNANDES, 2008).

As mudanças tecnológicas advindas das inovações são resultados de um processo de aprendizagem interativo, envolvendo diversos agentes. É assim que o conhecimento se dissemina e altera constantemente a dinâmica das relações nas organizações. Para teóricos como Cook e Morgan (1998, *apud* FERNANDES, 2008), a

inovação é uma das razões do sucesso das aglomerações. Nesse sistema produtivo há a redução dos elementos “incerteza dinâmica”, o que permite um melhor entendimento das decisões internas de uma firma ou daquelas tomadas pelo conjunto de firmas.

Na abordagem da Economia Regional, os governos podem ter um papel importante para melhorar a capacidade competitiva dos produtores aglomerados, através de políticas públicas, o que significa admitir a existência de outras externalidades não acidentais que podem influenciar nos resultados alcançados pelas empresas que fazem parte do arranjo produtivo local (SANTOS, 2005).

Para os defensores dessa abordagem, o papel do Estado seria o de fomentar e apoiar os sistemas produtivos, garantindo-lhes acesso a tecnologias e outros bens públicos, estimulando a investigação tecnológica e a capacitação dos trabalhadores, incentivando a cooperação inter e intraempresas e a formação de foros de decisão estratégica conjunta. Essas políticas deveriam atingir todas as empresas que compõem o arranjo para aproveitar as externalidades por meio de ações coletivas. Outro papel importante das políticas públicas seria o de combater os efeitos do trancamento sobre o sistema produtivo local, provocados por uma trajetória circular de desenvolvimento, deixando os aglomerados dependentes do próprio passado (SCOTT, 1998, *apud* SANTOS, 2005).

Assim, a proposta de abordagem dos estudiosos da Economia Regional defende que a geografia econômica e o desempenho industrial são fatores interligados. Há uma tendência de o capitalismo estabelecer densos *clusters* localizados como economias regionais intensivas em transações, enlaçadas por estruturas de interdependência irradiadas por todo o globo (SCOTT, 1998, *apud* SANTOS, 2005).

Mas o que pode se configurar num fator positivo para as economias locais também encerra alguns perigos, como alerta Vasconcelos (2005). Segundo ele, os *clusters* ou APLs estão longe de refletir o melhor dos mundos. O que normalmente é visto como remédio, pode se transformar no veneno que acaba com a inovação, reduzindo as economias externas provenientes do ambiente profícuo da colaboração vertical e horizontal.

“O desenvolvimento de um pensamento grupal nas empresas pertencentes a tais tipos de aglomeração pode implicar o reforço de comportamentos antigos, enquanto novas ideias são suprimidas e cria-se rigidez que impede a adoção de melhorias. Devido a essa rigidez, essas aglomerações podem não suportar o

advento das inovações radicais e, conseqüentemente, entrar em decadência” (VASCONCELOS, 2005, p.21).

Outro aspecto a se considerar quando inúmeras empresas pertencentes a um mesmo arranjo produtivo e com pouca disparidade de poder entre elas é que o desenvolvimento de um *cluster* ou APL pode significar o “distanciamento” daquilo a que ele se propôs, que é fomentar um ambiente de intensa cooperação. Não que ele não possa existir, mas há que se considerar o perigo latente da exarcebação da competição entre as firmas, através da guerra pela diferenciação no mercado. “A confiança se restringe, as relações se formalizam e os benefícios dela oriundos se dissipam” (VASCONCELOS, 2005, p.21).

Por fim, uma discussão relevante também a respeito da formação de APLs é até que ponto ela deva ser estimulada – ou seja: se é conveniente que forças outras atuem sobre a formação de uma aglomeração que não aquelas surgidas espontaneamente.

Já vimos que, de todas as abordagens, a defendida pelos autores da Nova Geografia Econômica é a única que não reconhece o efeito de ações para fortalecerem um APL que não seja a “mão invisível” do mercado atuando sobre as empresas aglomeradas e definindo suas estratégias. Para esses autores, o papel intervencionista de entidades alheias ao *cluster* (governos e entidades privadas) é totalmente inócuo. Logo, é de se supor que igualmente inócua seria qualquer tentativa de criar um APL a partir da análise que alguma ação deve ser executada para fortalecer economicamente determinada comunidade/região.

Mas para a grande maioria dos estudiosos do assunto, o desenvolvimento sustentável é fruto da sinergia entre vários atores sociais, como instituições financeiras de fomento, de apoio tecnológico, de capacitação profissional, organizações da sociedade civil organizada, entre outros. Markusen (1994) é um dos que defendem que o governo deve ter um papel fundamental no fomento a políticas desenvolvimentistas, provendo, entre outras coisas, a educação básica e a infraestrutura necessária para o florescimento dos negócios. Outra função importante é a de ser o ponto de equilíbrio e o ator regulador do sistema, para direcionar o arranjo produtivo rumo à sustentabilidade.

Segundo Nobre e Amazonas (2002), a força do termo “sustentabilidade” está justamente no fato de ser um conceito amplo, um vasto campo onde acontece a luta política sobre a importância que o meio ambiente deveria ter atualmente. De uma forma

geral, a expressão passou a designar a necessidade de um uso mais racional e socialmente responsável dos recursos naturais.

Historicamente falando, a preocupação com a sustentabilidade do desenvolvimento das nações é bastante recente no mundo. A questão da desertificação, por exemplo, só foi levada a sério como uma questão a ser mundialmente estudada e combatida depois da grande seca que assolou o Sahel, na África, de 1968 a 1974, provocando a morte de 200.000 pessoas e milhões de animais (MMA, 2005).

Para discutir essa questão a ONU convocou a Conferência de Estocolmo, em 1972, a partir da qual foi criada uma agenda para sistematizar o enfrentamento desse problema. O evento seguinte foi a Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação, realizado em 1977, na capital do Quênia, Nairobi. Esta conferência consolidou o tema a nível mundial, incluindo nas discussões dos seguintes sobre este assunto, aspectos relacionados com o binômio pobreza/ meio ambiente (MMA, 2005).

Cinco anos mais tarde, a Assembleia Geral das Nações Unidas criaria a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento com o objetivo de formular uma “agenda global de mudança”, nas palavras da sua presidente, a primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. Em seus três anos de atividades, a Comissão se debruçou sobre pesquisas e análises elaboradas pelos maiores especialistas do mundo no binômio desenvolvimento X sustentabilidade. O resultado dos estudos desenvolvidos foi compilado naquele que é considerado, pela *Oxford University*, como o “mais importante documento deste gênero desde o Relatório Willy Brandt” – o relatório intitulado *Nosso Futuro Comum* (ONU, 1988).

A ideia central do documento é de que o desenvolvimento econômico ideal implica a conservação dos meios naturais, sob o risco de a humanidade colocar em risco a própria sobrevivência. Entre as propostas mais enfaticamente defendidas no relatório é o enfrentamento da questão da desertificação do planeta que, a cada ano transformava seis milhões de hectares de terras úteis agricultáveis em “desertos inúteis”. Em relação às florestas, a destruição atingiria a marca de 11 milhões de ha/ano (ONU, 1988).

A destruição dos recursos naturais tem gerado insegurança alimentar e decretado o fim de algumas das maiores civilizações da História do Mundo. O colapso da agricultura com a salinização dos solos irrigados provocou a decadência da civilização suméria, desenvolvida na Mesopotâmia, entre os rios Tigre e Eufrates; Também no vale do Indus, a salinização e a erosão provocadas pela devastação florestal por causa da retirada de lenha para cozimento de tijolos corroeram a base agrícola e precipitaram a

decadência dos povos da região. Outras sociedades que tiveram o seu declínio ligado a processos erosivos causados pela devastação florestal foram a grega, a romana e a maia (VEIGA,2008).

Jane Jacobs (2001) faz uma analogia interessante do uso múltiplo que um ecossistema consegue fazer da energia recebida antes de descarregá-la para o exterior, ao afirmar que qualquer comunidade só cresce produzindo coisas para outras comunidades – sejam elas municípios, estados, países etc. Os produtos finais exportados são como descargas de energia econômica que irão se transformar em importações para consumidores de outros lugares. Mas a transformação da energia-matéria pressupõe um suprimento original da mesma. É com a finitude desse suprimento que o homem hoje se depara.

Segundo Jacobs (2001), toda comunidade precisa de pelo menos algum recurso utilizável da natureza. Tais recursos podem ser de vários tipos, como solo fértil, minérios, uma queda d'água, um tipo de combustível fóssil ou até mesmo uma boa localização para facilitar o encontro das pessoas com objetivo de troca de bens e serviços.

Ao transformar os recursos importados da natureza isolando-os, recombinando-os e reciclando-os, o trabalho humano faz surgir o recurso inicial da economia de qualquer comunidade. Esse processo de transformação envolve habilitação, informação e experiência – potencialidades humanas cultivadas e resultantes de investimentos públicos, privados e pessoais (JACOBS, 2001).

Ao seguir na analogia com o fluxo da energia exportada, Jacobs (2001) afirma que ela pode ter consequências distintas dependendo da comunidade que a importou: quando é recebida por comunidades eficazes em consumir suas importações, fazendo delas insumos para as suas próprias exportações ou simplesmente para seu deleite, essa energia carrega consigo a capacidade de atuar como multiplicadora econômica. Quanto mais livres forem os moradores de uma comunidade para manifestarem as suas potencialidades, mais fértil será o terreno para as importações que elas fizerem de outros centros.

É essa liberdade para desenvolver suas habilidades e ideias que possibilita o surgimento daquilo que Schumpeter (1997) acreditava ser o diferencial para o desenvolvimento de qualquer atividade empreendedora: a inovação tecnológica e/ou organizacional. Liberdade, nesse contexto, significa a eliminação de tudo o que limita as escolhas e as oportunidades das pessoas. Como entraves à liberdade das pessoas

estariam a pobreza, a destituição social sistemática, má qualidade dos serviços públicos (em especial da educação e saúde) além, é claro, da repressão estatal (SEN, 2001 *apud* VEIGA, 2008).

Ao analisar o fluxo circular de produção, Schumpeter (1997) percebeu que, ao introduzir um bem que não existe modos novos ou mais baratos de produzir um bem que já existe, o empresário gera um excedente (lucro empresarial), uma vez que os preços de mercado foram formados sobre bases diferentes. Esse excedente é temporário e existirá até que a concorrência consiga incorporar a inovação em seu processo de produção do bem, reorganizando o mercado, baixando também seus custos e os preços ao consumidor. Como a inovação deixa de ser novidade, o empresário que a havia introduzido deixa de lucrar com ela, pois se situará no mesmo nível que os demais. Essa situação persistirá até que outra inovação modifique o processo e gere excedente para quem a introduziu.

Assim, esse novo processo permite que o capitalista inovador seja mais competitivo que seus adversários no mercado, se destacando deles e gerando um novo padrão de eficiência que, com certeza, será perseguido e ultrapassado por alguém ou por ele mesmo. Ou seja, a inovação é o motor propulsor do desenvolvimento e os empreendedores, com sua atividade inovadora, constituem aquilo que Schumpeter (1997) chamava de “a fonte de lucro do sistema capitalista”.

Furtado (1954) chama a atenção para o fato de que nas economias subdesenvolvidas as atividades econômicas (produção e exportação de produtos primários) que predominam não demandam a mesma intensidade de inovação, o que as obriga a adotar inovações realizadas nos países desenvolvidos e a ficarem sempre à reboque do avanço tecnológico.

O crescimento de uma economia desenvolvida é, portanto, principalmente um problema de acumulação de novos conhecimentos científicos e de progressos na aplicação desses conhecimentos. O crescimento das economias subdesenvolvidas é, sobretudo, um processo de assimilação da técnica prevalecente na época (FURTADO, 1954, p. 194).

Como enfatiza Veiga (2008), o desenvolvimento econômico é uma versão do desenvolvimento natural; é um processo que produz coisas. Se esse processo está falhando numa determinada comunidade, tudo aquilo que as pessoas dessa comunidade

consomem são apenas produtos de processos inovadores que ocorrem em outro lugar. O dinheiro circula, mas não transforma a realidade para melhor.

Esta hipótese explicaria porque países predominantemente rurais normalmente são pobres, mesmo com grandes volumes de importação e exportação. Já as economias mais ricas têm como marca registrada a diversificação, que Jacobs (2001) considera como sendo a correlação prática entre desenvolvimento e expansão econômica.

O dinheiro que circula sem transformar a realidade para melhor é insustentável econômica e ambientalmente ainda que a longo prazo, porque gera renda sem inovação; estimula o inchaço das cidades; esgota os recursos naturais, base da vida dos moradores do local, pois, “a humanidade interage com o meio no empenho de efetivar suas potencialidades (VEIGA, 2008).

Da Conferência de Estocolmo, em 1972, para a Cúpula Mundial da Terra, em 1992 (Rio 92), não houve alteração na abordagem do tema “desenvolvimento sustentável” . Nas suas dimensões ecológicas e ambientais, os objetivos da sustentabilidade continuam formando o tripé que reúne (1) a preservação do potencial da natureza para a produção de recursos renováveis; (2) a limitação do uso de recursos não renováveis e (3) o respeito e realce para a capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais (VEIGA, 2008).

Ainda que nem sempre estejam embasadas em dados científicos confiáveis, as discussões sobre a preservação ambiental estão na ordem do dia e pelo menos fazem parte hoje da agenda de instituições públicas e privadas de pesquisa, dos governos e da iniciativa privada. Essa consciência tem gerado iniciativas para redução do efeito estufa, descarbonização da economia, diminuição do consumo dos combustíveis fósseis e o uso mais intenso de fontes alternativas de energia, como a eólica, solar e de biomassa. Um bom exemplo de política pública pró-sustentabilidade veio da Suécia, que decretou o fim do uso do petróleo para o ano de 2020 e vem investindo maciçamente em sistemas alternativos e renováveis de geração de energia elétrica e térmica (PERSSON, 2006).

O papel do espírito inovador a que Schumpeter (1997) creditou o aprimoramento do sistema capitalista continua também sendo fundamental para que se descubram cada vez mais formas de produzir mais com menos, ou seja, com eficiência, dada a limitação dos recursos naturais.

Segundo Furtado (2004), crescimento não resulta em desenvolvimento sem um “projeto social subjacente” que o norteie.

Dispor de recursos para investir está longe de ser condição suficiente para preparar um melhor futuro para a massa da população. Mas quando o projeto social prioriza a efetiva melhoria das condições de vida dessa população, o crescimento se metamorfoseia em desenvolvimento (FURTADO, 2004, p.4).

2 CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO BAIXO-AÇU

Não existe entre as classificações territoriais oficiais do Rio Grande do Norte uma “região do Baixo-Açu”. No entanto, é assim que é chamada a área que engloba os nove municípios localizados às margens do baixo curso do Rio Piranhas-Açu (Açu, Afonso Bezerra, Alto do Rodrigues, Carnaubais, Ipanguaçu, Itajá, Macau, Pendências e Porto do Mangue). Eles compartilham um espaço físico contínuo de 4.670,29 km², localizado na porção centro-norte do Estado (veja Figura 1).

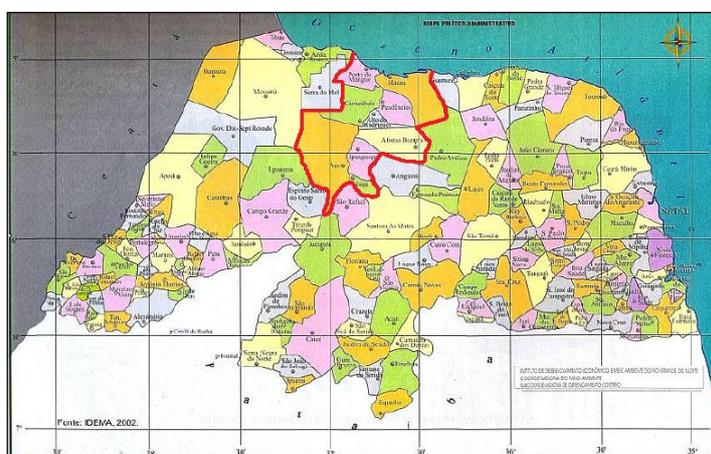


Figura 1 – Mapa do Rio Grande do Norte (IDEMA, 2002)

* A delimitação dos municípios do Baixo-Açu foi acrescentada nesse trabalho.

Como se pode observar na Figura 4 e na Tabela 1, os maiores municípios da região são: Açu, Macau, Afonso Bezerra e Carnaubais.

Tabela 1 - Área dos municípios do Baixo-Açu

MUNICÍPIOS	ÁREA (km ²)
Açu	1.303,442
Afonso Bezerra	576,180
Alto do Rodrigues	191,334
Carnaubais	545,530
Ipanguaçu	374,247
Itajá	203,622
Macau	788,036
Pendências	419,137
Porto do Mangue	318,968
TOTAL	4.717,49

Fonte: IBGE, 2010. Elaboração da autora.

2.1 ASPECTOS FÍSICOS

2.1.1 Hidrografia

A Bacia do Rio Piranhas-Açu (Figura 2) é responsável por 78% do potencial hídrico acumulado do Estado, com mais de 1.000 açudes, com volume total de armazenamento de 3,16 bilhões de m³ (SANTOS *et al.*, 2005). A formação geológica que predomina na bacia é formada por rochas cristalinas, com baixa capacidade de armazenamento de água, o que explica o caráter intermitente dos rios da região, incluindo do Piranhas-Açu, o maior deles, no seu estado natural, antes da construção da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, concluída em 1983.

O Rio Açu nasce com o nome de Rio Piranhas, no extremo oeste do Estado da Paraíba e corta o centro do território potiguar, onde muda de nome. Deságua nas proximidades do município de Macau, um dos nove municípios que fazem parte da região estudada. No seu percurso, a bacia abrange completa ou parcialmente 102 municípios paraibanos e 45 potiguares, numa área total de 43,756 Km², dos quais 17.785 Km² (34,7%) em território potiguar (SANTOS *et al.*, 2005).

Com capacidade de armazenamento de 2,4 bilhões de m³, o açude da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves garante segurança hídrica a 18 municípios e 81 comunidades rurais, num total de 339.224 pessoas de diferentes regiões do Rio Grande do Norte, através da rede formada por quatro grandes adutoras (SEMARH, 2012). É da barragem que sai também a água que percorre os canais que asseguram a irrigação de terras férteis com o cultivo de frutas na região.

O principal afluente do rio Açu na região é o rio Pataxó, no município de Ipanguaçu, também perenizado com a construção do canal de mesmo nome, criado para transportar as águas da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves sem necessidade de bombeamento, através da elevação do nível da água a montante e do desnível existente ao longo do percurso. A obra possibilitou o aumento da área irrigada do Estado em mais 2.500 hectares.

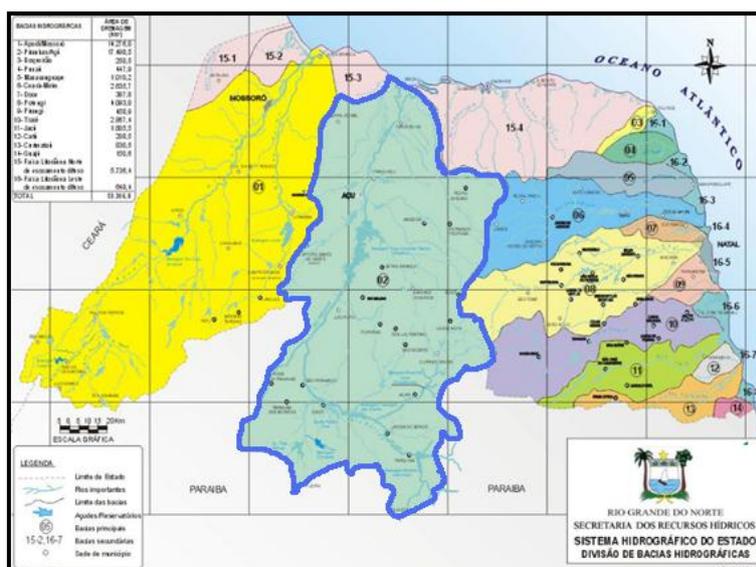


Figura 2 – Bacia do Rio Piranhas-Açu

Fonte: Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, 2005

2.1.2 Clima

Como em todo o interior do Estado e parte do litoral norte, os nove municípios do Baixo-Açu apresentam clima tropical quente seco (semiárido), com temperatura média de 27,5°, sendo a máxima de 33,6° e a mínima de 21,5°C. Normalmente, a estação chuvosa começa em janeiro, concentrando 94,2% das chuvas até o mês de julho.

O período mais chuvoso do ano vai de março a maio (66,6% da precipitação total). Já o trimestre mais seco do ano vai de setembro a novembro, com apenas 8,3 mm em média (DNOCS, 2012). As precipitações anuais se situam entre 400 e 800 mm, com alternâncias de anos com chuvas regulares e outros de chuvas escassas, ocasionando secas ocasionais.

As altas taxas de evapotranspiração, que podem chegar a mais de 2000 mm/ano, acabam provocando um déficit hídrico significativo (CBH, 2012). A insolação média anual é da ordem de 2.960 horas de sol por ano. O período de agosto a novembro é o que recebe maior insolação, com 38,2% do total da insolação média anual. Os ventos sopram com velocidade média entre 3,3 m/s em março e 6,4m/s em agosto.

2.1.3 Relevo e solos

A região do Baixo-Açu está assentada sobre um relevo de planícies fluviomarinhas. A Planície Costeira ocupa uma estreita e extensa franja ao longo do litoral potiguar, entre a linha da costa e os tabuleiros costeiros, abrangendo os municípios de Macau e Porto do Mangue. Além da planície marinha, a região conta com vastas planícies de inundação nos cursos médio e baixo do rio Piranhas-Açu. São áreas com boa fertilidade natural, utilizadas para a fruticultura e agricultura de subsistência, principalmente nos municípios de Açu, Ipanguaçu, Carnaubais e Alto do Rodrigues (PFALTZGRAFF e TORRES 2010).

Assim como a planície costeira, os tabuleiros costeiros também são divididos em duas seções principais – uma voltada para o litoral leste e outra para o litoral norte. Os tabuleiros costeiros do litoral norte na região do Baixo-Açu estão embasados em rochas sedimentares dos grupos Barreiras e Tibau, e pelos calcários e calcarenitos da Formação Jandaíra. Predominam solos espessos, arenosos e de baixa fertilidade natural (PFALTZGRAFF e TORRES 2010).

Verifica-se também a presença de baixos platôs com solos espessos e bem drenados, com baixa susceptibilidade à erosão. São solos de alta fertilidade natural e elevado potencial agrícola por causa do domínio de rochas carbonáticas. Muitas das superfícies desses platôs foram ocupadas pela fruticultura irrigada (PFALTZGRAFF e TORRES 2010).

Entre os tipos de solo presentes na região, destacam-se os neossolos flúvicos (Açu, Ipanguaçu, Itajá e Alto do Rodrigues), os latossolos vermelho-amarelos (Açu, Ipanguaçu e Pendências), neossolos regolíticos (Açu, Itajá e Ipanguaçu), cambissolos (Alto do Rodrigues, Ipanguaçu e Pendências), gleissolos sálicos (Alto do Rodrigues e Pendências), além da presença também de planossolos nátricos (Açu e Afonso Bezerra), neossolos quartzarênicos (Macau e Pendências), neossolos quartzarênicos órticos (Macau e Porto do Mangue) e pequenas áreas de argissolos vermelho-amarelos eutróficos (Afonso Bezerra, Macau e Pendências) (SANTOS *et al*, 2006).

Dos neossolos flúvicos é retirado o tipo de argila com maior valor econômico por sua plasticidade e baixa absorção de água, boa conformação e resistência mecânica (SANTOS *et al* 2006). Esses solos são ideais para a produção de cerâmica vermelha ou estrutural e, ainda que em menor proporção, para a produção de cerâmica de base

branca e de revestimento, fazendo do Baixo-Açu um importante polo ceramista do Estado, atrás apenas do Seridó (PFALTZGRAFF e TORRES 2010).

Os neossolos flúvicos também são os mais explorados na agricultura irrigada e estão dispersos por toda a bacia do Rio Açu. Outros tipos de solo também bastante utilizados nas atividades agroindustriais são os argissolos vermelho-amarelos, os latossolos e os cambissolos (SANTOS *et al*, 2006; (PFALTZGRAFF e TORRES 2010).

2.1.4 Vegetação

A vegetação que predomina na região é a caatinga, típica do semiárido nordestino (Figura 3). Apesar de significar “mata branca”, em *tupi-guarani*, pela aparência esbranquiçada que adquire no período de seca (de julho a dezembro), e se referir a plantas com características adaptativas à deficiência hídrica (caducifólia, suculência, acúleos, espinhos, feição arbustiva ou arbórea de pequeno porte etc), atualmente a caatinga é considerada como sendo um bioma, cujo conceito é:

“Conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, o que resulta em uma diversidade biológica própria” (IBGE, 2004)

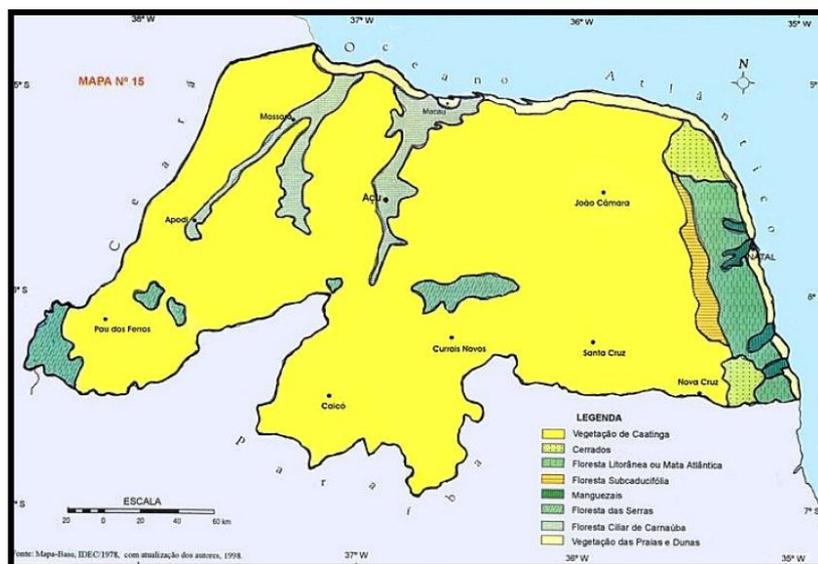


Figura 3 - Tipos de vegetação do Rio Grande do Norte
Fonte: Alves e Carvalho, 2001.

Dentre as espécies vegetais da caatinga, verifica-se o predomínio da savana-estépica arbórea (caatinga arbustivo-arbórea). As espécies vegetais mais comuns são a catingueira, a baraúna, a faveleira, a jurema, o marmeleiro, o pereiro, o juazeiro, além das tradicionais cactáceas, como xiquexique, mandacaru e facheiro (CBH, 2012).

Nas margens dos rios é comum a ocorrência de árvores como a caraibeira e a oiticica. Já as baixadas mais úmidas e as várzeas dos rios que compõem a Bacia Piranhas-Açu são ocupadas pela Floresta Ciliar com Carnaúba, em especial no município de Carnaubais, onde se concentra a maior população de cocais (CBH, 2012). A foz do rio Piranhas-Açu, na altura dos municípios de Macau e Porto do Mangue, é ocupada também por uma pequena faixa de manguezal, explorada para a criação de camarão em cativeiro.

De uma forma geral, a cobertura vegetal da bacia em sua maior parte se encontra bastante antropizada. Ali, fica evidente o alto grau de dependência social e econômica que o Estado tem da exploração dos recursos florestais para o desenvolvimento das atividades industriais e domésticas. Como se verá mais adiante, a biomassa oriunda da caatinga é a principal fonte de energia para as indústrias locais, em especial para aquelas que compõem o parque ceramista lá instalado.

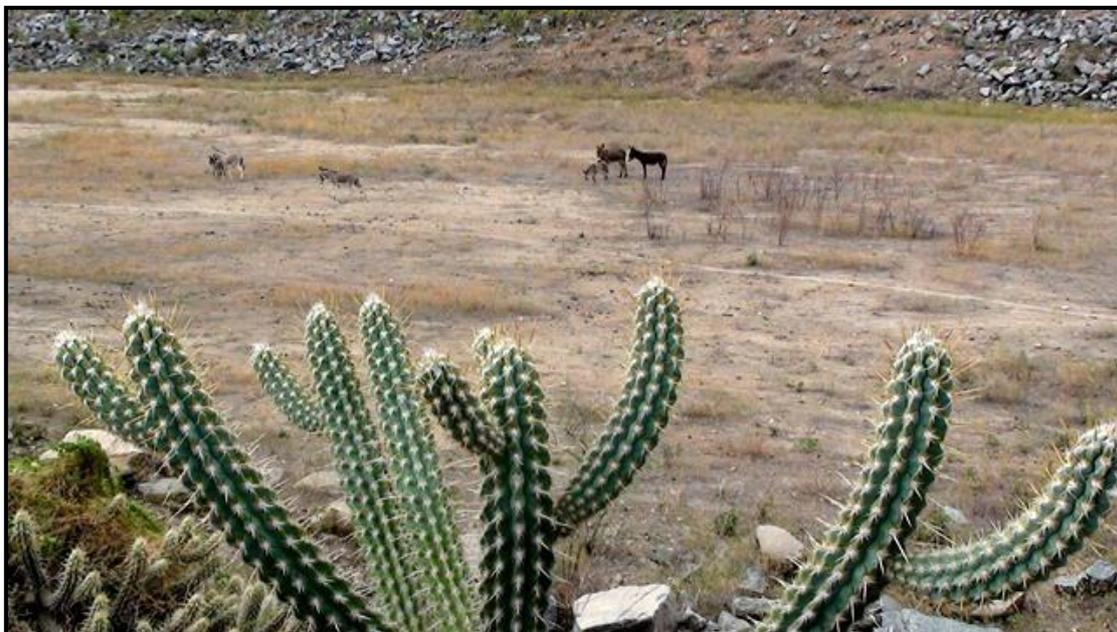


Figura 4 – Caatinga hiperxerófila, Baixo-Açu, RN. Foto: Cláudio Lucas Capeche, 2012.



Figura 5 – Caatinga hiperxerófila, Baixo-Açu, RN. Foto: Cláudio Lucas Capeche, 2012.



Figura 6 – Floresta ciliar com carnaúba. Foto: Cláudio Lucas Capeche, 2012.



Figura 7 – Floresta com carnaúbas depois do corte para a produção de cera, Baixo-Açu, RN.
Foto: Cláudio Lucas Capeche, 2012.

2.2 USO DA TERRA

De acordo com os dados dos Censos Agropecuários de 2006 do IBGE, os estabelecimentos agropecuários do Baixo-Açu ocupam uma área de 156.312 hectares, que correspondem a 4,9% da área dos estabelecimentos agropecuários do Rio Grande do Norte. O maior número de propriedades está em Afonso Bezerra, mas a área dedicada à agricultura e pecuária é mais extensa em Açu.

A comparação entre os números dos Censos Agropecuários de 1995/96 e 2006 expostos na Tabela 2 evidencia uma redução de área dos estabelecimentos agropecuários na região do Baixo-Açu em torno de 15%.

O percentual de terras inaproveitáveis ocupadas por pântanos, areais e pedreiras também sofreu uma redução de 27,85% no Baixo-Açu, passando a representar 2,43% da área total dos estabelecimentos agropecuários da região.

Tab. 2 – Uso de terras nos municípios do Baixo-Açu (1995/2006)

Utilização das terras	Estabelecimentos agropecuários (hectares)		Estabelecimentos Agropecuários (%I)	
	1995	2006	1995	2006
Total	184.707	156.312	100,00	100,00
Lavouras permanentes	5.786	13.287	3,13	8,50
Lavouras temporárias	15.050	14.215	8,15	9,09
Pastagens naturais	46.023	82.174	24,92	52,57
Pastagens plantadas	767	1.265	0,42	0,81
Aquicultura	*	3.091	*	1,98
Matas naturais	68.169	27.148	36,90	17,37
Matas plantadas	92	2070	0,05	1,32
Terras inaproveitáveis	5.257	3.793	2,84	2,43
Terras degradadas	*	1.222	*	0,78

Fonte: IBGE (Censos Agropecuários de 1996 e 2006).

* Dado não disponível no Censo Agropecuário de 1996

De uma forma geral, o uso de terras nos nove municípios estudados é resumido nos tópicos a seguir:

2.2.1 Lavoura

No último período intercensitário (1995/96 – 2006) houve uma redução da área de lavoura temporária, mas um crescimento expressivo (quase 150%) da área ocupada com culturas permanentes. Mesmo assim, a lavoura temporária ainda prevalece sobre a permanente, ocupando quase o dobro do seu espaço. De acordo com as Pesquisas Agrícolas Municipais de 2000 e 2010, o feijão e o milho predominam entre as culturas temporárias, em todos os nove municípios pesquisados.

As pesquisas revelam também a perda de terreno das culturas de algodão¹ na região. Em Afonso Bezerra, a área plantada passou de 1000 ha para nenhum hectare no período; em Açu e Alto do Rodrigues também não houve plantio de algodão no ano de 2010. Só há registros de áreas plantadas nesse ano dessa cultura nos municípios de Ipanguaçu e Carnaubais (Anexo I).

¹ O algodão era a principal cultura de toda a região semiárida potiguar até o ano de 1983, quando sofreu o ataque da praga do bicudo, que praticamente dizimou a cotonicultura no Estado (SOUZA, 1999).

Já entre as culturas permanentes, destaca-se a fruticultura irrigada. O Estado contribuiu, em 2011, com 48% da receita total de exportação, ocupando o quarto lugar na exportação de banana, manga, mamão, castanha de caju, atrás do Ceará, Pernambuco e Bahia. A maior parte dessas frutas é produzida na região do Baixo-Açu, em especial a banana (Anexo II) e tem um peso relevante nas exportações do Estado, tendo contribuído, em 2011, com 48% da receita total de exportação do Estado (CAVALCANTI, 2012). Outro tipo de cultura permanente importante no Baixo-Açu é a de espécies forrageiras, para alimentação animal.

2.2.2 Pecuária

Os dados da Produção Pecuária Municipal relativos aos anos de 2000 e 2010 revelam um aumento da pecuária não só no Rio Grande do Norte em relação ao Nordeste como nos nove municípios estudados em relação ao Estado. O incremento da atividade pecuária se reflete no aumento considerável na área de pastagens naturais (78,54%) e plantadas (64,93%), conforme mostra a Tabela 2.

Se considerarmos a região do Baixo-Açu como um todo, houve um aumento do número de cabeças dos três principais rebanhos (bovinos, caprinos e ovinos) e uma redução de 9% do rebanho de aves rebanho durante o período estudado (veja Tabela 3). Apesar de o rebanho de caprinos ter registrado o maior aumento dentre todos os demais no período (57%), ele ocupa o terceiro lugar em número de cabeças na região (32.882). Os dois maiores rebanhos são o bovino, com 54.195 cabeças, seguido pelo de ovinos, com 41.053 cabeças. O efetivo total de todos os rebanhos da produção animal do Nordeste, do Rio Grande do Norte e do Baixo-Açu está no Anexo III.

A criação de gado na região se dá de forma extensiva, na grande maioria das propriedades. Mais da metade da área dos estabelecimentos (53,37%) é ocupada por pastagens, mas as plantadas não passam de 0,81% do total (Tabela 2).

**Tabela 3 – Efetivo dos principais rebanhos do NE, RN e do Baixo-Açu
2000-2010**

Especificação	Bovinos		Caprinos		Ovinos		Aves	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
NE	112.611.466	139.450.997	8.741.488	8.458.578	7.762.475	9.857.754	112.611.466	139.451.997
RN	803.948	1.064.575	325.031	405.983	389.706	583.661	3.915.597	4.609.958
Baixo-Açu	37.931	54.195	20.841	32.882	29.086	41.053	43.467	39.583
Açu	9.929	18.692	7.782	9.781	5.841	16.331	17.841	17.728
A. Bezerra	4.675	4.351	3.446	8.596	2.144	4.026	3.631	3.428
A.do Rodrigues	3.636	2.876	1.467	859	3.017	1.573	3.435	2.547
Carnaubais	5.198	6.082	1.254	1.754	4.373	3.974	4.746	3.431
Ipanguaçu	6.498	10.843	2.133	3.531	4.913	6.248	4.564	3.938
Itajá	917	1.635	827	2.003	662	2.504	2.504	2.380
Macau	651	2.587	2.230	3.085	2.514	2.053	3.419	3.119
Pendências	5.538	5.395	1.601	2.389	5.277	2.906	3.073	2.422
P. do Mangue	889	1.734	101	884	345	1.438	254	590

Fonte: IBGE (Pesquisa da Pecuária Municipal, 2000 - 2011).

2.2.3 Aquicultura (carcinicultura e piscicultura)

O Nordeste, em especial o Rio Grande do Norte, oferece condições excepcionais para a criação e produção de camarão em cativeiro: temperatura média anual de 27°C, salinidade adequada, insolação elevada, água rica em alimentos provenientes dos manguezais, terras impermeáveis e planas e ventilação apropriada. Esses fatores têm impulsionado a carcinicultura e a piscicultura da região (SEPLAN, 2002).

Dos 1400 produtores de camarão em cativeiro do País, 550 estão no Rio Grande do Norte. Na região do Baixo-Açu, os municípios que produzem o crustáceo são Itajá, Açu, Pendências, Macau e Porto do Mangue. Eles fazem parte, com mais cinco municípios, do Território Açu – Mossoró da Pesca e Aquicultura, que abrange as bacias dos rios Piranhas-Açu e Mossoró. De acordo com os dados do Registro Geral da Pesca (RGP) estão cadastrados neste território 99 aquicultores, sendo 96 carcinicultores, dois laboratórios e uma piscicultura (MPA, 2010 *apud* MAIA *et al.*, 2012).

Apesar da tradição do Estado nessa atividade, as enchentes de 2004, 2008 e 2009 castigaram duramente os viveiros dos municípios produtores, fazendo com que o Rio

Grande do Norte perdesse o primeiro lugar na produção de camarão cultivado para o Ceará, em 2006 (SANTOS, 2012).

2.2.4 Matas e florestas

As matas e florestas ocupam 18,17% da área dos estabelecimentos localizados no Baixo-Açu (veja Tabela 2), sobretudo no município de Carnaubais, onde estão localizadas 32% da vegetação nativa da região. Mas é em Porto do Mangue que se encontra o maior número de Áreas de Preservação Permanente (APPs), que são hectares de matas e/ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal. As matas e florestas plantadas ocupam apenas 0,8% da área dos estabelecimentos e estão concentradas principalmente no município de Ipanguaçu.

Um dado que merece destaque na comparação entre os censos de 1995/96 e 2006 é a redução de 60% das áreas ocupadas por matas e florestas naturais do Bioma Caatinga no Baixo-Açu – o dobro da redução verificada nas matas e florestas naturais do Rio Grande do Norte como um todo (veja Tabela 2). A região faz parte dos 38,5% de áreas incluídas na categoria grave de ocorrência de desertificação (IDEMA, 2004).

A redução das matas nativas do Baixo-Açu está associada ao desmatamento para transformação de grandes áreas em pasto para a pecuária extensiva, ao crescimento da fruticultura irrigada e à extração de espécies vegetais lenhosas para atender às necessidades energéticas de indústrias que dependem da lenha e do carvão vegetal para produzir (cerâmicas, panificadoras, churrascarias, queijarias etc). Por outro lado, os números registram também um aumento de 2.150% na área destinada às florestas plantadas. Mesmo assim, ainda é insignificante o percentual dessas áreas no contexto geral dos estabelecimentos – elas não representam mais do que 1,32% da área total.

2.2.5 Sistemas agroflorestais

O IBGE incluiu no Censo Agropecuário de 2006 (veja Tabela 2) as áreas dos estabelecimentos que desenvolvem sistemas agroflorestais, nos quais são empregadas tecnologias de uso do solo que permitem, através de manejo adequado, a convivência

entre espécies lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras etc) e culturas agrícolas e/ou produção animal.

Os sistemas agroflorestais atendem às necessidades dos produtores rurais de alimento, madeira, lenha, forragem, plantas medicinais e fibras e também auxiliam na conservação dos solos, microbacias, áreas florestais, biodiversidade, entre outros. No Baixo-Açu, 245 propriedades disponibilizam 6.179 hectares (3,95%) de suas terras para esse sistema produtivo, principalmente no município de Afonso Bezerra.

2.3 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

De acordo com o Censo Demográfico 2010 do IBGE, a população do Baixo-Açu é de 154.529 habitantes (veja Tabela 4). No período intercensitário 2000-2010 os nove municípios que compõem a região apresentaram uma taxa geométrica de crescimento populacional média de 1,50% aa – superior às médias nacional (1,17% aa), do Nordeste (1,12% aa) e do próprio Rio Grande do Norte (1,43% aa).

Cinco municípios cresceram acima da taxa média estadual para o período compreendido entre os censos de 2000 e 2010: Alto do Rodrigues (2,62% aa), Porto do Mangue (2,53% aa), Carnaubais (1,77% aa), Pendências (1,65% aa) e Ipanguaçu (1,65% aa). O município de Açu se mantém em 8º lugar entre os 10 municípios mais populosos do Estado, posição que ocupa desde a década de 70, contudo apresentou um crescimento anual menor do que a média da região e do Estado (1,06% aa). A população de Afonso Bezerra foi a única que apresentou uma taxa de crescimento negativa (-0,019% aa) em relação ao censo (IBGE, 2000; IBGE, 2010).

O Censo Demográfico de 1980 foi o primeiro a registrar o aumento da população urbana em relação à rural no Rio Grande do Norte. Hoje, apenas 22% da população do Estado encontram-se na zona rural. Nos municípios banhados pelo Rio Açu, a concentração de moradores nas cidades também tem aumentado de censo para censo. Até mesmo os dois municípios que possuem ainda populações rurais maiores do que urbanas, Carnaubais e Ipanguaçu, registraram expressivo aumento no número de moradores das cidades de 2000 para 2010, sendo que a primeira apresentou taxa negativa de crescimento da população rural, assim como o município de Macau. O único município que experimentou um decréscimo no número de moradores na zona

urbana foi Afonso Bezerra – o único também que manteve a população total estável nos dois últimos censos (veja Tabela 4).

Tab. 4 – População residente nos municípios do Baixo-Açu (2000-2010)

Municípios	2000			2010			Taxa de crescimento geométrica (%)		
	rural	urbana	total	rural	urbana	total	rural	urbana	total
Açu	13.255	34.602	47.857	13.868	39.359	53.227	0,453	1,296	1,069
Afonso Bezerra	4.364	6.501	10.865	5.085	5.759	10.844	1,541	- 1,204	- 0,019
Alto do Rodrigues	3.012	6.488	9.500	3.432	8.873	12.305	1,314	3,180	2,621
Carnaubais	6.088	2.100	8.188	5.005	4.757	9.762	-1,491	8,520	1,774
Ipanguaçu	7.567	4.359	11.926	8.473	5.383	13.856	1,137	2,132	1,654
Itajá	1.118	5.128	6.246	1.231	5.701	6.932	0,968	1,065	1,048
Macau	7.089	18.620	25.709	6.988	21.966	28.954	- 0,143	1,666	1,196
Pendências	2.457	8.943	11.400	2.858	10.574	13.432	1,523	1,689	1,654
Porto do Mangue	1.774	2.288	4.062	2.190	3.027	5.217	2,129	2,838	2,534

Fonte: IBGE (Censos Demográficos de 2000 e 2010).

Trata-se de uma população eminentemente jovem. Em todos os municípios da região, a faixa etária mais populosa da região era de 10 a 14 anos no ano 2000; em 2010, o censo registrou o maior número de residentes entre os 20 e 24 anos (Anexo IV, assinalado de amarelo). A faixa etária com o menor número de residentes foi a de 75 a 79 anos (Anexo IV, assinalado de cinza).

O número de mulheres (78.266) é ligeiramente superior ao de homens (76.803), assim como o nível de escolaridade delas. Mas de uma forma geral, o que predomina na população da região são homens e mulheres acima de 20 anos de idade que não possuem nenhuma instrução ou, no máximo, o fundamental incompleto. As exceções são o município de Alto do Rodrigues, onde a maioria das mulheres entre 15 e 24 anos (4,66% da população) possui o ensino médio completo e o superior incompleto, e Macau, onde a maioria das mulheres nessa faixa tem o fundamental completo e o médio incompleto (Anexo V).

Em todos os nove municípios estudados a taxa de analfabetismo (26,26% em média) é superior à taxa estadual (18,5%). Ao mesmo tempo, os percentuais da população da região em todos os níveis de ensino são menores do que os apresentados no Estado, o que demonstra uma defasagem da escolarização da população do Baixo-Açu em relação à média estadual (veja Tabela 5).

Tab. 5 – Escolaridade da população do Baixo-Açu -2010

Unid. Fed. e municípios	Analfabetos	Fundamental incompleto (%)	Fundamental completo a médio incompleto (%)	Médio completo a superior incompleto (%)	Superior completo (%)	Indeterm.
Rio Grande do Norte	18,5	32,89	16,71	24,86	6,63	0,40
Açu	22,5	34,01	18,70	19,94	4,63	0,21
Afonso Bezerra	30,7	35,61	14,42	16,91	2,36	-
Alto do Rodrigues	19,3	35,94	15,02	26,32	2,24	1,18
Carnaubais	25,6	38,9	15,35	17,34	2,81	-
Ipanguaçu	27,7	34,65	16,08	18,97	2,40	0,20
Itajá	26,3	37,37	14,54	18,33	3,15	0,31
Macau	18,9	36,92	17,59	22,47	3,84	0,29
Pendências	23,0	38,96	16,83	16,68	3,37	1,15
Porto do Mangue	27,7	40,13	17,65	12,17	2,35	0,30
TOTAL	26,68	34,89	16,24	18,79	3,01	0,90

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

2.4 ECONOMIA

O baixo nível de educação e, conseqüentemente, de qualificação profissional, se refletem na precariedade do mercado de trabalho e nas condições de vida da maior parte da população da região, apesar das potencialidades que ela tem. Segundo o Mapa da Pobreza e Desigualdade (IBGE, 2003), o percentual médio de pobres nos nove municípios considerados em conjunto é de 56,73%, maior do que o percentual do Estado, que já está entre os mais altos do País (veja Tabela 6).

O município que tem o maior PIB *per capita* (Porto do Mangue) tem também um dos maiores percentuais de pobres da região (61,78%). Porém, o maior número relativo de pobres está no município de Pendências (68,08%), cujo PIB *per capita* é o quarto maior entre os nove municípios estudados, o que expõe a desigualdade na distribuição da renda. Ainda assim, o Índice de Gini médio da região, que mede o grau de concentração de uma distribuição, ficou abaixo do índice estadual, o que significa que, mesmo mais pobre do que a média dos municípios, a desigualdade social na região é menor do que no Estado de uma forma geral (veja Tabela 6).

O setor que apresenta uma maior participação no PIB da região é o de comércio e serviços, responsável por 49,04% da riqueza gerada em 2010 em seis dos nove municípios estudados. Nos municípios de Alto do Rodrigues e Macau e Porto do Mangue, o setor que mais participa no PIB é o da indústria – 54,44%, 58,13% e 78,63% respectivamente, devido às atividades de exploração de petróleo e gás desenvolvidas pela Petrobras e outras empresas do setor (veja Tabela 6).

Tab. 6 - Produto Interno Bruto, pobreza e desigualdade no Baixo-Açu

Unid. Fed. e municípios	PIB ² (milhões de R\$)	Part.da agropecuária (%)	Part. da indústria (%)	Part. do comércio e serviços (%)	Part. de impostos s/produtos líquidos de subsídios (%)	PIB per capita (R\$)	Percentual de pobres ²	Índice de Gini ²
Rio Grande do Norte	32.339	3,7	18,94	65,6	11,7	10.207	52,27	0,49
Açu	403,7	3,36	26,46	63,19	6,97	7.582,00	56,84	0,44
Afonso Bezerra	46,9	5,12	7,85	82,45	4,55	4.307,00	53,86	0,39
Alto do Rodrigues	187,8	3,03	54,44	34,24	8,26	15.263,00	55,77	0,39
Carnaubais	77,2	6,1	35,54	49,35	8,99	7.905,39	41,21	0,37
Ipanguaçú	87,7	13,4	15,67	59,74	11,17	6.328,67	48,87	0,39
Itajá	52,8	3,72	25,27	59,68	11,31	7.593,48	64,94	0,37
Macau	454,2	2,67	58,13	34,67	4,51	15.677,77	59,22	0,40
Pendências	143	1,51	43,24	41,16	4,07	10.641,31	68,08	0,39
Porto do Mangue	141,7	2,77	78,63	16,93	1,64	24.165,79	61,78	0,37

Fontes: (1) IBGE, 2010;(2) IBGE, 2003.

De acordo com o Censo Demográfico 2010 do IBGE, a População Economicamente Ativa (PEA) dos nove municípios estudados (65.386 pessoas) é menor do que a não ativa (89.143 pessoas) e representa 42,31 % da população total da região (3.168.027 habitantes); 85,53% da PEA da região encontravam-se ocupados na semana de referência da pesquisa. A taxa de desocupação ou desemprego aberto era de 14,46% (veja Tabela7).

Das pessoas ocupadas do Baixo-Açu, 67,97 % são empregadas e 1,16% são empregadoras e representam 58,14% e 0,99% respectivamente da PEA dos nove municípios da região respectivamente. Os demais são trabalhadores não remunerados e pessoas que produzem apenas para seu próprio consumo e o de sua família. Entre os empregados, 58,61% têm situação trabalhista legalizada - possuem carteira assinada ou

são servidores públicos estatutários. Mas a informalidade atinge 41,38% de trabalhadores não registrados por seus patrões (veja Tabela 7).

O percentual de trabalhadores autônomos é praticamente o mesmo do encontrado para todo o Estado; o número de pessoas que trabalham sem receber na região é maior do que o registrado no Estado, assim como o número de desocupados; Já o número de trabalhadores que produzem para consumo próprio e dos que empregam outras pessoas é bem menor do que os encontrados para o Rio Grande do Norte em geral (veja Tabela 7).

Tabela 7- População Economicamente Ativa (2010)

UF e região	PEA	Mão de obra ocupada					Desocupados
		Empregados*	Conta própria	Não remun.	consumo próprio	Empregadores	
RN	1.375.041	860.806 (62,60%)	255.282 (18,6%)	23.420 (1,70%)	80.209 (5,83%)	18.596 (1,35%)	136.728 (9,94%)
Baixo-Açu	65.386	38.013 (58,14%)	12.585 (19,25%)	1.443 (2,21%)	3.237 (4,95%)	649 (0,99%)	9.459 (14,47%)

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010. Síntese das tabelas 3461 e 157.

*Estão incluídos os empregados com carteira assinada (19.700), empregados sem carteira assinada (15.732) e os funcionários públicos 2.582).

Os dados do Censo sobre a situação da PEA acima levam em conta todo o tipo de ocupação e não apenas aquelas restritas aos ambientes das firmas e suas unidades locais. A situação da população economicamente ativa nas empresas é obtida junto ao Cadastro Central de Empresas, que reúne dados cadastrais e econômicos oriundos de pesquisas anuais do IBGE nas áreas de Indústria, Construção, Comércio e Serviços, e da Relação Anual de Informações Sociais - RAIS.

Segundo esse cadastro, os setores da economia que empregam mais gente na região são, nesta ordem, agricultura, comércio e construção (veja Tabela 8). A administração pública ocupa o 4º lugar dentre as atividades que mais empregam, à frente de setores importantes, como o da indústria de transformação.

Tab.8 – Ocupação da mão- de-obra por atividades econômicas no Baixo-Açu (2006)

Atividades econômicas	ocupados	%
1º agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal	3.504	15,42
2º comércio, reparação de veículos automotores, objetos pessoais e domésticos	3.501	15,41
3º construção	2.057	9,05
4º administração pública, defesa e seguridade social	1.911	8,41
5º indústria de transformação	1.825	8,03
6º atividades imobiliárias, aluguéis e serviços prestados às empresas	1.595	7,02
7º pesca	1.132	4,98
8º indústrias extrativas	796	3,50
9º outros serviços coletivos, sociais e pessoais	700	3,08
10º alojamento e alimentação	500	2,20

Fonte: IBGE, Cadastro Central de Empresas, 2006

Em 2010, a região possuía 2549 empresas com 2643 unidades locais – 31,53% a mais do que no ano de 2006. Mas, a ocupação nessas unidades permaneceu praticamente a mesmo e o número de pessoas assalariadas reduziu 3,32%, diferente do que aconteceu no Estado, cujo aumento tanto de pessoal ocupado total quanto de assalariado acompanhou o aumento no número de unidades locais em torno de 22% (Tabela 9).

Os salários e rendimentos pagos no Baixo-Açu aumentaram nominalmente em 39% de 2006 a 2010. No mesmo período, o aumento foi de 81% no Rio Grande do Norte. O salário médio nos nove municípios corresponde a 1,93 salários mínimos, enquanto que o salário médio do trabalhador potiguar nas unidades locais das empresas é de 2,6 salários mínimos (Tabela 9).

Contudo, é na região que se encontra o município com o 2º maior salário médio do Estado – Alto do Rodrigues (4,1 salários mínimos), superior ao da média dos salários

pagos no Rio Grande do Norte (2,6 salários mínimos), no Nordeste (2,5 salários mínimos) e no Brasil (3,2 salários mínimos). É nesse município que está concentrada a maior parte das atividades em terra da exploração de petróleo e gás, com a geração de empregos mais qualificados. (Tabela 9).

Tab. 9 - Unidades locais, pessoal ocupado total e assalariado em 31.12, salários e outras remunerações, salário médio mensal e empresas atuantes (2006-2010)

Municípios	Nºde unidades locais (Unidades)		Pessoal ocupado total (Pessoas)		Pessoal ocupado assalariado (Pessoas)		Salários e outras remunerações (mil Reais)		Salário médio mensal (Salários mínimos)		Número de empresas atuantes (Unidades)	
	2006	2010	2006	2010	2006	2010	2006	2010	2006	2010	2006	2010
Açu	866	1.084	4.988	6.635	4.029	5.461	28.541	61.509	1,6	1,7	-	1.061
A. Bezerra	63	105	515	751	464	636	3.180	6.874	1,5	1,7	-	105
A. do Rodrigues	192	251	3.979	3.295	3.819	3.044	66.683	78.783	3,9	4,1	-	250
Carnaubais	73	113	1.660	1.130	1.561	1.042	10.726	12.362	1,6	1,7	-	109
Ipangaçu	136	135	2.671	2.200	2.562	2.103	17.908	23.162	1,4	1,4	-	131
Itajá	66	90	976	1.291	868	1.200	4.331	9.314	1,2	1,2	-	90
Macau	493	696	3.663	4.633	3.206	3.884	28.648	44.307	2,0	1,8	-	677
Pendências	95	128	2.615	1.411	2.543	1.280	17.540	13.116	1,6	1,7	-	126
P. do Mangue	25	41	849	606	830	561	7.128	8.094	2,0	2,1	-	41
TOTAL	2.009	2.643	21.916	21.952	19.882	19.211	184.685	257.521	1,86	1,93		2.549
RN	47.955	59.131	517.078	635.433	464.797	569.089	5.299.348	9.598.376	2,6	2,6		56.529

Fonte: IBGE - Cadastro Central de Empresas, anos 2006 e 2010.

2.4.1 Identificação das vocações naturais do Baixo-Açu

Não foi possível detectar, através dos dados oficiais, a existência de arranjos produtivos locais, no sentido estrito da expressão, em nenhum desses municípios, apesar de o termo APL ser empregado com frequência em pesquisas e relatórios elaborados por entidades como o Sebrae, a Federação das Indústrias do RN, Banco do Nordeste etc. Nesses e em outros documentos, encontramos o termo sendo usado para designar simplesmente aglomerados de empresas reunidas ou não em associações, que operam num mesmo ramo do mercado, porém de forma isolada, sem

nenhuma sinergia, sem gerar economias externas incidentais ou programadas. Nem mesmo a compra conjunta de máquinas e insumos para obtenção de preços mais baixos é uma prática entre essas empresas.

De acordo com o chefe do escritório do Sebrae em Açu, em todo o Estado, a única aglomeração de empresas que está a caminho de se tornar um APL está na região de Mossoró, onde as empresas industriais e comerciais do setor de petróleo e gás se organizaram há três anos, numa rede colaborativa – a Redepetro, que acaba se refletindo nos municípios de entorno, entre eles Açu.

O que existe no Baixo-Açu são vocações naturais, atividades econômicas específicas que podem um dia gerar APLs de fato. A região tem uma vocação natural para as atividades produtivas ligadas ao agronegócio devido à boa oferta hídrica e os solos de alta fertilidade. Essas condições especiais fizeram com que a região sediasse projetos empresariais de fruticultura irrigada (banana, manga, mamão e melão), principalmente nos municípios de Alto do Rodrigues, Ipanguaçu e Carnaubais (CAVALCANTI, 2012).

Uma iniciativa importante, que pretende resgatar a cotonicultura na região é o Programa de Revitalização do Algodão, que está sendo desenvolvido pela Prefeitura de Açu, em parceria com a Embrapa Algodão (PB), a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-RN), Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (Emparn) e a Cooperativa Agropecuária do Vale do Açu (Coaperval).

No setor de pesca e aquicultura, a região também figura como uma das maiores produtoras de camarão de cativeiro. Até 2006 o Rio Grande do Norte era o maior produtor e exportador nacional de camarão, mas as crises nas exportações e as enchentes de 2008 e 2009, que devastaram milhares de hectares de fazendas do Baixo-Açu, fizeram com que o Estado perdesse a liderança no setor para o Ceará. Atualmente, a produção potiguar é estimada em 23 mil toneladas, contra 30 mil toneladas produzidas nas fazendas cearenses e a expectativa é que o setor fature mais de R\$ 1 bilhão em 2012 (SANTOS, 2012).

No extrativismo mineral o Rio Grande do Norte se destaca como o maior produtor de sal marinho do Brasil, detendo mais de 90% de sua produção, estimada em 5 milhões de toneladas (SEPLAN, 2002). Dentre os municípios produtores destaca-se Macau, localizado na foz do Rio Piranhas-Açu.

O sal é o mineral industrial de maior importância produzido no Estado, devido aos variados campos de aplicação, que vão do consumo humano e animal às indústrias

química, farmacêutica, têxtil, alimentícia, de papel, entre outras (CPRM, 2010). Apesar disso, nos últimos 20 anos ele vem sendo substituído na liderança da indústria extrativa mineral da região pela produção de petróleo e gás.

O Rio Grande do Norte é o terceiro maior produtor de petróleo do País, com uma produção anual de 23 milhões de barris (2,9% da produção nacional); ocupa também o oitavo lugar na produção de gás, com uma produção média anual de 600 milhões de metros cúbicos. Grande parte da produção estadual de petróleo e gás sai do Baixo-Açu – seis dos nove produtores de petróleo do Estado são da região, que ficam com quase a metade (R\$ 53 milhões) dos quase R\$ 116 milhões pagos em royalties aos municípios produtores de petróleo do Estado (ANP, 2013).

Com a instalação da termoelétrica Termoçu S.A., em 2008, a produção de petróleo na região aumentou em até 12 mil barris por dia, por causa da injeção de vapor nos campos de Alto do Rodrigues e Estreito (Carnaubais), gerando mais *royalties* para o Estado e os municípios produtores. A Termoçu tem capacidade instalada de 367,9 MW com duas turbinas a gás natural que produzem energia para atender tanto à Companhia de Energia do Rio Grande do Norte (Cosern) quanto à Coelba, concessionária de energia da Bahia. Além da geração de energia elétrica, a Termoçu produz 610t/h de vapor, utilizadas pela Petrobras para injeção contínua em seus poços de petróleo, elevando a produtividade da Companhia (NEONERGIA, 2012).

Apesar da fartura de gás natural, não é ele que move a atividade mais importante da indústria de transformação da região - a produção de tijolo, telhas e blocos de laje, que tem sua matriz energética baseada na lenha. O Baixo-Açu é o 2º polo ceramista do Estado, com 32 indústrias que produzem cerca de 300 milhões de peças por ano e geram em torno de 1.289 empregos formais na região.

3 DIAGNÓSTICO DO USO DE LENHA E CARVÃO VEGETAL NO BAIXO-AÇU

A dificuldade para se contabilizar o consumo de energéticos de madeira não é um problema exclusivamente brasileiro. Os dados de combustíveis de madeira geralmente são fornecidos por fontes secundárias; são inconsistentes e de qualidade duvidosa, dificultando a comparação entre os países (IEA, 2006). No Brasil, a falta de padronização nos métodos de coletas dos dados e no uso de diferentes parâmetros de mensuração, torna árdua a tarefa de mensurar a oferta e o consumo de uma fonte de energia cujo maior percentual de consumo é residencial e, portanto, descentralizado, eminentemente rural, de natureza não comercial e, por tudo isso, constantemente não contabilizado.

Uhlig (2008) cita algumas limitações dos cálculos da oferta e consumo de energéticos florestais no Brasil – dentre elas, o fato de o IBGE desconsiderar a lenha e o carvão vegetal produzidos da madeira catada nas propriedades rurais e ao longo das rodovias pelos próprios consumidores, restringindo sua pesquisa aos setores da produção, industrialização, comercialização, e fiscalização de produtos vegetais nativos; em relação ao Balanço Energético Nacional, o autor faz uma crítica acerca da metodologia adotada, que ignora a evolução da eficiência dos fogões a gás e credita ao aumento do consumo da lenha e do carvão vegetal a redução do consumo do GLP nas residências. Segundo Uhlig (2008), esse fenômeno mercadológico de fato existe, mas não é tão absoluto quanto as simplificações estatísticas o fazem parecer.

A variedade de fontes de informações, a falta de parâmetros e metodologias uniformes, além da adoção das mais diferentes unidades e fatores de conversão tornam difícil a comparação do consumo de combustíveis de madeira entre os países e até mesmo entre as regiões de um mesmo país. Isso acaba prejudicando a avaliação das tendências e a formulação de políticas, programas e projetos públicos para mitigar ou resolver problemas históricos relacionados à sustentabilidade das atividades econômicas em diversos biomas – sobretudo nas regiões semiáridas .

Apesar dessas ressalvas, optou-se nesse estudo por utilizar as bases dos dados oficiais para a estimação da oferta e consumo de lenha e carvão na região do Baixo-Açu, por entendermos que, mesmo com as simplificações dos modelos metodológicos adotados, eles espelham a evolução da matriz energética brasileira e é neles que se baseiam a maior parte das análises sobre o assunto.

Assim sendo, foram utilizados os percentuais de consumo residencial e comercial de lenha e carvão que constam no último BEN, do ano de 2012, ano base 2011. Esses percentuais foram aplicados sobre a base de dados demográficos do Censo 2010 do IBGE.

O consumo de espécies lenhosas no setor agropecuário foi desconsiderado, por ter sido considerado inexistente no último Balanço Energético do Rio Grande do Norte, editado em 2006. Já os dados sobre o consumo dos principais consumidores de lenha e carvão vegetal da região foram coletados diretamente, através de pesquisa de campo, e comparados com os dados oficiais de produção.

No Baixo-Açu, a participação da lenha na matriz energética do setor comercial é de 1,3% e a do carvão vegetal é inferior a 1%. Assim, nesse estudo, procurou-se apenas estimar o consumo desses dois combustíveis nos setores industrial e residencial, que são os que mais queimam lenha e carvão nos seus fornos.

3.1 CONSUMO RESIDENCIAL

Apesar de toda a importância da lenha na matriz energética no Brasil e no Rio Grande do Norte, a partir dos anos 70, a sua participação na matriz energética nacional passou a cair, até que no final da década de 90 e mais intensamente em 2001 verificou-se um recrudescimento generalizado de seu uso, vindo a estabilizar-se, mas ainda com leve tendência de alta nos últimos cinco anos (Figuras 8 e 9).

De acordo com estudo publicado pelo Sindicato das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito do Petróleo (SINDGÁS, 2007), a explicação para o aumento do consumo de lenha a partir de 2001 foi o fim de todos os subsídios governamentais à produção e distribuição do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP, conhecido como gás de cozinha), aliado ao aumento da tributação federal (PIS/COFINS), à elevação da taxa de câmbio e o do preço d. Os custos, repassados ao consumidor, elevaram em 63% o preço do tradicional botijão de 13 kg, usados nas residências. Dos R\$ 19,00 que custava em 2000 passou a mais de R\$ 30,00 em 2006 (SINDIGÁS, 2007).

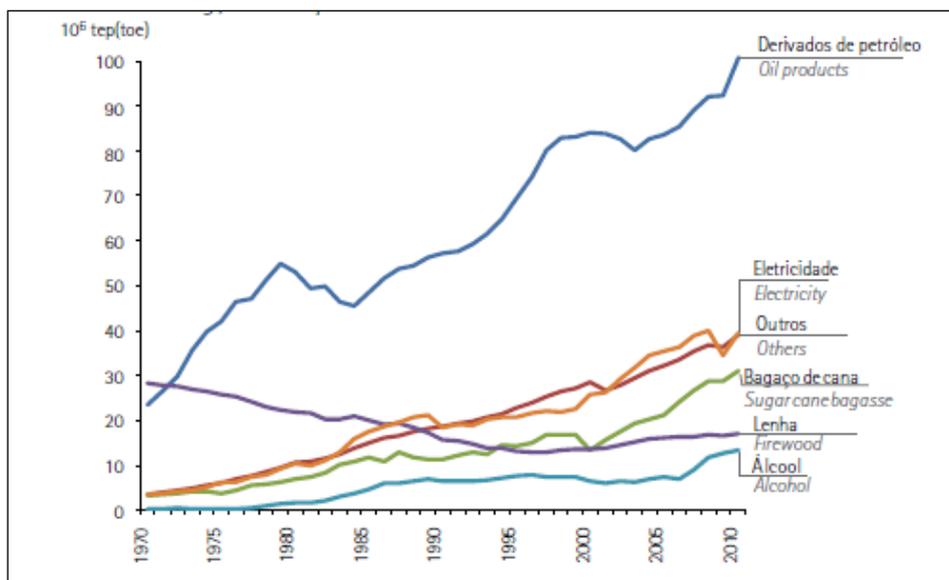


Figura 8 - Consumo energético final por fonte
Fonte: MME, 2012..

Os aumentos sucessivos fizeram com que nos municípios mais pobres do País a população voltasse a consumir combustíveis alternativos ao GLP (Figura 9). Fogões ineficientes à base de lenha voltaram a ser usados, depois de anos desativados por conta da utilização do gás de cozinha. Assim, o uso de lenha para preparação de alimentos aumentou 25%, enquanto que o consumo domiciliar de GLP teve queda de 10% (MME, 2006).



Figura 9 – Consumo residencial de lenha e GLP
Fonte: SINDIGÁS, 2007.

Porém, é importante ressaltar que mesmo com o consumo mais alto, não se pode responsabilizar, exclusivamente, o uso da lenha para cocção pelo desmatamento da

caatinga. Contribuiu também a limpeza dos terrenos para expansão das fronteiras agropecuárias e a exploração de madeira para fins comerciais (UHILG, 2008; MMA, 2004; PAREYNE e RIEGELHAUPT, 2010). O combustível usado para consumo familiar geralmente é catado às margens das rodovias e em remanescentes florestais (capoeiras) na medida da necessidade, ou seja, sem nenhuma formalidade ou planejamento prévio (UHLIG, 2008).

No estudo realizado com 864 famílias de 10 assentamentos rurais do Rio Grande do Norte, Francelino *et al.* (2003) estimaram em 1m^3 st o consumo mensal domiciliar na zona rural do Estado, o que corresponde a 0,21 t de matéria seca da caatinga (RIEGELHAUPT, 2004) ou 210 kg/mês/domicílio. Este valor definido para o consumo de lenha potiguar é compatível com os valores estimados por Oliveira *et al.* (1988) para as zonas urbanas (225 kg/domicílio/mês) e rurais (297 kg/domicílio/mês) dos municípios paraibanos e também com a estimativa de Silva *et al.* (1993) para os domicílios pernambucanos de uma forma geral (219 kg).

De acordo com o último Balanço Energético Nacional (MME, 2012) sintetizado na Figura 10, a lenha participa diretamente com 27,8% do consumo de todas as fontes energéticas da matriz residencial brasileira, só perdendo para a eletricidade (41,7%). Logo, para se estimar o consumo residencial deste combustível nos domicílios dos nove municípios estudados, calculou-se a quanto corresponderia 27,8% de todos os 43.599 domicílios da região (IBGE, 2010). O valor encontrado foi 12.112 domicílios.

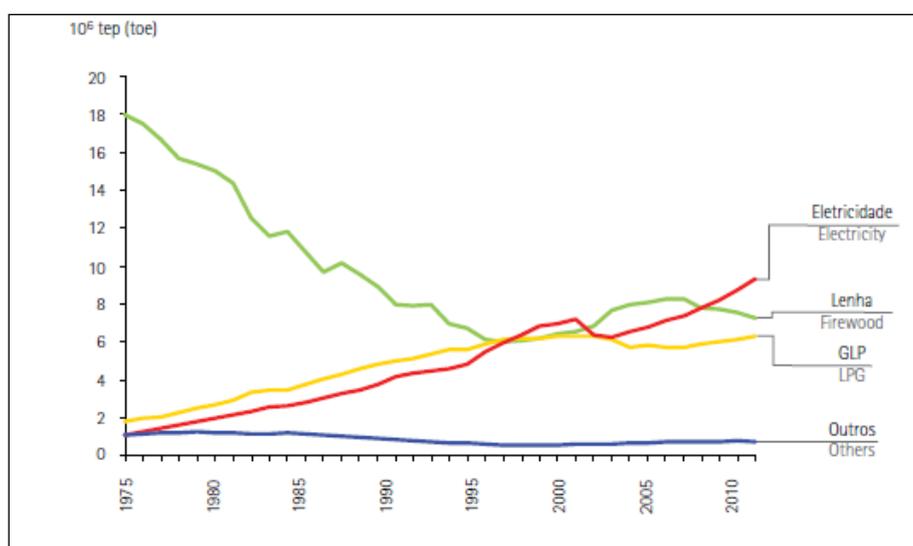


Figura 10 – Consumo energético final no setor residencial (MME, 2012).

Para estimar o consumo de lenha, multiplicou-se este valor pelo consumo médio mensal de um domicílio (1m³ st). O valor encontrado foi 12.121 m³st de lenha /mês. O consumo anual seria de 145.452 m³st (Quadro 1).

Quadro 1 - Consumo residencial de lenha

Consumo de lenha/domicílio/mês*	1m ³ st
Participação da lenha no consumo energético residencial**	27,8%
Nº de domicílios no Baixo-Açu***	43.599
Nº de domicílios que consomem lenha	12.121
Consumo de lenha total/mês (12.112 x 1m ³ st)	12.121 m ³ st
Consumo de lenha total/ano	145.452 m³st

Fontes: *Francelino et al. (2003); **Balanço Energético (MME, 2012); ***IBGE (2010)

Já a participação do carvão vegetal na matriz energética residencial do Baixo-Açu é de 2,1% (MME, 2012), o que representa 916 domicílios. Como o carvão é derivado da lenha, seu consumo deve ser contabilizado. Uhlig (2008) atribui grande parte do consumo à cultura do churrasco – o combustível é vendido ensacado em supermercados de todo o País e, de acordo com o autor, com madeira legal, oriunda de silvicultura, o que, aliado ao baixo uso por domicílio, garantiria a sua sustentabilidade.

A estimativa de uso por domicílio do combustível é de 3,96 kg/dia - valor encontrado por SILVA *et al.* (1993) para o consumo em Pernambuco; o que daria um total de 0,119 t/mês por domicílio ou 109 t/mês para os 916 domicílios consumidores do combustível. O total consumido por ano seria de 1.308 t ou 16.780,38 m³st (Quadro 2).

Quadro 2 - Consumo residencial de carvão vegetal

Consumo de cv/domicílio/dia*	3,96 kg
Consumo de cv/domicílio/mês	0,119 t
Participação do cv no consumo energético residencial**	2,1%
Nº de domicílios no Baixo-Açu***	43.599
Nº de domicílios que consomem cv	916
Consumo de cv total/mês (916 x 0,119 t)	109 t
Consumo de cv total/ano	1308 t ou 16.780,38 m ³ st de lenha

Fonte:.* Silva *et al.* (1993 a) ;** BEN (MME, 2011);*** IBGE, 2010 .

Fatores de conversão: 1t de carvão = 2,694 t de lenha (Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2012); 1m³ st de lenha = 0,21 t (RIEGELHAUPT, 2004).

3.2 CONSUMO INDUSTRIAL

A demanda por combustíveis de madeira em alguns setores industriais – notadamente o das indústrias cerâmicas - costuma provocar impactos ambientais negativos evidentes, onde o uso intensivo de lenha é visivelmente não renovável e insustentável, associado ao empobrecimento do solo e à desertificação (FAO, 2007, apud UHLIG, 2008).

No que diz respeito ao Rio Grande do Norte, ao problema da redução da mata nativa, composta basicamente pela caatinga, se soma a falta de florestas plantadas com o objetivo de prover a necessidade de biomassa para fins energéticos. Os 2.070 hectares que constam no Censo Agropecuário de 2006 do IBGE já não atendiam minimamente à demanda da época e não se destinavam necessariamente a fins energéticos. De modo que a oferta de lenha depende apenas de desmatamentos em áreas destruídas para finalidades agrícolas e pastagem, e de espécies com permissão para corte, como a algaroba, de manejo florestal e de biomassa residual, sendo estas duas últimas numa menor escala (INT, 2012).

As maiores consumidoras de lenha do Baixo-Açu são as indústrias alimentícias e cerâmicas. Entre as primeiras destacam-se as panificadoras, queijarias, pizzarias e churrascarias. Estas últimas consomem a lenha indiretamente, uma vez que utilizam o carvão vegetal como combustível. A pesquisa para estimar o consumo de lenha nessas empresas foi feita através de visitas de campo ao longo do mês de julho de 2012, nas quais foram entrevistados os proprietários e/ou gerentes dos estabelecimentos em funcionamento nos nove municípios da região.

As entrevistas foram feitas a partir da aplicação de um questionário (Apêndice I) com perguntas abertas e fechadas em que se procurou dimensionar a produção de cada estabelecimento e estimar o respectivo grau de dependência da lenha para continuar funcionando, gerando emprego e renda. Tanto o consumo em metros cúbicos estéreos quanto o valor, em dinheiro, gasto mensalmente com a compra de lenha foram multiplicados por 12 para estimar a demanda anual pelo combustível, assim como a expectativa de despesa com ele ao final do ano. Já os valores mensais gastos com salários foram multiplicados por 13, considerando como sendo esse o número de parcelas pagas ao longo do ano.

Foram visitadas mais de 90% das panificadoras que usam lenha em seus fornos (três usam fornos a gás). Os estabelecimentos que se encontravam fechados ou sem o respectivo responsável para dar as informações, tiveram os dados calculados pela média dos valores encontrados nos demais estabelecimentos da cidade. A pesquisa incluiu também todas as queijarias da região, assim como todas as churrascarias que usam carvão para assar as carnes (uma das maiores churrascarias da região usa gás natural). O questionário aplicado nessas empresas tinha 15 perguntas (Apêndice 1), através das quais se apuraram dados sobre a origem, preço, consumo mensal e forma de obtenção da lenha, além do quantitativo e remuneração da mão de obra. Para se ter uma ideia do volume de produção dessas indústrias optou-se por apurar a quantidade de matéria prima processada – farinha de trigo, no caso das panificadoras e pizzarias; leite, nas queijarias e carne nas churrascarias.

Por fim, a pesquisa ouviu os proprietários de todas as cerâmicas em operação nos municípios de Açú, Ipanguaçu, Itajá e Pendências. Eles responderam um questionário com 35 perguntas (Apêndice II) no qual, além das informações de produção e consumo de lenha se procurou saber também as expectativas do setor e os planos de cada empresa para garantir a segurança energética da atividade nos próximos anos.

A primeira constatação da pesquisa foi que, independentemente do porte, todas as empresas têm um caráter familiar, a grande maioria sem uma administração profissional, o que faz com que informações fundamentais para o desenvolvimento dos negócios não estejam sistematizadas e disponíveis, como a discriminação precisa dos custos de produção. De qualquer forma, juntas, essas empresas empregam cerca de 1700 trabalhadores e pagam mais de R\$ 22 milhões em salários ao ano, além de movimentarem suas respectivas cadeias produtivas, gerando empregos indiretos e renda numa das regiões mais pobres do Estado (Tabela 10)

O levantamento contabilizou uma expectativa de **consumo de lenha para o ano de 2012 de 406.978 m³ st**. Já a expectativa de consumo de carvão para o mesmo período era de **55,8t ou 715,83 m³ st de lenha** (Tabela 11).

Tabela 10 -Perfil das indústrias consumidoras de lenha na região do Baixo-Açu (2012)

Setor	Nº de estabel.	Nº de func.	Gasto c/ salários (R\$/ano)
Panificadoras	39	201	1.885.351,00
Queijarias	4	13	126.740,00
Pizzarias	3	31	295.350,00
churrascarias	7	101	966.203,00
cerâmicas	32	1.340	19.056.000,00
TOTAL	81	1.686	22.327.644,00

Fonte:proprietários e gerentes dos estabelecimentos pesquisados.

Tabela 11- Gastos anuais com lenha e carvão vegetal nas indústrias do Baixo-Açu (2012)

Setor	Cons. de lenha (m³st)	Cons. de carvão (t)	Gasto com lenha (R\$)	Gasto com carvão (R\$)	Raio de coleta da lenha
Panificadoras	6.274	----	151.029,00	----	Até 50 km
Queijarias	924	----	16.200,00	----	local
Pizzarias	888	----	25.500,00	----	local
churrascarias	-----	55,8	----	37.908,00	local
cerâmicas	398.892	----	9.184.380,00	----	Até 160 km
TOTAL	406.978 m³st	55,8 t ou 715,83 m³st	9.377.109,00	37.908,00	Até 160 km

Fonte:proprietários e gerentes dos estabelecimentos pesquisados

*Fatores de conversão: 1 m³st de lenha da caatinga = 0,21t (RIEGELHAUPT, 2004); 1t de carvão = 2,694 t de lenha(SOCIEDADE BRASILEIR DE SILVICULTURA, 2012).

A pesquisa de campo revelou também a vulnerabilidade das empresas visitadas especialmente as panificadoras e as cerâmicas, em relação à lenha. Os proprietários das panificadoras acreditam que os gastos com o combustível representem entre 10% e 15% dos custos de produção. Entre os ceramistas, esses gastos representam de 20% a 30% do custo total de produção.

O fornecimento de lenha é disciplinado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), que fiscaliza o trânsito desse material e o seu uso nos estabelecimentos. Conforme já foi exposto no tópico 3.2, que trata do uso de terras na região, o número de florestas plantadas ainda é insignificante no Estado e no Baixo-Açu, o que leva as empresas a consumir o combustível obtido de forma ilegal.

De acordo com informações fornecidas pelo responsável pelo Núcleo de Gestão Estratégica do Ibama-RN, em agosto deste ano (2012), o órgão emitiu 23 autos de

infração por transporte de lenha irregular na região do Baixo-Açu durante todo o ano de 2011. A lenha sem certificação geralmente é consumida logo que entregue para não ficar acumulada nos pátios e chamar a atenção dos fiscais dos órgãos ambientais. De fato, nos pátios das cerâmicas, padarias, queijarias e pizzarias predomina a lenha legal, advinda de podas autorizadas de cajueiro, mangueira e algaroba, entre outras.

Segundo Uhlig (2008), um dos indícios de problemas na oferta de lenha em algumas regiões do Brasil é o aumento de preços sistemático do combustível: há 11 anos, o valor do metro cúbico estéreo da lenha na região do Baixo-Açu variava entre R\$ 7,00 e R\$ 8,00 (CARVALHO, 2001); em julho de 2012 ele era vendido por um preço médio de R\$ 26,00, podendo ultrapassar R\$ 30,00, conforme a procedência e a situação do material – se legal ou não.

3.3 BALANÇO DA OFERTA E DO CONSUMO TOTAL DE LENHA E CARVÃO VEGETAL

O desequilíbrio entre produção e consumo de lenha na região do Baixo-Açu pode ser observado na comparação entre os dados da extração vegetal da região obtidos nas Pesquisas da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura do IBGE, no período 2006-2010 (Tabela 12) e a demanda anual atual pelo combustível nos segmentos residencial e industrial (Quadro 3).

Tabela 12 - Quantidade produzida na extração vegetal por tipo de produto extrativo vegetal na região do Baixo-Açu (2006 a 2010)

Municípios	Tipo de produto extrativo	Anos					
		2006	2007	2008	2009	2010	Média
Açu	Carvão(t)	29	28	23	25	27	26,4
	Lenha (m ³)	11.641	11.219	8.640	8.763	9.086	9.869,8
Afonso Bezerra	Carvão(t)	21	20	16	16	15	17,6
	Lenha (m ³)	4.271	4.056	3.285	3.196	3.036	3.568,8
Alto do Rodrigues	Carvão(t)	8	8	8	6	6	7,2
	Lenha (m ³)	1.529	1.453	1.368	1.145	1.179	1.334,8

(continua
)

Tabela 12 - Quantidade produzida na extração vegetal por tipo de produto extrativo vegetal na região do Baixo-Açu (2006 a 2010)

(continuação)

Municípios	Tipo de produto extrativo	Anos					
		2006	2007	2008	2009	2010	Média
Carnaubais	Carvão(t)	9	8	8	7	6	7,6
	Lenha (m ³)	1.009	962	991	862	827	930,2
Ipanguaçu	Carvão(t)	17	17	15	13	13	15
	Lenha (m ³)	7.112	6.993	5.652	4.862	4.913	5.906,4
Itajá	Carvão(t)	4	4	4	4	3	3,8
	Lenha (m ³)	133	129	119	117	121	123,8
Macau	Carvão(t)	7	7	6	5	3	5,6
	Lenha (m ³)	2.792	2.674	2.426	1.571	1.113	2.115,2
Pendências	Carvão(t)	9	8	8	8	7	8
	Lenha (m ³)	1.536	1.498	1.404	1.290	1.214	1.388,4
Porto do Mangue	Carvão(t)	10	9	8	7	6	8
	Lenha (m ³)	1.081	995	936	789	752	910,6
Produção média total de carvão vegetal							99,2
Produção média total de lenha							26.148

Fonte: IBGE (Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, 2006 e 2010).

Quadro 3 - Balanço da oferta e do consumo total de lenha e carvão vegetal -2012

Projeção do consumo de lenha	residencial	145.452 m ³ st
	industrial	406.978 m ³ st
Projeção do consumo de carvão	residencial	16.780,38 m ³ st
	industrial	55,8t 715,83 m ³ st
Total do consumo	569.926,21 m³st ou 119.684,50 t	
Média da produção de carvão e lenha (2006 a 2010)	lenha	26.148 m ³ (69.292,2 m ³ st)
	carvão	99,2 t (1.272,59 m ³ st)
Total da produção	70.564,79 m³st ou 14.818,61 t	
Balanço oferta – demanda (m³ st)	70.564,79 – 569.926,21 = - 499.361,42	

Fontes: sobre o consumo, pesquisa de campo (autora); sobre a produção, IBGE (Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura de 2006 a 2010).

Fatores de conversão: 1m³st de lenha da caatinga = 0,21t (RIEGELHAUPT, 2004); 1m³ de lenha = 2,65 m³ st no nordeste (Instrução Normativa nº1/96 do Ibama); 1 t de carvão = 2,694 t de lenha (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2012).

Conforme evidencia o Quadro 3, a demanda por lenha é oito vezes maior do que a produção florestal nativa nos nove municípios estudados. Para se estimar o quanto essa demanda representa em área, fazemos o seguinte cálculo:

- Incremento Médio Anual da caatinga (crescimento anual da vegetação) = 10 m³st/ha ou 2,1 t/ ha/ano (GARIGLIO, 2010);
- Tempo que a caatinga leva a se recompor totalmente =15 anos;
- Volume de caatinga totalmente recomposta em 1 hectare = 10 x 15 = 150 m³ st
- Número de hectares equivalentes à demanda anual por lenha = 569.926,21 m³ st : 150 = 3.799,5 hectares/ano ou 37,99 km².

Ou seja, toda a lenha utilizada diretamente ou na forma de carvão vegetal nos consumos residencial e industrial somente no ano de 2012 equivale à devastação uma área de 3.799,5 hectares ou 37,99 Km², equivalentes a 3.517,59 campos de futebol oficial (90 m² x 120 m² cada).

4 A INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA DA REGIÃO DO BAIXO-AÇU

A designação de “cerâmica vermelha” para os tijolos, telhas, lajotas e vasos ornamentais, produzidos em olarias geralmente localizadas próximas aos centros consumidores, deve-se às matérias-primas com que esses produtos são feitos – argilas e siltes argilosos, com alto teor de impurezas, entre as quais se destacam os minerais ferrosos, responsáveis pela cor avermelhada que os caracteriza. Duráveis, com razoável resistência mecânica, os produtos da cerâmica vermelha possuem preços relativamente baixos, o que exige a produção em larga escala para que os empreendimentos sejam lucrativos (INT, 2012).



Figura 11 – Indústria de cerâmica vermelha de Açu. Foto da autora.

O Rio Grande do Norte ocupa o 10º lugar na produção de cerâmica vermelha do País e o terceiro lugar no Nordeste, mas, no segmento de telhas, é ainda o maior produtor nacional (INT, 2012). O setor possui 186 empresas em atividade, 20 desativadas e nove em processo de instalação, distribuídas em 42 municípios e concentradas em quatro polos: Grande Natal, Seridó, Baixo-Açu e no entorno do município de Apodi, na região oeste e emprega cerca de 6 mil trabalhadores ou 5% da força de trabalho do Estado. A produção é de 110 mil milheiros/mês, dos quais 54% são de telhas, 42% de blocos de vedação e 4% de outros produtos (INT, 2012).

O Baixo-Açu é considerado o segundo maior polo ceramista do Estado (o primeiro é localizado na região do Seridó). Em julho de 2012 a região possuía 32 indústrias cerâmicas em operação: 16 no município de Itajá, nove em Açu, quatro em Ipanguaçu e três em Pendências. Juntas, elas produzem cerca de 26.000 milhões de peças por mês – 57% de tijolos (comuns e estruturais), 28% de telhas e 14% de lajotas. A produção é comercializada nos maiores centros consumidores do Estado, como Natal, Parnamirim e Mossoró.

Segundo as regras do Simples (sistema tributário diferenciado, simplificado e favorecido previsto na Lei Complementar nº 123, de 14.12.2006), as cerâmicas da região também podem ser enquadradas como empresas de pequeno porte por terem receitas brutas anuais acima de R\$ 360 mil e abaixo de R\$ 3,6 milhões, conforme os depoimentos de 15 dos 28 empresários entrevistados que aceitaram divulgar a receita bruta obtida em 2011. A média das receitas brutas dessas 15 empresas em 2011 foi de R\$ 1.607.066,00 – a menor foi de R\$ 750 mil e, a maior, de R\$ 3,3 milhões.

A produção média de uma indústria de cerâmica vermelha no Baixo-Açu é de 825 mil peças por mês – a menor produção é de 300 mil e a maior é de 1,5 milhão de peças. Pelos padrões de produção da região, uma fábrica de pequeno porte produz até 700 mil peças por mês; a de médio porte produz entre 700 mil e um milhão de peças por mês; acima de um milhão de peças mensais a empresa é considerada de grande porte. Nesses parâmetros, a região possui 10 indústrias de pequeno porte, 11 de médio porte e sete de grande porte. Tais características tornam este segmento muito importante para a economia da região, porque gera empregos numa das regiões mais carentes do Estado, contribuindo para fixar o homem em suas cidades, evitando a sua migração para os centros maiores (CARVALHO, 2001).

4.1 ETAPAS DA PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA

A cadeia produtiva da cerâmica é caracterizada por duas etapas distintas: a de mineração, com a exploração da matéria-prima, a argila, e a de transformação dessa matéria-prima nos produtos finais.

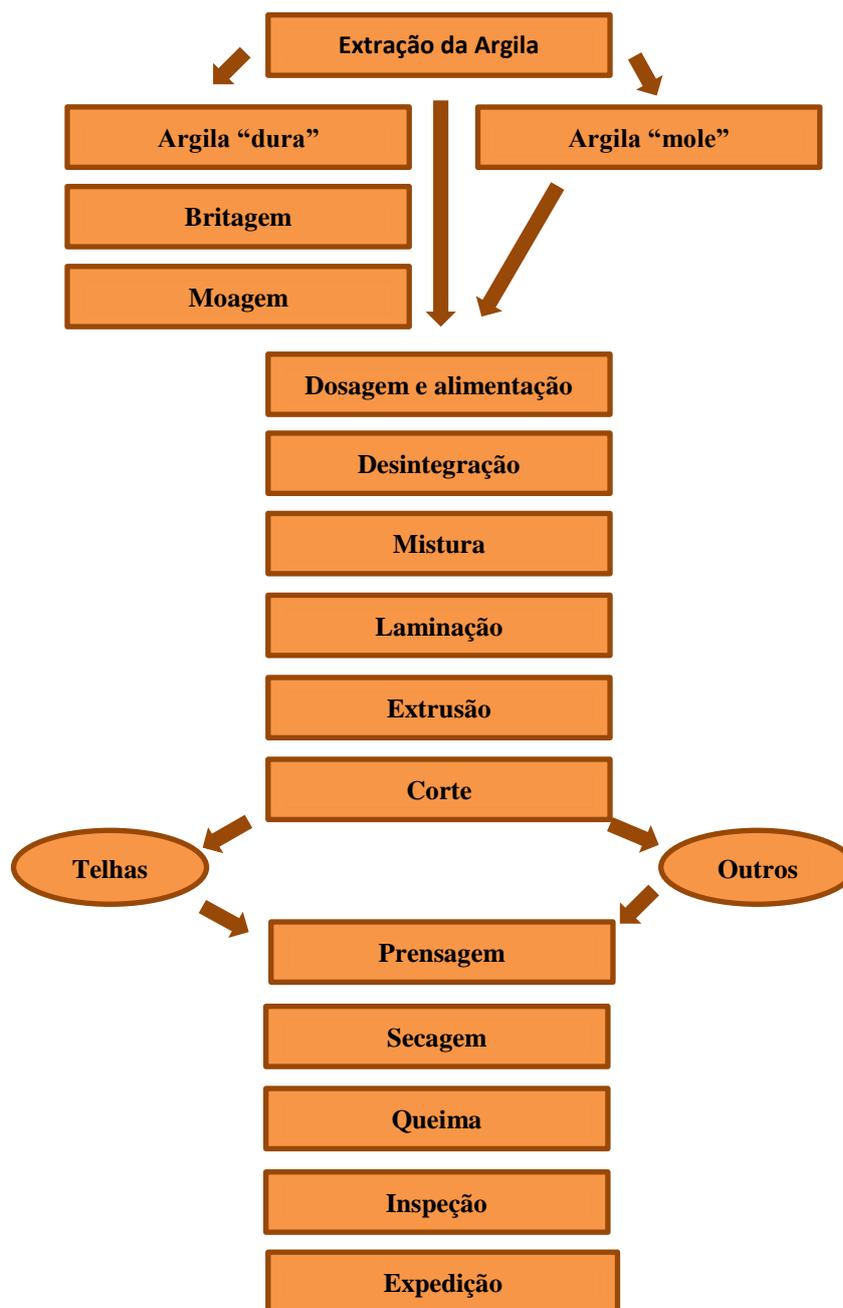


Fig. 12 – O processo produtivo de cerâmica vermelha
 Fonte: Associação Brasileira de Cerâmica (2011).

4.1.1 Extração da matéria prima

As argilas ou siltes argilosos utilizados na indústria de cerâmica vermelha são de origem sedimentar, sendo encontradas nas várzeas dos rios, lagoas, riachos e açudes, ou nas encostas de morros. Os produtores de cerâmica do Baixo-Açu retiram a argila das

várzeas do Rio Açu. Por uma questão de logística e, conseqüentemente, de custo, é perto das jazidas que as fábricas se instalam (CARVALHO, 2001).

Por se tratar de material de baixo valor agregado, as argilas são produzidas em minerações cativas que abastecem as próprias cerâmicas ou são vendidas nos mercados locais. O baixo valor agregado de seus produtos dificulta investimentos em equipamentos, tecnologia e qualificação da mão-de-obra, que são componentes fundamentais para a obtenção de um produto de maior qualidade (COELHO, 2009)

A extração se dá a céu aberto, com a remoção da vegetação, formação de bancos de extração para tornar o transporte do material mais barato, drenagem da água, tudo isso previsto num plano onde são considerados também a segurança no trabalho e o aproveitamento completo da jazida. O plano de lavra tem que ser aprovado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM através do licenciamento mineral da área ou do requerimento de pesquisa mineral. É comum as indústrias cerâmicas possuírem suas próprias reservas e jazidas de argila. É o que acontece no Baixo-Açu, onde 10 empresas possuem barreiros. No entanto, mesmo elas também compram a argila de terceiros, formando estoques estratégicos.

Retroescavadeiras, escavadeiras ou dragas enchem os caminhões basculantes que transportam a argila para as fábricas. Quando a argila se encontra comprimida, em folhelhos (rocha sedimentar do subgrupo das rochas argiláceas) é necessário o uso de explosivos, já que os depósitos detríticos são sujeitos à compressão e frequentemente não podem ser removidos com os equipamentos convencionais (CARVALHO, 2001).

De acordo com o estudo encomendado pelo Ministério das Minas e Energia, no ano de 2009, para elaboração do Plano Duodecenal (2010 - 2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, a atividade extrativa da argila no Brasil ainda carece de uma condução técnica e gerencial. Já em 2001, Carvalho alertava para a falta de planejamento de lavra das minas do Rio Grande do Norte. Sem conhecer a espessura das camadas, nem suas composições, a exploração é feita de forma improvisada, com cavas de formatos e profundidades diversas (CARVALHO, 2001). A falta de profissionais especializados e o baixo padrão da tecnologia utilizada nas operações de lavra são entraves para a competitividade do setor cerâmico brasileiro no mercado internacional (COELHO, 2009).

Na pesquisa de campo constatou-se que a expectativa de consumo de argila nas cerâmicas do Baixo-Açu, em 2012, era de **36.144 carradas**, cada uma com capacidade média de **15 m³**, o que faz um total de **542.160 m³**. Utilizando-se o fator de conversão

utilizado por Zanini (1998, *apud* MANFREDINI e SATTLER, 2005) de $1\text{m}^3 = 1,7\text{ t}$, obtém-se um total de **921.672 toneladas/ano**, utilizadas na produção de **317,4 milhões de peças/ ano**. Multiplicando o número estimado de cada um dos produtos pelos respectivos pesos (tijolo cozido, 2,3 kg; telha, 1,3 kg; e lajota 2,7 kg, de acordo com comunicação oral do técnico em cerâmica da Indústria Semar, Rivaldo Nóbrega Júnior); considerando um peso médio de 2 kg para as 59 mil peças não segregadas; e admitindo uma perda de 15 % (INT,2012) , obtém-se um peso total estimado de peças produzidas de cerca de **753.452 toneladas/ano**. A diferença entre o peso da argila crua e o peso das peças produzidas (19%) está dentro do percentual esperado de umidade retirada das peças nos processos de secagem e cozimento – em torno de 24%.

4.1.2 Transformação

O processo produtivo da cadeia ceramista começa com o sazonalamento, que é a estocagem das argilas a céu aberto com o objetivo de expô-las às intempéries para melhorar sua plasticidade, promover a eliminação dos sais solúveis e homogeneizar a distribuição da umidade. Em geral, são utilizados dois tipos de argila no processo fabril cerâmico: um muito plástico e outro menos, devido à grande presença de sílica.

A disposição das argilas no pátio depende das características desejadas que se pretende obter no produto final. Por exemplo: se a proporção entre elas é de 1:1 numa mistura, então as camadas de cada uma devem refletir essa proporção, com espessuras iguais.

Segundo Carvalho (2001), apesar de as argilas poderem ficar descansando no pátio de algumas semanas a vários anos, no Baixo-Açu é costume adotar um período de descanso de um ano, ainda que a estocagem de seis meses garanta uma qualidade melhor ao produto. A informação foi dada pelo presidente do Sindicato da Indústria Cerâmica do RN e ceramista da região, durante a pesquisa de campo realizada no mês de julho de 2012. Baccelli Júnior (2010) afirma que os estoques são de grande importância porque asseguram o abastecimento durante o período de inverno, já que durante esse período as estradas de terra ficam intransitáveis.

Depois da estocagem, a matéria-prima passa pelas seguintes etapas até a sua transformação final:

a) Britagem e moagem

Caso a argila seja dura, ela primeiro é triturada e moída até que os grãos fiquem com os menores diâmetros possíveis para propiciar uma melhor homogeneização da massa argilosa. Já a argila mole é levada diretamente da estocagem para a etapa seguinte.

b) Dosagem e alimentação

As argilas duras (já moídas) e moles são misturadas na proporção definida pelo operário responsável pela dosagem, de acordo com as características que se espera do produto final. A massa, já homogeneizada é transportada para o caixão alimentador, na quantidade necessária para alimentar a linha de produção.

c) Desintegração

Os grandes blocos de argila homogênea são submetidos a um processo de desintegração por centrifugação para aumentar ainda mais a homogeneidade da massa. Nesta fase, a umidade deverá variar entre 16% e 25% para evitar perda de eficiência.

d) Mistura

Feita no misturador - equipamento com facas circulares que cortam a argila (traço), controlando a umidade e homogeneizando a massa.

e) Laminação

Nessa operação, compressores compactam a argila, deixando-a menos porosa e mais densa, num formato de lâminas lisas, sem bolhas de ar ou torrões que conseguiram passar pela britagem, moagem e desintegração. A laminação faz com que o processo de extrusão se torne mais fácil, minimizando o surgimento de defeitos nas peças cerâmicas. Segundo Villar (1988, *apud* BACCELLI JÚNIOR, 2010), algumas extrusoras apresentam laminador acoplado na entrada do equipamento.

f) Extrusão

A extrusão é usada na fabricação de produtos cerâmicos há mais de 150 anos, sem grandes alterações tecnológicas desde a segunda metade do século passado e continua sendo essencial para as indústrias cerâmicas de barro vermelho (telhas e

tijolos). Ela permite uma homogeneização e retirada do ar da massa eficientes, além de garantir uma elevada produtividade - especialmente para produtos de seção transversal constante, como o tijolo (RIBEIRO *et al.*, 2003).

O processo de extrusão consiste na conformação (moldagem) da massa argilosa através de sua compactação a vácuo em uma câmara de alta pressão, chamada de maromba, contra um molde. Depois de conformadas, as colunas são carimbadas e cortadas nas dimensões desejadas.

e) Secagem

Etapa em que se procura reduzir ao máximo a água utilizada na conformação das peças, que saem da extrusora com teor de água entre 20% e 30%. Depois da secagem, a umidade das peças deve se situar abaixo de 5%. A secagem pode ser feita de duas formas: natural ou induzida.

A secagem natural é feita tanto sob exposição direta ao sol e ao vento, em locais de grande insolação e baixa umidade do ar, como o sertão nordestino, como em galpões, com as peças arrumadas em pilhas ou em prateleiras. Nesse último caso o processo é mais lento, porém mais seguro, uma vez que as peças ficam protegidas e eventuais chuvas (CARVALHO, 2001).

Já a secagem induzida é feita em secadores intermitentes ou contínuos, nos quais se insufla o ar quente da chaminé, de um forno ou da queima de algum combustível. A pesquisa de campo apurou que aproximadamente a metade das indústrias de cerâmica vermelha do Baixo-Açu adota a secagem natural em galpões.

f) Queima

É a última etapa do processo produtivo da cerâmica vermelha e consiste na exposição das peças conformadas e secas a uma dada temperatura para que elas adquiram as propriedades desejadas e dentro de valores especificados. A necessidade de calor para transformar a matéria-prima em produto manufaturado faz com que haja um grande dispêndio de energia térmica produzida a partir da queima de materiais orgânicos.

A queima das peças pode ser feita em dois tipos de fornos: intermitentes ou contínuos. Os fornos intermitentes são pouco eficientes, com consumo até cinco vezes maior do que os fornos contínuos. Mas apesar da baixa eficiência, os fornos

intermitentes predominam na indústria de cerâmica vermelha nacional. A substituição por fornos contínuos, mais modernos, está sendo feita paulatinamente e ainda deverá levar alguns anos para ser maioria no País devido ao seus altos custos de construção. Os tipos de fornos utilizados têm implicação direta no consumo de combustível e na qualidade das peças depois da queima. A pesquisa realizada no Baixo-Açu constatou que os fornos mais encontrados são:

- Paulistinha – Forno intermitente retangular e com queimadores laterais. Muito utilizado para a queima de telhas. É considerado pela Anicer (Associação Nacional da Indústria Cerâmica) como sendo pouco econômico e difícil de trabalhar. Na pesquisa de campo foram contabilizados 203 fornos desse tipo, com eficiência média de 1,45 m³ st de lenha por milheiro;

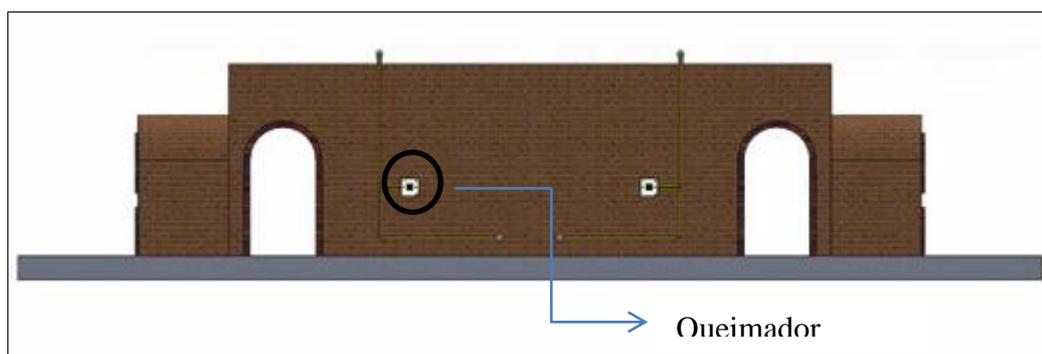


Figura 13 – Desenho esquemático de um forno paulistinha

Fonte: Alutal Controles Industriais.



Figura 14 - Forno paulistinha, da Cerâmica Aliança 2, em Açu, RN. Foto da autora

- Hoffmann – Forno contínuo largamente utilizado pelos fabricantes de lajotas, especialmente pelo fácil manuseio, economia e boa produtividade, além do baixo consumo de energia. Este forno possui apenas uma grande câmara retangular, na qual as próprias peças a serem cozidas formam as paredes dividindo um setor do outro. O calor é alimentado apenas por bocas localizadas na parte superior do forno e as peças que ficam em contato com o combustível em brasa ficam com colorações mais escuras e não podem ser vendidas como produtos de primeira qualidade. À medida que um setor termina de cozer as peças, o calor é direcionado para o setor seguinte. Em julho de 2012 existiam apenas dois fornos Hoffman na região, com eficiência média de 0,67 m³st de lenha por milheiro;

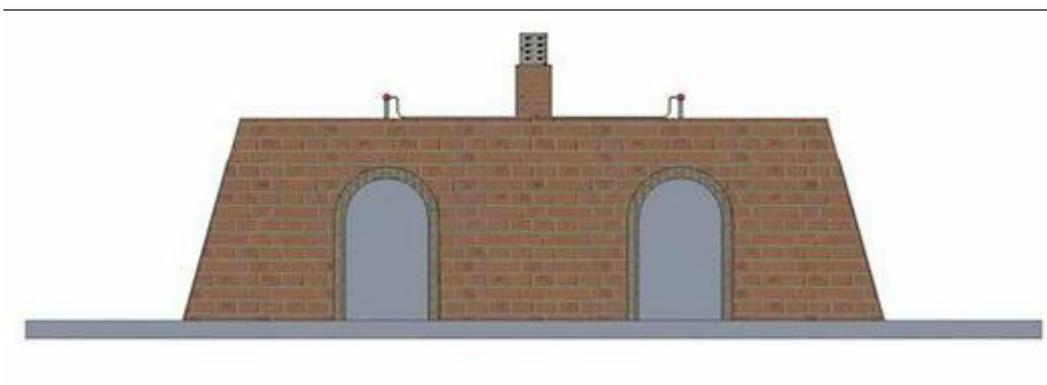


Figura 15 - Desenho esquemático de um forno Hoffman
Fonte: Alutal Controles Industriais..



Figura 16 – Forno Hoffman. Foto: Alutal Controles Industriais.

- Câmara – Forno contínuo conhecido também como forno Cedan é montado com doze ou dezesseis câmaras, que acopladas umas às outras, facilitam a transferência e aproveitamento do calor e dos gases necessários para a combustão, reduzindo o tempo utilizado para a produção das peças e também a quantidade de lenha necessária à queima. A diferença deste forno para o Hoffman é que, nele, as peças não são usadas como divisórias, sendo arrumadas dentro da câmara, onde recebem o calor tanto de cima para baixo, quanto através das aberturas laterais, garantindo uma maior homogeneidade das peças. Em julho de 2012 cinco empresas operavam com esse forno, cuja eficiência média é também de 0,67 m³ st de lenha por milheiro.

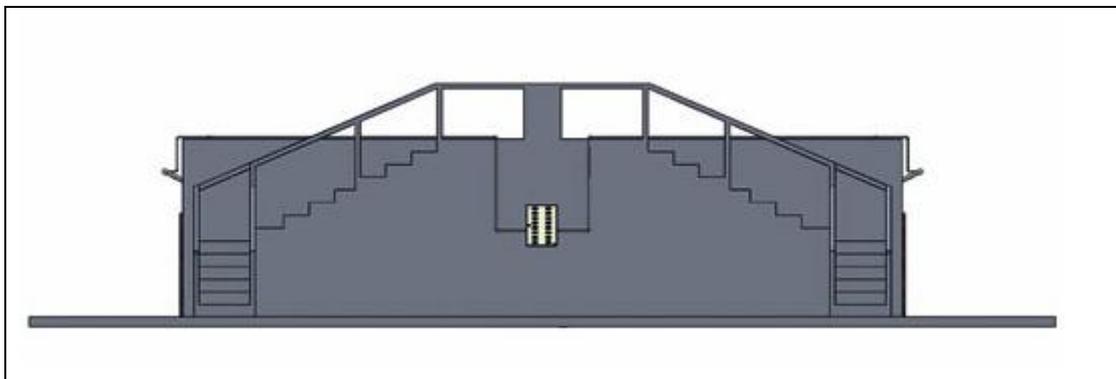


Figura 17 - Desenho esquemático de um forno Câmara.
Fonte: Alutal Controles Industriais.



Queimador

Figura 18 – Forno câmara. Foto da autora.

A parte superior dos fornos do tipo Cedan e Hoffman são semelhantes. Possuem aberturas circulares de aproximadamente 25 cm de diâmetro (Fig. 16 e 17) por onde são jogados os vários tipos de biomassa utilizados como combustíveis.



Figuras 19 e 20 - parte superior de um forno Cedan ou Hoffman, com as aberturas para alimentação do fogo. Fotos da autora



Figura 21- alimentação do fogo de uma das câmaras de forno câmara com lenha. Foto da autora



Figura 22 – Castanha de caju, usada como combustível nos fornos Hoffman e Câmara Cedan. Foto da autora



Figura 23 – Cerâmicas já cozidas armazenadas no pátio da Cerâmica Semar, em Açu. Foto da autora.

4.2 O USO DA LENHA NA INDÚSTRIA CERÂMICA DO BAIXO-AÇU

A atividade ceramista depende de combustíveis para secar artificialmente e produzir seus produtos, como os óleos BPF e diesel, o gás natural, o GLP, além do carvão vegetal e da lenha (as empresas consomem energia elétrica apenas para ligar máquinas e equipamentos). Mas, de todos esses combustíveis, a lenha se consolidou como a principal fonte de calor dos fornos das indústrias cerâmicas do Estado e do Baixo-Açu em particular e a razão é o preço.



Figura 24- Lenha acumulada no pátio de uma cerâmica da região. Foto da autora.



Figura 25- Lenha estocada ao lado dos fornos de uma cerâmica da região do Baixo-Açu.
Foto da autora.

Pelo fato de ser um produto extraído da natureza, mesmo que a distâncias cada vez maiores das empresas consumidoras, a lenha ainda é mais barata do que seus concorrentes, frutos de processos produtivos que envolvem custos maiores do que a

simples extração da mata nativa. Apesar da evolução do consumo de gás natural nas indústrias cerâmicas do País, constatado nos dados do Balanço Energético Nacional 2012, a matriz energética do setor de cerâmica vermelha não só do Rio Grande do Norte como do Brasil ainda é predominantemente baseada na lenha (veja Tabela 13). No Baixo-Açu a dependência é total – todas as cerâmicas usam lenha nos seus fornos. Apenas três empresas usam outras biomassas de forma complementar (veja Tabela 14).

Tabela 13. - Matriz energética do setor cerâmico - Brasil (%)

Fontes Energéticas	Evolução										
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
lenha	52,3	48,6	49,1	50,1	50,1	49,9	49,1	51,0	50,7	51,1	51,1
Gás natural	14,4	23,1	25,2	23,9	24,3	25,5	25,0	24,2	23,8	25,6	27,6
Óleo comb.	13,1	11,4	9,2	9,2	7,8	8,1	8,1	7,7	7,8	6,6	2,7
eletricidade	7,7	7,8	7,8	8,2	7,9	7,8	7,4	7,2	7,3	7,2	7,3
outras	12,6	9,1	8,7	8,7	9,8	8,7	10,4	9,8	10,4	9,5	11,3
TOTAL	100										

Fonte: Balanço Energético Nacional 2012 (MME, 2012).

Tabela 14 – Consumo mensal de lenha nas cerâmicas do Baixo-Açu

Cerâmica	Empresas	Produção (milheiros)	Consumo de lenha (m ³ st)	Preço do m ³ st (R\$)	Gasto com lenha (r\$)	Raio de extração da lenha (km)
1	Açu	1000	200 ¹	30,00	6.000,00	80 km
2	Açu	800	960	25,00	24.000,00	60 km
3	Açu	850	1.100	30,00	33.000,00	180 km
4	Açu	1200	450 ²	38,00	17.100,00	100 km
5	Açu	800	1444	25,00	36.100,00	130 km
6	Açu	600	800	20,00	16.000,00	100km
7	Açu	650	1.050	27,50	28.875,00	70 km
8	Açu	500	640 ³	25,00	16.000,00	100 km
9	Açu	800	1.600	31,50	50.400,00	60 km
10	Ipanguaçu	1000	1.800	25,00	45.000,00	100 km
11	Ipanguaçu	700	1.260	25,00	31.500,00	100 km
12	Ipanguaçu	800	1.120	25,00	28.000,00	60 km
13	Ipanguaçu	800	640	23,50	15.040,00	130 km
14	Itajá	700	1.000	30,00	30.000,00	60 km
15	Itajá	1500	700	30,00	21.000,00	70 km
16	Itajá	1400	1.680	25,00	42.000,00	160 km

continua

Tabela 14 – Consumo mensal de lenha nas cerâmicas do Baixo-Açu

(continuação)

Cerâmica	Empresas	Produção (milheiros)	Consumo de lenha (m ³ st)	Preço do m ³ st (R\$)	Gasto com lenha (r\$)	Raio de extração da lenha (km)
17	Itajá	1000	2.500	27,50	68.750,00	80km
18	Itajá	850	800	26,00	20.800,00	40 km
19	Itajá	800	880	30,00	26.400,00	70 km
20	Itajá	700	1050	30,00	31.500,00	120 km
21	Itajá	700	700	23,50	16.450,00	100 km
22	Itajá	800	1.200	28,00	33.600,00	50km
23	Itajá	600	600	31,50	18.900,00	60 km
24	Itajá	600	600	31,50	18.900,00	60 km
25	Itajá	900	1.260	25,00	31.500,00	100 km
26	Itajá	800	1.040	23,50	24.440,00	100 km
27	Itajá	800	960	33,00	31.680,00	100 km
28	Itajá	700	1.750	30,50	53.375,00	60 km
29	Itajá	800	1.600	25,00	40.000,00	----
30	Pendências	900	747	25,00	18.675,00	20 km
31	Pendências	800	1.200	20,00	24.000,00	160 km
32	Pendências	600	1.200	25,00	30.000,00	25 km
RESULTADOS		26.450 milheiros/mês e 317.400 milheiros/ano	33.241 m³st/mês e 398.892 m³ st/ano	PREÇO MÉDIO: 25,00	GASTO TOTAL: 928.985,00 GASTO MÉDIO 29.030,00	DIST. MÉDIA 88 Km

Fonte: proprietários e gerentes de indústrias cerâmicas da região, julho de 2012.

Notas: 1 – cerâmica também consome pó de serra – 350 l – cerâmica consome também 350 m³ de pó de serra/mês. O pó é buscado em Natal; 2 – cerâmica também consome 18 t/mês de casca de castanha, obtida na Serra do Mel; 3 – média de preço entre o estéreo de algaroba e de poda de cajueiro; 4 – também usa casca de coco(2%) e casca de castanha (4%)

Atualmente, só o setor ceramista da região consome 33.241 m³ st de lenha por mês para produzir 26,5 milhões de peças, uma média de 797 milheiros/mês por empresa (veja Tabela 14). Com um preço médio de R\$ 25,00 o metro cúbico estéreo, o custo da lenha é o segundo mais relevante entre todos os custos de produção das empresas localizadas na região estudada (o primeiro é o gasto com mão de obra), podendo variar entre 15 e 25% das despesas totais. Isso se configura numa situação de extrema vulnerabilidade para os ceramistas, que por esta razão estão cada vez mais procurando empregar resíduos vegetais de origem agrícola e industrial, para reduzir seus custos (INT, 2012).

Porém, mais preocupante do que o alto custo da lenha é a oferta do combustível. Dos 32 proprietários/administradores de cerâmicas entrevistados, apenas dois minimizaram as dificuldades de se conseguir lenha na própria região. A grande maioria reconheceu que ela estava sendo obtida de locais cada vez mais distantes de suas fábricas e que o preço era uma questão menor diante da perspectiva de uma crise no seu fornecimento.

O administrador da Cerâmica Esperança, localizada em Ipanguaçu, relatou que há três anos era possível se obter lenha a 20 km, no máximo a 30 km da fábrica; hoje, ele afirma buscar o combustível rotineiramente a uma distância superior a 70 km, chegando muitas vezes até as proximidades de Natal, a 230 km. A mesma dificuldade foi relatada pelo proprietário da Cerâmica Portal do Vale, em Açu, que afirmou buscar lenha num raio superior a 80 km.

Os empresários relataram que na estação chuvosa, entre os meses de março e maio, é muito difícil conseguir lenha seca. Para compensar essa redução já esperada, as indústrias aumentam a produção nos outros meses para garantir um estoque de produtos que atenda às demandas do mercado (tal sazonalidade não afeta os cálculos de consumo de lenha pela indústria cerâmica apresentados na Tabela 14, uma vez que o menor consumo nos meses chuvosos é compensado nos meses secos, de modo a se ter uma projeção de consumo anual, dividido por 12 para se obter a média mensal).

O uso de combustíveis heterogêneos, como lenha e resíduos de diversas espécies vegetais provoca irregularidades na queima. Este problema, aliado ao descontrole do processo de combustão e à má distribuição do calor no forno costumam ser responsáveis por mais de 70% das ocorrências de perda de produção (SCHWOB, 2007, *apud* INT, 2012).

No Rio Grande do Norte, as perdas das cerâmicas são estimadas entre 10% e 15% (INT, 2012). A pesquisa de campo constatou que das 26.450.000 peças fabricadas, cerca 81% são segregadas de acordo com o resultado final de todo o processo produtivo. Dentre os produtos segregados, 67,56% deles são classificados como sendo de 1ª qualidade; 26,72% como sendo de 2ª qualidade e 5,71% são considerados 3ª qualidade e constantemente doados pelas empresas por não reconhecerem neles valor comercial, o que nesse caso também pode ser considerado perda (veja Tabela 15).

Tabela 15 - Distribuição da produção por níveis de qualidade

Produtos (unid)	Qualidade			Total classif.
	1ª	2º	3ª	
Tijolos (comuns e estruturais)	9.153.700 (75%)	2.450.870 (20%)	553.930 (5%)	12.158.500
telhas	3.143.801 (48%)	2.789.221 (43%)	585.928 (9%)	6.518.950
Lajotas	2.251.150 (79%)	513.375 (18%)	89.875 (3%)	2.854.400
Total/mês	14.548.651 (67,56%)	5.753.466 (26,72%)	1.229.733 (5,71%)	21.531.850 (100%)

Fonte: proprietários e gerentes de indústrias cerâmicas da região do Baixo-Açu em julho de 2011.

Apesar da importância da lenha na produção de cerâmica vermelha, são poucos os empresários do ramo que demonstram conhecer a estrutura de preço dos seus próprios produtos. Apenas 10 dos 28 entrevistados sabiam quanto custava produzir um milheiro de seus produtos, assim como a participação da lenha nos respectivos custos totais de produção – em média 27%. Todavia, esse percentual é mais ou menos o mesmo estimado pelos demais que não demonstraram um conhecimento técnico dos respectivos custos, mas que compartilhavam da preocupação em reduzi-los. Dentre as prioridades destacadas para os próximos anos, está a reforma dos fornos existentes e a construção de outros mais modernos e eficientes, capazes de produzir mais, com menos lenha, como os fornos Câmara Cedan e Hoffman.

4.3 EMPREGO E RENDA

A indústria de cerâmica vermelha vem, ao longo dos anos, absorvendo expressivos contingentes de mão de obra, sobretudo de trabalhadores menos qualificados e socialmente mais dependentes, gerando empregos com baixo custo e ajudando a fixar a população em seus próprios municípios. Os dados coletados sobre a mão de obra empregada nas cerâmicas e sua remuneração indicam a importância social que a atividade representa para esta que é uma das regiões mais pobres do Estado.

As 32 indústrias do setor que operam atualmente no Baixo-Açu são responsáveis por cerca de 1.500 postos de trabalho com carteira assinada, que terão representado, ao final de 2012, mais de R\$ 20 milhões pagos em salários, gastos na região (veja Tabela 16).

Tabela 16 - Empregos e salários na indústria cerâmica do Baixo-Açu (2012)

Cerâmica	Município	Produção mensal de peças (milheiros)	Nº de funcionários	Gasto anual com Salários (R\$)*
1	Açu	1000	62	780.000,00
2	Açu	800	50	910.000,00
3	Açu	850	40	520.000,00
4	Açu	1200	55	780.000,00
5	Açu	800	44	624.000,00
6	Açu	600	29	299.000,00
7	Açu	650	32	390.000,00
8	Açu	500	45	559.000,00
9	Açu	800	48	670.000,00
10	Ipanguaçu	1000	50	715.000,00
11	Ipanguaçu	700	45	580.000,00
12	Ipanguaçu	500	32	390.000,00
13	Ipanguaçu	650	60	819.000,00
14	Itajá	700	64	845.000,00
15	Itajá	1500	80	1.118.000,00
16	Itajá	1400	48	650.000,00
17	Itajá	1000	42	780.000,00
18	Itajá	850	55	715.000,00
19	Itajá	500	35	780.000,00
20	Itajá	600	25	507.000,00
21	Itajá	700	45	585.000,00
22	Itajá	800	43	650.000,00
23	Itajá	600	40	559.000,00
24	Itajá	600	40	559.000,00
25	Itajá	900	53	806.000,00
26	Itajá	800	42	585.000,00
27	Itajá	800	42	492.000,00
28	Itajá	800	64	845.000,00
29	Itajá	800	46	670.000,00
30	Pendências	900	33	390.000,00
31	Pendências	800	40	598.000,00
32	Pendências	600	50	806.000,00
TOTAIS		26.450	1.479	20.196.000,00

Fonte: ceramistas do polo do Baixo-Açu (2012).

Nota: *13 salários/ano

Mantendo-se a proporção entre empregos diretos e indiretos no setor ceramista nacional, em que para 293.000 postos de trabalho com carteira assinada registrados em todo o País existem 1,25 milhão de empregos indiretos (INT, 2012), estima-se que, no Baixo-Açu, a atividade gere ocupação e renda indiretamente para 6,4 mil trabalhadores que participam da cadeia produtiva do setor como fornecedores e transportadores de lenha e argila e prestadores dos mais diferentes tipos de serviço necessários ao funcionamento de uma indústria – estimativa essa que coincide com a opinião das lideranças do setor na região.

A maioria das empresas é mantida por membros da própria família, mas é comum que elas sejam arrendadas a terceiros – caso de sete das empresas visitadas. Possuem, em média, 48 empregados (o menor número 25 e maior 80), que se encarregam das atividades de produção e administração. Os salários variam do mínimo comercial até R\$ 5 mil para os cargos de gerência, mas cerca de 80% da força de trabalho se situa na faixa entre 1 salário mínimo e R\$ 1.500,00. A jornada de trabalho é de 44 horas semanais divididas em oito horas diárias, com dois turnos: das 7h às 11h e das 13h às 17h.

A pesquisa de campo constatou também que, no tocante à qualificação da mão de obra local, cerca de metade dos trabalhadores do setor ceramista não chegou a concluir o 1º grau. Recente trabalho divulgado pelo Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Norte (SEBRAE, 2012) não só ratificou os dados apurados na pesquisa como revelou que apenas 30% da mão de obra do setor possuem o 1º grau completo e que apenas 18% concluíram o ensino médio - praticamente não existem funcionários e nem mesmo empresários com nível superior.

4.4 A INDÚSTRIA CERÂMICA E O AGRAVAMENTO DO QUADRO DE DESERTIFICAÇÃO NO BAIXO-AÇU

O fato de se basear no extrativismo mineral e vegetal e de o Baixo-Açu ser um de seus principais polos faz da indústria de cerâmica vermelha um segmento importante a ser considerado em quaisquer propostas e planos de preservação ambiental ou de mitigação dos prejuízos causados pela pressão antrópica sobre a base de recursos naturais da região.

Em relação à extração da argila, os principais impactos ambientais são a erosão, o escorregamento de taludes e o conseqüente assoreamento dos rios. Deve-se levar em conta também a descaracterização da paisagem local com os impactos visuais negativos que isso implica (SOUZA, 2006).



Figura 26 – Paisagem degradada na região do Baixo-Açu. Foto: Sílvio Tavares.

No que diz respeito ao extrativismo vegetal, as 28 fábricas de tijolos, telhas e lajotas instaladas na região são as principais consumidoras de lenha dentre todos os ramos industriais. O suprimento desse combustível ainda depende muito do desmatamento da vegetação nativa – a caatinga - uma vez que os demais combustíveis disponíveis no mercado (óleo BPF, óleo diesel, gás natural, GLP, etc) representam um custo maior de produção e que não existem florestas plantadas para fins energéticos no Estado, nem desmatamentos legalizados capazes de suprir a demanda crescente das indústrias (SOUZA, 2006; CARVALHO, 2001).

O uso intensivo de lenha nativa na fabricação de telhas, tijolos e lajotas, sem que haja tempo para a vegetação se recompor, tem reduzido a área de florestas nativas, acelerando o processo de desertificação da região já considerado grave (MMA, 2004). Além de tornar a produção de cerâmica vermelha insustentável, já que ela depende de uma lenha cada vez mais difícil de ser obtida, o desmatamento sistemático destrói o potencial produtivo da terra, tendo como principal impacto a insegurança alimentar da população local, a perda da biodiversidade e o assoreamento dos cursos d'água e reservatórios (FANG, 2001, *apud* SOUZA, 2006).

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (2003), as perdas econômicas advindas da desertificação podem chegar a US\$ 300 bilhões por ano. Já os custos para a recuperação das áreas mais afetadas foram estimados em US\$ 2 bilhões para um período de 20 anos. Portanto, a modernização no processo de queima e, sobretudo, a

diversificação da matriz energética e do setor cerâmico brasileiro, nordestino e potiguar são fundamentais para a própria sobrevivência da atividade e os empresários do setor estão conscientes disso.

Na pesquisa realizada para este trabalho com os donos das indústrias do Baixo-Açu, verificou-se que praticamente todos têm entre suas prioridades, a instalação de novos fornos que, além de lenha, consigam queimar os mais diferentes tipos de biomassa com mais eficiência. Todos eles se mostraram especialmente preocupados com a dependência de uma lenha cada vez mais difícil e cara de ser obtida.

De acordo com dados do IBAMA-RN de 2012, fornecidos pelo responsável pelo Núcleo de Gestão Estratégica do Ibama-RN, o engenheiro agrônomo Claudius Monte de Sena (comunicação pessoal), 20 cerâmicas da região comprovaram estar recebendo lenha proveniente de Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS). De acordo com Monte, aparentemente todos esses PMFS são de terceiros, mas a maior parte do material queimante é oriunda da mata nativa tanto do Baixo-Açu quanto de outras regiões do Estado.

Entre as vantagens que a diversificação da matriz energética traria às indústrias consumidoras de lenha destacam-se: garantia de fornecimento, possibilidade de certificação ambiental (ISO 14000), melhor qualidade do produto e redução de perdas (ABREU; GUERRA, 2000, *apud* SOUZA, 2006).

5 O USO DE BIOCOMBUSTÍVEIS SÓLIDOS ADENSADOS COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA REDUZIR O DESMATAMENTO DA CAATINGA NO BAIXO-AÇU

Exatamente por ser uma fonte importante de energia renovável, não se deve subestimar o impacto ambiental provocado pelo uso tradicional de biomassa, qual seja, a queima de lenha extraída das florestas nativas. Afinal, ela também emite gases poluentes e contribuem para a redução dos estoques de vegetação nativa (RIEGELHAUPT e PAREYN, 2010).

Nessa perspectiva, a adoção das chamadas “biomassas modernas de segunda geração” (VIDAL e HORA, 2009) pode ser uma alternativa para mitigar os efeitos da pressão antrópica e possibilitar o reflorestamento/recuperação de áreas desmatadas e degradadas. De acordo com entrevista do presidente da Associação Brasileira de Biomassa, Celso Oliveira, à Revista da Madeira (edição 132, outubro de 2012), o aproveitamento dos resíduos florestais e da agricultura pode contribuir para a racionalização dos recursos e a geração de renda e empregos, além de gerar uma nova fonte financeira para as empresas. Atualmente, o Brasil tem potencial para processar mais de 500 milhões de toneladas métricas de resíduos agro-silvo-pastoris, sem contar com outras culturas e resíduos de outras atividades extrativistas que não constam na Tabela 17, abaixo.

Tab. 17 – Produção de resíduos agro-silvo-pastoris

Produtos	Safra Brasil 2009 (t)	Resíduos (TM)*
Cana-de-açúcar	686.645.793	339.889.667
Madeira - tora	121.520.350	46.177.333
Madeira- resíduo florestal	82.999.329	82.999.318.
Milho	50.649.571	71.922.390
Arroz – casca	12.610.651	18.789.869
Algodão em caroço	5.866.825	8.741.569
Café	2.415.407	3.260.799
Coco verde	1.830.503	1.100.101
Sorgo	1.831.264	2.600.394
Resíduo geral agrícola	1.799.355	4.408.419
Amendoim – casca	247.626	371.439
Cacau – casca	206.447	503.730
Babaçu – castanha	114.874	138.997
Açaí	108.033	127.478
Total	968.846.026	504.310.977.503

Fonte: Revista da Madeira, edição 132, outubro de 2012.

*Toneladas métricas (unidade de massa que não pertence ao sistema internacional (SI) e é equivalente a 10³).

Certas inviabilidades técnicas no aproveitamento desses resíduos relacionados com equipamentos, transportes, localização e outros podem impedir que se atinja o potencial máximo energético das biomassas. Porém, estudos específicos, em determinadas regiões podem apontar para a viabilidade de projetos de aproveitamento dos resíduos agro-silvo-pastoris, aumentando assim a participação deles na matriz energética brasileira (MMA, 2011).

5.1 CONCEITUAÇÃO DE BIOMASSA

“Biomassa é todo material orgânico, não fóssil, que tenha conteúdo de energia química no seu interior, o que inclui todas as vegetações aquáticas ou terrestres, árvores, biomassa virgem, lixo orgânico, resíduos de agricultura, esterco de animais e outros tipos de restos industriais” (VIDAL & HORA, 2009).

Dentre as muitas tentativas de conceituar e classificar as diversas fontes de biomassa que existem na natureza sob os mais diferentes critérios, destaca-se a classificação apresentada em Nogueira (2005), que separa as biomassas em dois grupos gerais: **as tradicionais** (não sustentáveis) e **as modernas** (sustentáveis).

Essa distinção é bastante útil para que se possa marcar a diferença entre renovação e sustentabilidade das fontes energéticas. Um bom exemplo é a lenha, um recurso natural renovável que por vezes é retirada de forma tão intensa que não dá tempo para que o meio ambiente se recomponha – ou seja, sem sustentabilidade. Essa é a causa da maior parte dos processos de desertificação identificados em várias partes do mundo – em especial no semiárido brasileiro, que está em vias de desertificação devido ao desmatamento do Bioma Caatinga – único no Brasil e no mundo.

Biomassas tradicionais são aquelas obtidas de forma meramente extrativista, sem reposição. A sua exploração intensa acaba fazendo com que a demanda ultrapasse a oferta, tornando **insustentável** a manutenção do consumo nos mesmos níveis anteriores – tal como ocorre hoje nas regiões do Baixo-Açu e do Seridó – ambas no Rio Grande do Norte.

Já as biomassas modernas são obtidas de forma legal e certificadas, o que significa o uso de técnicas de manejo adequadas, de forma a garantir o suprimento futuro do combustível. A energia oriunda da biomassa tem sobre as demais a vantagem

de poder ser produzida através do aproveitamento dos mais diferentes resíduos e do plantio de espécies vegetais energéticas, mesmo em terrenos impróprios para a produção de alimentos. Essa versatilidade tem feito dos biocombustíveis à base de biomassa uma das alternativas mais sustentáveis de obtenção de energia renovável (ROSSILO-CALLE, 2004).

Entre as biomassas modernas (sustentáveis) incluem-se as **primárias** (produtos de reflorestamentos e resíduos agro-silvo-pastoris) e as **secundárias**, obtidas a partir do beneficiamento de biomassas primárias através de processos químicos, físicos e mecânicos (KAREKESI *et al.*, 2004).

As biomassas secundárias (manufaturadas) podem ser líquidas (ex: biodiesel, etanol), gasosas (ex: biogás) e sólidas (**briquetes e pellets**). A produção de bioenergia a partir da biomassa de origem animal ainda é muito incipiente no mundo. De acordo com o Atlas da Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2008), até 2008 existiam muito poucas usinas com razoável capacidade geradora de energia, o que já não acontecia com a produção energética à base da biomassa vegetal.

A participação da energia derivada da biomassa no consumo energético dos países em desenvolvimento varia de 90% em países como Uganda, Ruanda e Tanzânia, a 45% na Índia, 30% na China e a 15% no México e na África do Sul (HALL *et al.*, 2005). No Brasil, de acordo com o relatório do último Balanço Energético Nacional (MME, 2012), o uso da biomassa (bagaço de cana, lenha e carvão vegetal) participa com 19,7% na matriz de consumo final por fonte de energia.

A larga utilização da lenha nativa pelas nações nesses e outros países subdesenvolvidos é responsável pela impregnação da imagem da biomassa como uma fonte de energia de uso eminentemente de nações mais pobres. Porém esta imagem vem mudando por três razões: os esforços que estão sendo feitos para o desenvolvimento de tecnologias mais adequadas para explorar o potencial das matérias-primas orgânicas; o reconhecimento dos seus benefícios sociais e ambientais e a crescente utilização das biomassas modernas nos países industrializados (HALL *et al.*, 2005).

Contudo, são vários os motivos da ainda pequena representatividade que da biomassa na matriz energética dos países. O principal é que a grande maioria das tecnologias de obtenção de energia através da biomassa ainda não é lucrativa o bastante para que o mercado, por si só, a adote (HALL *et al.*, 2005).

Por enquanto, mesmo nos países desenvolvidos e pioneiros na adoção dessas tecnologias, a consolidação da energia da biomassa depende de políticas públicas para

incentivar sua produção e consumo em grande escala, como acontece nos Estados Unidos e na Europa, onde há mais de 10 anos os governos vêm subsidiando o aprimoramento e a compra de aquecedores residenciais e comerciais a *pellets*; em outros países, como a Holanda, Bélgica e também a Suécia e Dinamarca, os incentivos governamentais são para a construção de termoelétricas a *pellets*; a estratégia da França, por sua vez, foi reduzir o imposto equivalente ao ICMS (VAT) de 19% para 5,5% para produtos relacionados a pellets, além de restituir metade dos custos de produção (RAKOS, 2007, *apud* SERRANO, 2009).

Essas e outras medidas foram tomadas para viabilizar o cumprimento das metas de redução das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) em 20% até 2020. Desde então, o mercado para as biomassas sólidas adensadas, sobretudo os *pellets*, pelas razões já enumeradas, tem aumentado progressivamente. De 2002 a 2010 o número de fábricas de *pellets* na América do Norte e na Europa passou de 70 para 623 – um aumento de 890% (CARASCHI e GARCIA, 2012).

A produção eficiente e sustentável de energia da biomassa traz inúmeras vantagens ambientais, econômicas e sociais se comparada ao uso de combustíveis fósseis: melhor manejo da terra, criação de empregos, uso de áreas agrícolas excedentes nos países industrializados, fornecimento de vetores energéticos modernos a comunidades rurais nos países em desenvolvimento, redução nos níveis de emissões de CO₂, controle de resíduos, reciclagem de nutrientes, entre outros (HALL *et al.*, 2005).

Nesse capítulo será analisado o potencial dos briquetes e pellets como biomassa para queima nos fornos da região do Baixo-Açu potiguar, cuja vulnerabilidade ambiental e econômica justifica a busca por alternativas energéticas que deem sustentabilidade às atividades industriais desenvolvidas no local.

5.2 ANTECEDENTES DO USO DE BIOCOMBUSTÍVEIS SÓLIDOS ADENSADOS NO MUNDO E NO BRASIL

O adensamento de materiais para produção de combustível não é recente. Em 1848 o norte-americano William Easby patenteou, nos Estados Unidos um método de conversão de carvão miúdo em torrões sólidos, através de pressão. Com isso, um material que não possuía praticamente nenhum valor passou a ter inúmeros usos como

combustível, movendo desde navios a vapor a fornos para preparação de alimentos. A palavra *briquete* surgiu em Paris, por volta do ano de 1862, designando uma mistura de turfa, água e argila plástica (GENTIL, 2008).

A briquetagem de madeira iria se desenvolver posteriormente, até ser adotada pela Ford Motor Company, em Kingsford, no estado americano de Michigan, no ano de 1924. Naquela época, as carrocerias dos automóveis eram confeccionadas em madeira. Os resíduos da produção eram usados na produção de briquetes e vendidos em sacos, como se faz atualmente, nos supermercados da Europa (SCOTT, 2005, *apud* GENTIL, 2008).

O mercado para os biocombustíveis sólidos manufaturados, como é o caso dos *pellets* e dos briquetes, passou a ter uma dimensão maior a partir da crise do petróleo em 1973 e da decisão dos países europeus de reduzirem o consumo de combustíveis fósseis, sob o argumento de que suas emissões contribuiriam para o agravamento do Efeito Estufa (GROVER & MISHRA, 1996, *apud* GENTIL, 2008).

Desde a Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, que países da Comunidade Europeia perseguem a meta de reduzirem em até 20% suas emissões em 2020. Dentre as alternativas para alcançar esta meta está o uso crescente da biomassa como fonte de energia térmica e elétrica, em especial de biocombustíveis adensados de madeira (SERRANO, 2009).

Por não contarem com a energia hidrelétrica em suas matrizes energéticas, os países nórdicos detêm o maior *know how* na produção de *pellets* e briquetes de madeira, carvão e turfa, sobretudo a Suécia e a Finlândia. Nesses países, aonde as baixas temperaturas chegam a - 30°C durante o inverno, esses combustíveis são usados em larga escala não apenas para aquecimento residencial, comercial e industrial como também na cogeração de energia elétrica (GENTIL, 2008).

Apesar de se ter registros da atividade de briquetagem no Brasil desde os anos 40 do século passado, o briquete ainda é um produto emergente, pouco demandado e conhecido no Brasil, onde sequer se tem o registro exato do número de usinas de briquetagem em operação. A primeira briquetadeira a operar no Brasil que se tem notícia era da marca Hansa, de pistão mecânico a pulso, importada em 1940 para uma indústria de Santa Catarina. Só em 1985 que uma indústria brasileira começaria a fabricar seu primeiro equipamento para produção de briquetes – a Biomax Indústria de Máquinas Ltda, localizada na cidade gaúcha de São Leopoldo.

De acordo com diretor-presidente da Biomax (comunicação oral, 30/11/2012), haveria cerca de 100 usinas de briquetes no Brasil atualmente com uma produção de 33.333 toneladas/mês e 400 mil toneladas/ano. Já o diretor-presidente das Indústrias Lippel Ltda, fabricante de máquinas para produção de biocombustíveis adensados, estimou em cerca de 200 o número de usinas de briquetes no Brasil, entre micro, pequenas e grandes empresas, capazes de briquetar de 500 kg/h a 2.000 kg/h (média de 1.200 Kg/h), com uma produção mensal de 80.000 toneladas e de 960.000 t/ano (comunicação oral, 30/11/2012).

Segundo o diretor da Lippel, os resíduos da indústria moveleira ainda predominam como matéria-prima (55%), mas tem aumentando o uso dos resíduos agroindustriais na fabricação de briquetes, como casca de algodão, café, palha de arroz, pó de fumo e bagaço de cana. De acordo com os dois empresários, a maior parte da produção estava concentrada nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Pará.

A produção de *pellets* no Brasil é mais recente. A primeira planta brasileira foi instalada em 1994, na cidade de Negrinhos, em Santa Catarina. Trata-se da fábrica Battistela, que existe até hoje produzindo *pellets* de madeira (OLIVEIRA, 2012). De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa, existem cerca de oito fábricas desse combustível no País e todas elas com volume muito baixo de produção – menos de 350 toneladas mensais. Grandes empresas, como a Suzano Energia Renovável, anunciaram ainda para 2012, vultosos investimentos na construção de fábricas de *pellets* de madeira na região nordeste. O projeto prevê a construção de uma das maiores plantas industriais do produto no mundo, com produção estimada de 1 milhão de toneladas ao ano (CARASCHI e GARCIA, 2012).

Dias (2002) estabelece uma correlação entre o maior uso de *pellets* ou de briquetes ao grau de desenvolvimento dos países. Segundo ele, os briquetes são mais usados em países em desenvolvimento, como o Brasil, onde predominam os fornos mais rústicos e, por isso, menos eficientes. Já os *pellets* seriam mais usados nos países desenvolvidos, nos quais o seu uso é automatizado, inclusive nas residências.

Uma das razões para essa segmentação do mercado de combustíveis adensados é que para poder usar *pellets*, é necessário que o consumidor adquira equipamentos específicos, como fornos e caldeiras de alta eficiência. Para investir neste tipo de maquinário é fundamental que se tenha garantia não só do fornecimento como da

qualidade do combustível a preços competitivos, o que só é possível com uma indústria bem estruturada (SERRANO, 2009).

Para se ter um parâmetro do volume de produção de briquetes no Brasil em relação aos países que são os maiores produtores e consumidores do combustível, enquanto que a produção de uma empresa brasileira é considerada grande se for de 1000 toneladas/mês, em países como a Suécia e a Finlândia a produção de grande porte é aquela superior a 10 mil toneladas/mês (ALAKANGAS, 2002; HIRSMARK, 2002; ZAKRISSON, 2002; PEREIRA, 2006, *apud* GENTIL, 2008).

Conforme estudo elaborado por Couto *et al.* (2004) para o Estado do Espírito Santo, os maiores desafios para a consolidação da indústria de briquetes no Brasil são: o alto preço do transporte da matéria-prima, a sua heterogeneidade, a concorrência com a lenha e o carvão (sobretudo ilegais), alta carga tributária para uma indústria cujo produto tem baixo valor agregado e o desconhecimento do produto. Em relação ao mercado externo, o maior entrave é o despreparo das usinas de briquetagem existentes em atender aos grandes pedidos comerciais dos importadores, além da burocracia do governo e do elevado custo para o capital de giro.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DE PELLETS E BRIQUETES

Os *pellets* e os briquetes são as formas mais refinadas de biomassa sólida. Ambos podem ser produzidos a partir da compactação (adensamento) de qualquer matéria orgânica animal e vegetal, tanto para fins energéticos como alimentares (um bom exemplo de *pellet al.imentar* são as rações para animais).

A diferença básica entre os dois combustíveis é a aparência e o processo de produção, determinados pelo fim a que se destinam os dois tipos de combustível. Os briquetes têm geralmente entre 3 cm e 10 cm de diâmetro e entre 4 cm e 40 cm de comprimento; combustíveis adensados com dimensões menores do que essas são chamados de *pellets* (ALAKANGAS, 2006; GROVER; MISHRA, 1996; BIOMASSA E BRIQUETES, 2007; QUIRINO, 2002, 1991; PEREIRA, 2006, *apud* GENTIL, 2008).

Cada país explora as suas potencialidades biomássicas de forma diferente: a Finlândia, país frio e úmido, tem grandes reservas e industrialização de turfa, a qual é transformada e briquetada ou pelletizada para a produção de energia; no caso da Índia,

que tem o maior rebanho bovino do mundo que não é abatido por ser um animal sagrado, o esterco seco é muito utilizado na briquetagem para uso em fogões domésticos (GENTIL, 2008).

Já o Brasil possui 477,7 milhões de hectares de florestas naturais; 6,5 milhões de hectares de florestas plantadas; uma produção de 290,8 milhões de t/ano de resíduos agroindustriais, 85,6 milhões t/ano de resíduos florestais e 365,3 milhões t/ano de resíduos animais, além dos resíduos agrícolas, impossíveis de serem quantificados (MMA, 2011), o que, em princípio, seria uma vantagem comparativa do País na produção de biocombustíveis sólidos adensados.

Na fabricação nacional de *pellets* e briquetes podem ser usadas matérias-primas como: resíduos de serrarias (ex: cavaco, serragem, e maravalha), da agricultura (ex: casca de arroz, palha de milho, sabugo, bagaço de cana-de-açúcar, casca de algodão, de café, casca de coco etc), de atividades extrativistas florestais (ex: palhas e cascas de árvores exploradas para produção de ceras e resinas), além de restos de poda urbana e espécies vegetais plantadas especialmente para fins energéticos (QUIRINO, 1991).

Por oferecerem uma queima rápida e uniforme, os biocombustíveis sólidos adensados são usados para queima em abatedouros, cerâmicas, cervejarias, destilarias, feclarias, hospitais, hotéis/motéis, indústria de balas, indústria de óleo de soja, indústria de papel, indústria de refrigerantes, laticínios, lavanderias, metalúrgicas, panificadoras, pizzarias, residências e tinturarias (GENTIL, 2008).



Figura 27 – Briquetes de vários tamanhos e *pellets*. Foto: VIGTech - Biotecnologia



Fig. 28 – Briquetes em toras. Foto: Embrapa Agroenergia

**La Bûche Densifiée...
c'est notre métier !**

Distribuez les **BRICAFEU** sur votre région

Vous souhaitez :

- Vendre un produit innovant et apprécié
- Générer un C.A. important
- Créer et fidéliser de nouveaux clients

Nous vous offrons :

- L'exclusivité de la distribution
- Un soutien commercial efficace
- Un investissement de départ minimum

05 34 40 86 68

Climaj - 299 - route de launaguet 31200 Toulouse - Fax : 05.34.40.69.50

BRICAFEU EN FRANCE
● VILLAGES COUVERS
● VILLAGES CHUERS

Map of France showing distribution regions: Alsace, Bretagne, Centre, Champagne, Franche-Comté, Ile-de-France, Lorraine, Midi-Pyrénées, Nord-Pas-de-Calais, Normandie, Pays de la Loire, Poitou-Charentes, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rhône-Alpes, Bourgogne, Franche-Comté, Ile-de-France, Lorraine, Midi-Pyrénées, Nord-Pas-de-Calais, Normandie, Pays de la Loire, Poitou-Charentes, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rhône-Alpes, Bourgogne.

Fig.29- Publicidade de briquetes para uso doméstico na França.



Fig. 30 – Pellets em combustão. Foto: Firmquestions Soluções Ambientais.



Fig. 31 – Sistema de aquecimento de ambiente a *pellets* em Portugal. Foto: Lojadocalor.com

O processo de produção de *pellets* e de briquetes é praticamente igual, mudando apenas os equipamentos que fazem a compactação e adensamento da matéria-prima. O adensamento ligno-celulósico para produção de *pellets* é feita na peletizadora, por extrusão contínua numa matriz de furos (Fig.30); a compactação do briquete é feito na briquetadeira, equipada com pistão mecânico de pulso (Fig. 31).



Fig.32– *Pellets* saindo da peletizadora. Foto: Energia Biomassa: energias renováveis em Portugal



Fig.33 – Briquetes saindo da briquetadeira e sendo embalados. Foto da autora.

A competitividade dos briquetes ou *pellets* no mercado é função da relação preço/poder calorífico. Quem compra biocombustível adensado compra na verdade energia (Quadro 4). Assim, quanto menor o teor de umidade e maior a densidade, maior capacidade energética terão esses combustíveis (GENTIL, 2008).

Além do menor preço relativo (mais energia concentrada num mesmo espaço ocupado por lenha) as outras vantagens dos biocombustíveis sólidos adensados para quem os compra são : uniformidade de temperatura e pressão de vapor, proporcionando um melhor acabamento nos produtos cozidos nos fornos; elevação rápida da temperatura, contribuindo para uma maior eficiência nos processos produtivos ; redução de mão-de-obra para carga e descarga ; padronização dos tamanhos, permitindo um melhor aproveitamento dos espaços tanto para transporte quanto para armazenamento, além de facilitar a acomodação do produto em *containers* para exportação (Quadro 4).

Não há ainda no Brasil normas técnicas para fabricação de combustíveis adensados. As referências utilizadas nas pesquisas, estudos de caso e planos de negócio são todas internacionais, utilizadas nos países com tradição no uso desses biocombustíveis. De um modo geral, aceita-se como briquetes e *pellets* de qualidade aqueles que se enquadram nas características a seguir:

Quadro 4 - Características físico-químicas dos briquetes e *pellets*

Parâmetros	Briquetes	Pellets
Diâmetro	de 3cm a 10 cm	Abaixo de 3 cm
Comprimento	20 cm a 25 cm	Até 4 cm
Densidade aparente	De 1 t/m ³ a 1,4 t/m ³	idem
Densidade a granel	600 kg/m ³ a 700 kg/m ³	idem
Poder Calorífico Superior	4.300 kcal/kg a 4.800 kcal/kg	idem
Umidade	Entre 8% e 10%	idem
Teores de voláteis	81%	Idem
Cinzas	1,2%	Idem
Carbono fixo	18,8%	Idem
Matérias-primas	serragem, maravalha, casca de arroz, palha de milho, sabugo, bagaço de cana-de-açúcar, casca de algodão, café entre outros (QUIRINO, 1991), sozinhas ou misturadas umas às outras, dependendo da densidade que se quiser ter (poder calorífico)	

Fonte: GENTIL, 2008.

Quadro 5 - Vantagens dos *pellets* e briquetes sobre a lenha

Briquetes e pellets	lenha
Maior densidade a granel = mais energia em menos espaço = menor custo de transporte e armazenamento	Menor densidade a granel = menos energia em maior espaço = maior custo de transporte e armazenamento
Estocagem limpa, ensacada, sem bichos e contaminação	Sujeira, bichos e perigo de contaminação do local de estoque
Permite uma melhor conservação dos fornos	Danifica as grelhas das fornalhas
Manejo mais cômodo e seguro	Maior possibilidade de ferimentos nas operações de carregamento, descarregamento, abastecimento da fornalha
Melhor logística pela padronização dos produtos	Logística mais difícil pelo tamanho, peso e formatos irregulares
Dispensa documentação e pagamentos de taxas	Exigência de licenças especiais e pagamento de taxas
Não provoca o desmatamento	Seu uso indiscriminado e sem manejo contribui para o desmatamento e a degradação ambiental.
Pouca produção de cinza, fuligem ou fumaça, devido à baixa umidade (entre 8% e 10%)	Umidade em torno de 25% a 50%
Regularidade térmica = queima mais regular = melhor qualidade do produto	A irregularidade térmica é uma das responsáveis por defeitos nos produtos provocados pela queima
Temperatura alta da chama	Temperatura baixa da chama
Venda por Kg	Venda por metro cúbico, ocasionando prejuízos para o consumidor, que “paga” pelos espaços vazios entre os galhos.

Fonte: GENTIL, 2008.

Por questões históricas, culturais e comerciais, relacionadas com os tipos de fornos e os fins a que se destina, o produto ligno-celulósico adensado que se desenvolveu no Brasil foi o briquete e não o *pellet*, inclusive no Rio Grande do Norte.

Por esse motivo, este trabalho terá como foco a análise da viabilidade econômica da instalação de uma fábrica de briquetes na região do Estado onde está sendo desenvolvido o Projeto Caatinga Viva.

5.4 VANTAGENS DA REGIÃO DO BAIXO-AÇU PARA INSTALAÇÃO DE FÁBRICAS DE BRIQUETES

Tanto o Baixo-Açu quanto o Seridó são polos ceramistas com grande demanda de lenha; ambos os polos possuem indústrias cujos fornos se adequariam aos briquetes sem necessidade de adaptações. Apesar de o Seridó viver hoje um processo de desertificação mais acentuado do que o Baixo-Açu, esta última região reúne algumas vantagens sobre a primeira para a instalação de um parque fabril de biocombustíveis sólidos adensados, especialmente de briquetes:

a) Proximidade de centros potenciais consumidores de briquetes.

O mercado consumidor é o primeiro fator determinante da viabilidade econômica de implantação de uma fábrica, seja ela qual for; o segundo é a logística para atender à demanda. No caso dos biocombustíveis adensados, o custo do transporte em longas distâncias é mais caro do que a própria carga (EMBRAPA, 2012).

Qualquer uma das cidades que fazem parte do Baixo-Açu está no epicentro da produção de cerâmica vermelha da região e, ao mesmo tempo, mais perto da capital Natal e dos dois maiores centros industriais do Estado – os municípios de Mossoró e Parnamirim, que possuem indústrias que também usam fornos e poderiam se beneficiar da lenha artificial, sobretudo o segmento de pizzarias. Apesar de individualmente demandarem menos quantidade em relação às indústrias, esse segmento costuma pagar melhor pelo produto do que o setor industrial (EMBRAPA, 2012).

A fábrica-escola de briquetes do IFRN está localizada à margem da RN-118, em Ipangaçu, a 230 km da capital Natal, a 92 km de Mossoró e a 201 km de Parnamirim. Já o município de Parelhas, maior produtor de cerâmica do polo seridoense fica a 251 km de distância de Natal e a 242 km tanto de Mossoró quanto de Parnamirim.

Assim, apesar de o objetivo da biofábrica de Ipanguaçu ser atender aos consumidores de lenha locais, quanto mais opções de mercado para escoamento do produto houver, mais sustentável será a atividade e maiores possibilidades de consolidação de um arranjo produtivo local que contemple várias unidades fabris desse produto que pode aliviar a pressão antrópica não só no Baixo-Açu como em outras localidades do Estado.

Além da BR-304 e a RN-118, as estradas vicinais que cortam os municípios da região são asfaltadas, o que torna o transporte da matéria-prima e do produto acabado mais rápido e, conseqüentemente, mais barato.

b) Potencial exportador

Os municípios do Baixo-Açu se localizam em uma região de fácil acesso não só aos portos de Natal-RN e Fortaleza-CE, como ao porto graneleiro de Areia Branca, distante 89 km da fábrica de biocombustíveis adensados em construção. Num segundo momento de maior maturação do Arranjo Produtivo Local de produção de bioenergia, esse posicionamento estratégico poderia significar mais uma possibilidade de mercado para a indústria nascente de biocombustíveis adensados na região.

A formação de um APL de produção de briquetes pode – e deve - evoluir para a produção de biocombustíveis adensados mais sofisticados e econômicos. Assim, uma fábrica que produz briquetes, já tem a maior parte da estrutura necessária para produzir também *pellets*, bastando adquirir uma peletizadora para diversificar a produção, já que a tendência, mesmo no Brasil, é de que os fornos evoluam e passem a exigir cada vez combustíveis de alimentação direta, como é o caso dos *pellets*. Contudo, o que ainda é uma promessa no Brasil já é realidade nos países desenvolvidos.

O principal mercado de *pellets* está na Europa. Lá, o combustível é usado principalmente no aquecimento de ambientes e para fornecimento de água quente para uso residencial devido às baixas temperaturas registradas durante grande parte do ano. Devido às dimensões reduzidas, à fluidez e à possibilidade de abastecimento das residências usando tubos flexíveis que ligam caminhões-tanque diretamente aos silos alimentadores de caldeiras de baixa pressão, os *pellets* são os substitutos preferenciais dos combustíveis fósseis e da eletricidade (EMBRAPA, 2012).

Países como a Dinamarca, Suécia, Alemanha, Áustria e Itália consomem, juntos, 1,98 milhão de toneladas do combustível por ano (Rakos, 2007, *apud* SERRANO, 2009); para atender à demanda do mercado de *pellets* crescente, só a Suécia produziu 1,6 milhão de toneladas em 2008 e importou outras 300 mil toneladas, principalmente, de outros países da Europa e também do Canadá. Não há previsão de qualquer queda na demanda e a taxa de crescimento para os próximos anos deverá se situar entre 8% e 10% ao ano (WRI, *apud* GENTIL, 2008).

Esta tendência de abertura do mercado para um número cada vez maior de parceiros é registrada pela European Association Biomassa (AEBIOM), segundo a qual os mercados de *pellets* de madeira residencial e industrial devem consumir entre 50 e 80 milhões de toneladas em 2020 e dependerão de um comércio internacional muito mais abrangente (OLIVEIRA, 2012).

É nesta perspectiva que países com disponibilidade de terras agricultáveis; setores agroindustrial e florestal consolidados e clima tropical podem passar a competir nesse mercado em expansão, ainda que geograficamente mais distantes da Europa do que os Estados Unidos e o Canadá, principais exportadores de *pellets* fora da Comunidade Europeia.

Ao analisar o fluxo de comércio Brasil-Alemanha, à luz do modelo de Heckscher-Ohlin, Cardoso *et al.* (2005) concluíram que o primeiro é intensivo em mão de obra em relação ao segundo.

Apesar de reconhecer a abundância do fator trabalho nos processos produtivos brasileiros, Feistel e Hidalgo (2010) identificaram uma mudança na estrutura do comércio exterior brasileiro, na análise que fizeram utilizando uma versão do modelo de Heckscher-Ohlin com três bens e três fatores e utilizando a técnica de insumo- produto: de que a longo prazo haveria um aumento na participação do fator recursos naturais, em detrimento do fator trabalho e do fator capital (este último escasso no Brasil). Dois anos mais tarde, Feistel e Hidalgo (2012) concluíram que essa tendência já era uma realidade no comércio entre Brasil-China.

De modo que, intensivo em recursos naturais e em mão-de-obra barata, o que garante custos mais baixos da biomassa madeireira e dos resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais, o Brasil possui vantagens comparativas para se tornar um *player* também no mercado de briquetes e *pellets* e pode ter na região do Baixo-Açu um promissor polo produtor desses combustíveis.

c) Segurança hídrica

A região do Baixo-Açu possui um diferencial em relação às demais regiões do Estado e em especial ao Seridó: está localizada na maior bacia hidrográfica do Estado, cujo rio principal – o Piranhas-Açu – foi perenizado com a construção da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, oferecendo segurança hídrica para os projetos agroindustriais da região.

A fartura de água favorece a incorporação de grandes áreas de agricultura irrigada para a plantação de plantas energéticas visando à produção de biomassa a ser utilizada no processo de briquetagem, como o capim elefante e outras espécies vegetais, sem falar nos resíduos gerados pelas agroindústrias que também podem ser aproveitados no processo de briquetagem. De acordo com o Censo Agropecuário de 2006 do IBGE, os nove municípios do Baixo-Açu possuem 8.323 ha de terras irrigadas; os 17 municípios do Seridó somam apenas 4.701 ha de áreas irrigadas.

d) Disponibilidade de resíduos florestais puros e de alto poder calorífico para compor a base de fabricação de briquetes.

Outros fatores críticos de sucesso para uma planta de briquetagem além dos já citados são: disponibilidade farta de matéria-prima com todas as características necessárias para a produção de um combustível próximo à unidade de produção.

Morais (2007) alerta para o perigo que pode representar para a saúde da população a fabricação de briquetes ou *pellets* de resíduos agroindustriais com presença de substâncias tóxicas incorporadas à matéria-prima de origem durante o processo industrial: ao serem submetidos à queima, podem emitir essas substâncias na sua fumaça. Logo, a primeira característica essencial de um resíduo para servir à briquetagem é a ausência de toxidade. Outras características fundamentais que determinam a viabilidade do uso de um material como matéria-prima para confecção de briquetes são: poder calorífico superior elevado, baixos teores de umidade e de cinzas e alto teor de voláteis e de carbono fixo, além de granulometrias adequadas à compactação.

Tavares e Santos (2012), realizaram estudos sobre o potencial de cinco biomassas para a fabricação de combustíveis adensados: palha de carnaúba (*Copernicia*

prunifera), capim elefante (*Pennisetum purpureum*), capim vetiver (*Vetiveria zizanioides*), palmeira real (*Archontophoenix Alexandrae*) e a macrófita conhecida como aguapé (*Eichhornia crassipes*). Com exceção da palha da carnaúba e das macrófitas, as demais espécies vegetais poderiam ser plantadas não só no Baixo-Açu, como em toda a microrregião do Vale do Açu, cujo raio de distância a partir da biofábrica, instalada no município de Ipanguaçu, é considerado curto o suficiente para a coleta de matéria-prima para briquetagem.

No experimento, foram analisadas as partes aéreas dos capins e da macrófita (folhas e caules), o tronco da palmeira real e os resíduos de folhas de carnaúba após a extração da cera. As análises foram realizadas nos laboratórios das Embrapas Solos (RJ), Tecnologia de Alimentos (RJ), Agrobiologia (RJ) e Floresta (PR) e nos laboratórios da Reduc/Petrobras (RJ). Foram determinadas as composições químicas elementares (carbono; hidrogênio e nitrogênio) e imediatas (umidade; materiais voláteis; carbono fixo e cinzas), além da constituição química das biomassas, através da análise dos teores de fibra em detergente ácido (FDA); lignina; celulose; sílica; fibra em detergente neutro (FDN) e do cálculo de suas densidades e poderes caloríficos superiores (PCS).

Os resultados das análises acima comprovaram que a palha de carnaúba e o capim elefante foram as biomassas que apresentaram as melhores composições dentre todas as testadas para a fabricação de briquetes, comprovando o potencial uso delas para a geração de energia seja de forma individual, seja em *blends* de diferentes composições, visando à sustentabilidade da fabricação de briquetes ao longo de todo ano, sem a dependência de uma única fonte de matéria-prima (veja Tabela 18).

Tavares e Santos (2012) fazem a ressalva de que as biomassas estudadas apresentaram elevados teores de cinzas, indicando que não devem ser utilizadas em caldeiras para geração de energia elétrica sob o risco de formar inscrustações de oxalato de cálcio na superfície das caldeiras, danificando-as. Porém, para os tipos de fornos utilizados nas indústrias de cerâmica vermelha, panificadoras, queijarias e pizzarias da região do Baixo-Açu, já comentados nesse trabalho, os briquetes produzidos à base das matérias-primas estudadas podem substituir, com vantagem, a lenha hoje utilizada como combustível, por apresentarem elevados PCSs (Poder Calorífico Superior), entre 4.061 e 4.255 kcal/kg (veja Tabela 18).

Tabela 18 - Propriedades das biomassas para geração de energia

Propriedades	PC*	CE*	CV*	M*
Umidade (%)	9,98	9,73	8,89	9,48
Voláteis (%)	89,42	89,90	90,59	67,65
Cinzas (%)	9,75	9,40	8,76	29,67
CF=100-(CZ+MV)	0,89	0,70	0,71	2,79
C (%)	40,40	39,34	39,55	31,08
H(%)	5,61	5,48	5,54	4,69
N(%)	1,72	0,87	0,46	1,28
FDA (%)	45,90	44,33	45,84	54,77
Lignina (%)	20,33	13,85	11,59	26,87
Celulose (%)	10,38	15,82	20,85	3,50
Sílica(%)	14,42	13,54	13,29	23,37
FDN(%)	60,23	71,30	72,95	54,53
Densidade (g/mm ³)	2,57	1,39	2,22	2,50
PCS (kcal/kg)	4255,35	4061,17	3766,00	2707,13

Fonte: Tavares & Santos, 2012.

Nota: * PC (palha de carnaúba); CE (capim elefante); CV (capim vetiver) e M (macrófitas).

No processo de briquetagem, essas biomassas podem ser utilizadas tanto individualmente quanto misturadas em *blends* de diferentes composições. Essa versatilidade propiciaria uma maior sustentabilidade às operações da biofábrica, garantindo a produção de briquetes ao longo de todo o ano, com uma maior regularidade das características físico-químicas. No caso do briquete a ser produzido na região do Baixo-Açu, a mistura definida como ideal por Tavares & Santos foi de palha de carnaúba a 80% com capim-elefante a 20% .

5.5 A CARNAÚBA COMO MATÉRIA-PRIMA PRINCIPAL PARA A PRODUÇÃO DE BRIQUETES



Figura 34 – Carnaubal em Ipangaçu, RN. Foto: Sílvio Tavares

A carnaúba, ou *Copernicia Prunifera*, é uma das 28 espécies de palmeira do gênero *copernicia* existentes no continente americano. A origem do nome é controversa. De acordo com o botânico Renato Braga (1976), os índios a chamavam de *caranaíba* ou *caranaúba*, que significa árvore que arranha (*caraná* = arranhante, escamoso e *iba* ou *uba*= árvore).

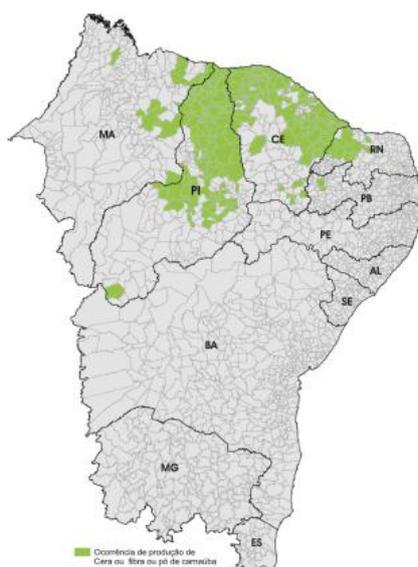


Figura 35. – Mapa de ocorrência de carnaúba (fibra, ou pó, ou cera) na área de atuação do BNB, 2004.

Fonte: IBGE – Produção Extrativa Vegetal (2004).

Presente principalmente nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Maranhão, a carnaúba já foi um dos produtos mais importante da economia desses estados, num ciclo iniciado no início do século XX e que atingiu seu auge na década de 70 (COSTA, 2009; ALBANO & SÁ, 2009).

Por ser uma planta com múltiplos usos pelo homem, é conhecida também como "árvore da vida". As raízes têm propriedades medicinais; os frutos servem de alimento humano e animal; os troncos são utilizados em construções e, por fim, as folhas, a parte mais preciosa da palmeira: delas são feitos os mais diversos produtos do artesanato típico nordestino, como chapéus, bolsas, baús etc. As esteiras, por exemplo, são usadas como isolantes térmicos nos dutos condutores de vapor da Petrobras, reduzindo a perda de calor e, conseqüentemente, tornando mais eficiente a geração de energia térmica. É das folhas também que se extrai um pó com o qual se produz um insumo largamente utilizado nas indústrias química, eletrônica, cosmética, alimentícia e farmacêutica: a cera de carnaúba (CARVALHO, 1982).

O Piauí é o maior produtor do pó cerífero, mas ocupa o segundo lugar na produção de cera, com uma participação de 40%. Parte da matéria-prima piauiense é beneficiada no Ceará, que lidera a produção de cera no País, com uma participação superior a 50% no total produzido. O Rio Grande do Norte é o terceiro maior produtor de cera, responsável por algo em torno de 6% da produção nacional. O restante vem da produção dos estados do Maranhão, Paraíba, Pernambuco e Bahia (LIMA, 2011).

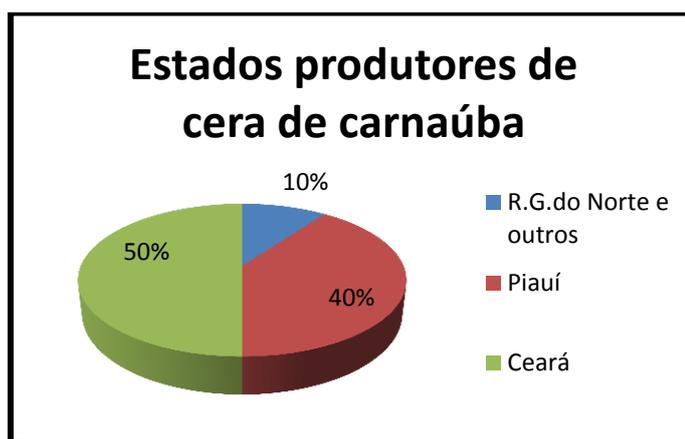


Figura 36 – Produção de cera de carnaúba no Brasil
Fonte: Conab - Cenário para a Carnaúba (LIMA, 2011).

A produção potiguar de pó cerífero se concentra em oito municípios do Estado: Açu, Ipanguaçu, Carnaubais, Upanema, Apodi, Felipe Guerra, Mossoró e São Rafael.

Os três primeiros pertencem à microrregião do Vale do Açu, que já ocupou lugar de destaque nacional na produção de cera de carnaúba até os anos 70. A partir do início da década seguinte, a consolidação do projeto do governo do estado de transformar o Vale do Açu num polo de fruticultura irrigada e outros projetos agropecuários fez com que grandes áreas ocupadas por carnaubais fossem ocupadas com pasto e plantações irrigadas (ALBANO e SÁ, 2009).

Para se ter uma ideia do peso da participação potiguar nas exportações de cera de carnaúba pode-se compará-la à dos dois outros estados produtores (veja Tabela 19). Até julho deste ano (2012), o Rio Grande do Norte havia exportado 435 t de cera de carnaúba, de acordo com dados do Instituto de Desenvolvimento do Ceará e da Federação das Indústrias do mesmo Estado, obtidos através do Sistema AliceWeb, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC).

Tabela 19 – Exportação de cera de carnaúba em 2011

Estado	US\$ FOB	Peso Líquido (Kg)	Participação
Ceará	58.215.910	8.371.235	53,87%
Piauí	44.096.763	6.548.275	40,81%
Rio Grande do Norte	5.746.787	902.000	5,32%
Total	108.059.460	15.821.510	100,00%

Fonte: Sistema Alice Web, do MDIC.

Os maiores importadores são: Estados Unidos, Japão, Alemanha, China, Holanda e Itália. Já o mercado interno gera uma demanda média de 3.600 toneladas/ano de cera de carnaúba (COSTA, 2009). Os maiores compradores no mercado interno são indústrias instaladas nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Pernambuco e Bahia (LIMA, 2011).

Apesar da redução das exportações da cera ao longo dos anos, a cadeia extrativista da carnaúba ainda possui um relevante papel social para o Rio Grande do Norte, uma vez que gera ocupação para 15 mil famílias de baixa renda. É justamente nos meses de julho a dezembro, quando as chuvas escasseiam e as atividades da agricultura familiar se reduzem, que a mão de obra ociosa das famílias de pequenos agricultores é usada na produção da cera e do pó da carnaúba (COSTA, 2009).

Além de todos os usos já citados da carnaúba, mais um se soma, ampliando a sua cadeia produtiva: o seu aproveitamento para produção de bioenergia através do adensamento ligno-celulósico das palhas, após a extração do pó cerífico. Conforme os testes elaborados por Tavares e Santos (2012) já citados no tópico anterior, a palha de

carnaúba tem as características físico-químicas necessárias para a produção de briquetes (lenha ecológica) de qualidade para atender à demanda das indústrias da região, atenuando os impactos ambientais ora provocados pelo desflorestamento para a produção de lenha.

5.5.1 Dimensionamento da oferta de palha de carnaúba no Baixo-Açu

A metodologia mais eficiente para se estimar a oferta anual de resíduos gerado pelo extrativismo do pó cerífero é através do volume da produção de cera de carnaúba. A contagem pura e simples das árvores, através de imagens de satélites pode levar à superestimação da quantidade de resíduos provenientes da produção de cera de carnaúba, uma vez que nem todas as palmeiras são exploradas numa mesma safra por serem jovens demais ou por ainda não terem se recomposto do corte anterior ou até mesmo por não serem mais produtivas. Além do mais, como a matéria-prima a ser utilizada na fabricação dos briquetes é a chamada bagana da palha que sobra depois da derriçagem (extração mecânica do pó cerífero feita numa máquina chamada de derriçadeira), não interessa a este estudo a simples quantificação das carnaúbas existentes, mas sim do volume potencial de resíduos gerados pela cadeia produtiva da cera produzida a partir da palmeira.

Estimar a população de palmeiras através do sentido inverso da cadeia produtiva da cera de carnaúba tem sido, historicamente, a metodologia usada pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), empresa pública executora das políticas de garantias de preços mínimos de algumas produções extrativistas, como a da carnaúba.

Segundo comunicação oral prestada por analista de mercado de Produtos Agrícolas da Conab-RN, no dia 18/09/2012, essa estimativa é feita a partir das informações mais concretas sobre a atividade disponíveis – os números das exportações anuais nacionais e estaduais de cera de carnaúba, disponíveis pelo sistema AliceWeb, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Para chegarem ao percentual que as exportações representam na produção nacional e dos Estados, os técnicos da Companhia coletam informações no próprio mercado, representado pelas indústrias de beneficiamento de cera que compram o pó cerífero dos trabalhadores rurais.

De acordo com as análises de conjuntura da Conab, as exportações de cera de carnaúba representam entre 80% (COSTA, 2009) e 85% (MOURA, 2007) da produção nacional. Utilizando-se desse raciocínio e considerando que os volumes exportados representam 80% da produção, os volumes de cera produzidos no Brasil e no Rio Grande do Norte de janeiro de 2000 a agosto de 2012 seriam estimados conforme a Tabela 24 a seguir:

Tabela 20 - Produção de cera de carnaúba no RN (2000 a 2011)

Ano	Export. Brasil (T)	Produção Brasil(T)	Export. Rn (T)	Produção Rn (T)
2000	12.674	15.843	641 (5,05%)	769,2
2001	15.104	18.880	1.647 (10,9%)	1.976,4
2002	15.114	18.892	2.006 (13,27%)	2.407,2
2003	13.634	17.042	2.553 (18,72%)	3.063,6
2004	14.288	17.860	2.497 (17,47%)	2.996,4
2005	14.886	18.608	2.117 (14,62%)	2.540,4
2006	16.029	20.036	545 (3,4%)	654
2007	15.468	19.335	1.366 (8,83 %)	1.639,2
2008	15.195	18.993	858 (5,64%)	1.209,6
2009	12.244	15.305	620 (5,06%)	744
2010	17.661	22.076	1.410 (7,98%)	1.692
2011	15.828	19.785	902 (5,69%)	1.082

Fonte dos dados de exportação: Aliceweb (MDIC)

Nota: os dados de produção foram estimados a partir dos números das exportações.

No presente estudo, além de calcular a produção de cera a partir dos dados de exportação do produto, foi realizada uma segunda pesquisa de campo, desta vez junto aos maiores produtores de cera do Estado, para saber se os dados do AliceWeb são de fato representativos da produção potiguar. A pesquisa foi realizada no período de 1º a 15 de outubro e nela constatou-se que toda a exportação de pó potiguar é feita por uma única empresa – a Organização Tabajara Ltda (Ortal), localizada em Mossoró. Esta empresa produz cera a partir do pó coletado por ela e ainda beneficia o pó cerífero de outros produtores do Estado. A empresa refina também a cera produzida pela única empresa instalada no Baixo-Açu e segunda maior produtora de pó cerífero potiguar - a J.Maehlmann Agentes de Comércio Exterior Ltda, localizada na própria região, no município de Açu.

De acordo com a comunicação oral feita pelo diretor-presidente da Ortal no dia 24 de outubro de 2012, pelo menos metade do pó extraído do território potiguar é comprada, beneficiada e exportada por empresas do Ceará. Ele afirma que a produção de pó cerífero do Rio Grande do Norte gira em torno de 1.500 toneladas/ano, quantidade

suficiente para produzir 1.125 toneladas/ano de cera de carnaúba (veja tabela 21). A informação do empresário é compatível com os resultados dos cálculos da produção anual de cera de carnaúba, obtidos a partir dos dados de exportações disponíveis no Sistema Alice Web, que apresentam uma média de produção de 1.273 toneladas nos últimos cinco anos.

Tabela 21 - Produção de cera de carnaúba a partir de pó cerífero do Rio Grande do Norte -safra 2011/12

PRODUTORES	PRODUÇÃO DE PÓ (T)	PRODUÇÃO DE CERA (T)
J. Maehlmann	153,48	115,11
Ortal	642,52	484,89
MS e Foncepi (Ceará)	700,00	525
Total	1.500,00	1.125,00

Fonte: Sr. Rogério Barroso de Oliveira, diretor-presidente da Organização Tabajara Ltda (Ortal) e Sr. Manoel Morais de Oliveira, sócio-gerente da J. Maehlmann.

Nota (*): Razão: cada 20kg de pó produz 15 kg de cera.

Para dimensionar a quantidade de resíduos da cadeia produtiva da cera de carnaúba a partir dos dados de produção de pó cerífero, buscaram-se na literatura disponível sobre o assunto os parâmetros de produtividade por palha. Foram encontrados níveis de produtividade que vão de 5g a 10g de pó cerífero por palha (CARVALHO, 2005; CÂMARA SETORIAL DA CARNAÚBA, 2009; MOURA, 2010), dependendo não só das características inerentes às plantas, como também do processo de secagem, que pode ser em chão batido, em estaleiro ou com secador solar, sendo o primeiro mais rudimentar e o último mais eficiente.

Optou-se pelos parâmetros de produtividades estabelecidos por Moura (2010) no estudo realizado sobre a cadeia produtiva da cera de carnaúba do município de Carnaubais, por ele ratificar as informações colhidas na pesquisa de campo com os produtores de cera da região. Os dados sobre peso das folhas e talos foram obtidos do trabalho de Carvalho (2005) realizado no município de Campo Maior, no Piauí.

No total de resíduos gerados pela cadeia da atividade cerífera, foram incluídas as palhas basais (que ficam nas árvores por não conterem pó e, portanto, por não terem valor econômico, além de seus respectivos talos, também desperdiçados. O ponto de partida para calcular a quantidade de resíduos foi a produção de pó cerífero no Rio Grande do Norte, estimada em 1.500 toneladas/ano.

Cálculo do peso total de resíduos gerados na produção de cera de carnaúba

- 1000 palhas de carnaúba = 10 kg de pó cerífero; logo,
1.500.000 kg de pó = **150.000.000 de palhas**
- De 1.500.000 kg de pó
 - 80% é pó de palha (tipo B) = **1.200.000 kg / 120.000.000 palhas**
 - 20% é pó de olho (tipo A) = **300.000 kg / 30.000.000 folhas-olho**
- Peso de 1 palha seca **com** pó = 0,128 kg (CARVALHO, 2005)
 - Peso total das palhas secas **com** pó = 120.000.000 x 0,128 =
15.360.000 kg ou **15.360 t**
- Peso de 1 folha de olho seca **com** pó = 0,068 kg (CARVALHO, 2005)
 - Peso total das folhas de olho secas **com** pó = 30.000.000 x 0,068 =
2.040.000 kg ou **2.040 t**
- Peso total das palhas secas e das folhas de olho **com** pó = 15.360 + 2.040 =
17.400.000 kg ou **17.400 t**
- Peso total das palhas e folhas de olho secas **sem** pó (baganas) = 17.400 – 1.500
= 15.900.000 kg ou **15.900 t**
- Peso de 1 talo (1 por palha e folha) = 0,051 kg (CARVALHO, 2005)
 - Peso total dos talos = 150.000.000 x 0,051 = 7.650.000 ou **7.650 t**
- Nº de palhas basais totais (20 por árvore em média, segundo comunicação oral do sócio-gerente da J. Maehlmann, Agentes de Comércio Exterior Ltda, no dia 5/10/2012):
 - 150.000.000 (número total de palhas e folhas) / 75 (número de palhas e folhas cortadas de cada palmeira) = 2.000.000 de carnaúbas
 - 2.000.000 x 20 = 40.000.000 de palhas basais (sem pó).

- Peso das palhas basais (que não têm pó) = peso das palhas secas normais, depois da retirada do pó.
 - $\text{Peso de 1 palha seca basal} = 15.360.000 \text{ kg (peso das palhas secas com pó)} - 1.200.000 \text{ (peso do pó de palha)} / 120.000.000 \text{ (n}^\circ \text{ de palhas secas)} = 0,118 \text{ kg}$
 - $\text{Peso total das palhas basais} = 40.000.000 \times 0,118 = 4.720.000 \text{ kg}$ ou **4.720 t**

- Peso dos talos das palhas basais (o mesmo das demais palhas)
 - $40.000.000 \times 0,051 \text{ kg} = 2.040.000 \text{ kg}$ ou **2.040 t**

Quadro 6 – Produção total de resíduos da produção de cera de carnaúba (t)

TIPOS DE RESÍDUOS	PESO (t)
Baganas sem pó cerífero	15.900
Talos cortados	7.650
Folhas secas basais	4.720
Talos das folhas secas basais	2.040
Total / ano	30.310 t

Elaboração da autora.

A biofábrica que está sendo instalada no *Campus* Ipanguaçu do IFRN terá capacidade para produzir 400 t de briquete/mês, o que significa uma produção anual de 4.800t. Para produzir essa quantidade de briquete é necessário processar 5.760 t de matéria-prima, considerando uma perda de 20%. Logo, a quantidade disponível de resíduos de palha de carnaúba é suficiente para alimentar anualmente cinco fábricas com o mesmo padrão de produção.

5.6 A UTILIZAÇÃO DE CAPIM-ELEFANTE COMO MATÉRIA-PRIMA COADJUVANTE PARA A PRODUÇÃO DE BRIQUETES NA REGIÃO DO BAIXO-AÇU

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach) é uma das mais importantes gramíneas do mundo por sua larga utilização como forrageira de grande valor nutritivo para os rebanhos, sobretudo de bovinos. É originária da África, mas encontra-se difundida em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, inclusive no Brasil. A razão do seu uso generalizado para alimentação animal deve-se ao fato de a gramínea apresentar, ao mesmo tempo, uma alta produtividade e um baixo custo de produção no campo em relação a outras espécies (CARVALHO *et al.*, 1997).

Foi exatamente a alta produtividade do capim-elefante, que despertou o interesse de empresários e pesquisadores da área de energia em estudar a sua utilização para fins energéticos. Para se ter uma ideia desse potencial, pode-se comparar a produtividade da gramínea com a da árvore mais plantada no Brasil para produção de papel e celulose – o eucalipto: enquanto esta espécie fornece, em média, 7,5 toneladas de biomassa seca por hectare ao ano (podendo chegar a 20 toneladas nas melhores condições), o capim-elefante chega a alcançar até 80 toneladas em igual período, de acordo com comunicação oral do Pesquisador Dr. da Embrapa Solos, Engenheiro Agrônomo, Sílvio Roberto de Lucena Tavares. Outra vantagem da gramínea sobre a árvore para a produção de biomassa é o tempo de corte: de sete anos no mínimo para o eucalipto contra duas a quatro colheitas anuais para o capim-elefante, numa mesma área, por até 20 anos, depois dos quais é feita a renovação do plantio.

É verdade que o Baixo-Açu possui resíduos com boas características para adensamento em grande quantidade e, o que é melhor, disponibilizado já seco devido à alta insolação. Contudo, o capim-elefante é indicado para um uso secundário importante na produção de briquetes (TAVARES & SANTOS, 2012). A gramínea representa uma alternativa de matéria-prima no período de entressafra do pó cerífero e também nos anos em que a estação chuvosa se prolongar, impedindo assim a atividade extrativista do pó cerífero e, conseqüentemente, a produção de resíduos (palha) para alimentar a biofábrica.

Conforme já enumerado entre as vantagens comparativas do Baixo-Açu para a produção de biocombustíveis sólidos adensados, a existência de áreas irrigáveis

viabiliza a plantação de capim-elefante em grande escala para produção de bioenergia alimentar não apenas uma mas outras usinas de briquetes que se instalarem na região.

6 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BRIQUETES

Para embasar a o estudo de viabilidade econômica da instalação de uma usina de briquetagem na região do Baixo-Açu, este capítulo é dedicado à descrição do processo produtivo dos briquetes, tendo como parâmetro a fábrica Leneco, instalada às margens da BR 277, no município de Capitão Leônidas Marques, localizada a noroeste do Estado do Paraná, a 557 km da capital Curitiba (Fig. 23). A visita foi realizada nos dias 16, 17 e 18 de novembro de 2011, durante os quais o proprietário da empresa, Sr. Luís Carlos Vieira, repassou as informações técnicas e financeiras de sua fábrica relativas aos mais de dois anos de funcionamento. O motivo de esta fábrica ter sido escolhida como parâmetro é o fato de ela possuir os mesmos equipamentos e a mesma estrutura que se está montando na biofábrica de Ipanguaçu.

A Leneco funciona em um galpão de 1000m², erguido em um terreno de 12 mil m², cedido pela prefeitura do município; tem capacidade para produzir 22 toneladas/dia e cerca de 400 toneladas/mês de briquete, com 10 funcionários, que se revezam numa jornada de 16 horas, divididas em dois turnos, durante seis dias da semana.



Figura 37 – Fachada da fábrica Leneco (nov. de 2011). Foto da autora.

6.1 O PROCESSO PRODUTIVO DE BRIQUETES

A briquetagem consiste no adensamento de materiais ligno-celulósicos a elevadas pressões e temperaturas, provocando a plastificação da lignina, uma macromolécula presente em todos os vegetais, que funciona como aglomerante das partículas de biomassa. Durante o processo, os resíduos vegetais heterogêneos são moídos, secos e compactados de modo a se transformarem em biocombustíveis sólidos. Mas, apesar do apelo ecológico de se aproveitar resíduos para a fabricação de um combustível, poupando assim outros recursos naturais, vegetais e minerais, para a produção de energia, a produção dessa biomassa moderna de segunda geração nem sempre é viável economicamente.

Conforme já citado anteriormente, um dos maiores gargalos da produção de biocombustíveis adensados é a logística para aquisição de uma matéria-prima volumosa e pouco densa, o que exige muitos deslocamentos de caminhões para conseguir a quantidade de resíduos necessária à alimentação da biofábrica. Por essa razão, esses resíduos devem estar próximos o suficiente para não onerar os custos de transporte. Outra questão a ser examinada cuidadosamente é a concorrência dos briquetes com os demais combustíveis disponíveis no mercado estudado.

Ou seja: além de virtuoso por promover a recomposição vegetal local, o uso do briquete deve ser vantajoso para quem os fabrica e compra. Só assim a produção de biocombustíveis adensados poderá estimular a instalação de novas usinas, criando um *cluster* bioenergético, gerando novas oportunidades de emprego e renda, além de proporcionar o desenvolvimento sustentável das demais empresas locais.

No caso específico da região estudada, que dispõe de resíduos adensáveis em abundância (palha de carnaúba) e próximos da unidade fabril, o briquete surge como alternativa energética para os atuais consumidores de lenha e também como elemento mitigador do processo de desertificação. Porém, por ser um produto a ser utilizado como insumo em diversos processos industriais, a racionalidade e a eficiência na produção é fundamental para que o combustível seja produzido a preços competitivos no mercado a que se destina.

Dependendo do porte, da quantidade que se deseja produzir e das peculiaridades da matéria-prima a ser adensada as plantas de briquetagem podem diferir umas das outras. A seguir exemplificamos o processo de produção da Fábrica Leneco.

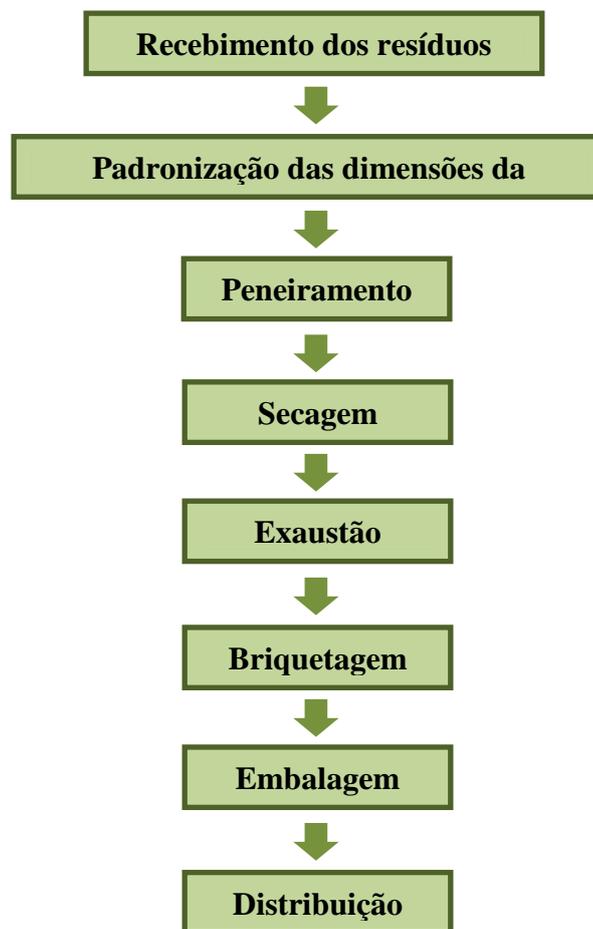


Figura38 – Fluxograma do processo de produção de briquetes

1º) Recepção dos resíduos no pátio e seleção daqueles que seguem direto para o peneiramento e dos que precisam ser triturados. Na fábrica do Paraná, 95% das matérias-primas utilizadas na produção de briquetes são os resíduos da forte indústria moveleira da região - serragem, cavacos e maravalhas de madeira, coletados num raio máximo de 150 km da fábrica, a um preço médio de R\$ 20,00 por metro cúbico; 5% são resíduos vegetais de podas urbanas - parte deles obtido através de uma parceria com a prefeitura a custo zero e outra parte comprados a um preço máximo de R\$ 5,00.



Figura 39– Os resíduos são separados no pátio conforme o tipo. Foto da autora.

2º) Peneiramento do material homogêneo - o material composto apenas por serragem é transportado pela primeira moega (peça de formato espiralado cuja função é transportar a matéria-prima de uma máquina para outra) para ser peneirado, evitando que qualquer material estranho ao processo de fabricação de briquetes seja conduzido ao secador, danificando-o.



Figura 40 - Os resíduos são empurrados pela moega (no chão) para a peneira e o moinho através da tubulação verde. Foto da autora.

3º) Cominuição e peneiramento - o material composto por elementos de tamanhos e composições diferentes (resíduos agrícolas, restos de poda etc) são levados pela moega até o moinho ou picador de martelo para serem triturados, homogeneizados e peneirados



Figura 41 –Detalhe da moega girando para conduzir os resíduos para a peneira . Foto da autora



Figura 42 - Moinho de martelo. Foto da autora.

4º) Secagem – depois do peneiramento a biomassa cai na segunda moega que a transporta para o secador rotativo – um tambor de 1, 8 m de diâmetro por 12 m de comprimento, que trabalha a velocidades variáveis, dependendo da umidade do material e com capacidade para secar 1.500 kg de resíduos por hora. O calor, de até 1000° C é gerado por um forno pirolítico alimentado continuamente pelos briquetes produzidos pela usina e também pelos resíduos segregados durante o peneiramento. O secador é equipado com um ímã para reter objetos de metal que por acaso tenham passado pela peneira. A movimentação da biomassa por seu interior é feito por pás que vão conduzindo a biomassa para o final do tambor, até o ciclone. Na velocidade máxima, o tempo entre a entrada e saída do material no secador, gira em torno de três minutos. A biomassa que entra no secador com umidade de até 50% vai para a exaustão com teor de água entre 8% e 10%. O teor de umidade ideal dos briquetes é de 8% (ROWELL, 1987, *apud* GENTIL, 2008).



Figura 43 – o resíduo moído é levado, através da tubulação verde, até o secador rotativo, alimentado pelo forno pirolítico (canto esq. da foto, assinalado com seta). Foto da autora.

5º) Exaustão – Na extremidade do secador fica localizado o ciclone, que tem a função tanto de levar o ar aquecido pela fornalha até a chaminé, como também de reduzir a temperatura da biomassa seca. Do exaustor a matéria-prima seca e ainda bem quente segue, através de uma esteira, para um silo seco, onde ficará armazenada até ser conduzida para briquetagem. A porta do silo é aberta pelo lado de fora para impedir que as partículas de matéria-prima secas fiquem em suspensão no interior da fábrica aumentando o risco de incêndio.



Figura 44 - O exaustor, localizado no final do secador rotativo. Foto da autora.



Figura 45 - Depósito de matéria seca que sai do exaustor. Foto da autora.

6º) Briquetagem – é na briquetadeira que ocorre o adensamento ligno-celulósico da matéria-prima, transformando-a em briquete. Trata-se de uma máquina equipada com um pistão de pressão a pulso. A matéria-prima seca é compactada a uma pressão média de 6 tf a 8 tf exercida por um pistão de 25kg e tensão de 90 kg/cm² a 145 kg/cm², que fazem com que a temperatura do material chegue a 150° C provocando a plastificação da lignina - uma macromolécula presente em todos os vegetais. Uma vez aquecida a altas temperaturas, ela forma a liga que permite a aglomeração das partículas, transformando pó de resíduos vegetais em biocombustíveis sólidos adensados. Os briquetes saem em linha, numa guia de dez metros de comprimento, ao final da qual estão com a temperatura em torno dos 60°, prontos para serem embalados.



Figuras 46 e 47– Detalhes da briquetadeira. À direita, a guia por onde saem os briquetes. Fotos da autora.

7º) Embalagem – A embalagem é feita logo no fim da guia por onde os briquetes saem. Na Leneco, apenas os briquetes grandes, em formato de troncos, são embalados em sacos de 5kg e 20kg, estocados em cima de um estrado para proteger os produtos da umidade do chão; os briquetes em forma de bolachas, são conduzidos, por esteira, para um silo externo instalado na parte de cima do galpão, com uma abertura na parte de baixo para facilitar o carregamento dos caminhões, feito direta e rapidamente, por gravidade. Os briquetes grandes, ensacados, são

vendidos a R\$ 340,00 a tonelada; os briquetes em bolacha são vendidos a granel por R\$ 270,00 a tonelada.



Figura 48 - Embalagem de 5kg para venda em supermercados. Foto da autora.



Figura 49 – Esteira para transportar briquetes em bolacha para o depósito externo. Ao fundo, briquetes embalados em sacos de 20 kg. Foto da autora



Figura 50 – briquetes fabricados em forma de bolacha. Foto da autora.

8º) Expedição e entrega - última etapa do processo de produção de briquete. No caso da Leneco, o carregamento do produto vendido a granel é feito com os caminhões estacionados embaixo do silo superior externo. Em poucos minutos os briquetes em bolacha enchem a carroceria, com economia de tempo e mão de obra. Já os briquetes vendidos em sacos são colocados manualmente nos caminhões estacionados no mesmo pátio onde é feita a entrega da matéria-prima.



Figura 51 – Silo externo superior com abertura no chão, para abastecer os caminhões estacionados embaixo. Foto da autora.

Ao final do processo produtivo, os resíduos entregues na fábrica úmidos, heterogêneos e com baixa densidade são transformados em biocombustíveis sólidos densos, livres de materiais estranhos e tóxicos e com as seguintes características físico-químicas:

Tabela 22 - Características físico-químicas do briquete da Leneco

PARÂMETROS	LENECO*	BRASIL**
Densidade aparente	1,18 g/cm ³	de 1 t/m ³ a 1,4 t/m ³
Umidade máxima	9,7%	8% a 10%
Poder Calorífico Superior	4.235 kcal/kg	4.300 kcal/kg a 4.800 kcal/kg
Teor de voláteis (980°C)	68,25%	81%
Teor de cinzas (850°C)	1,82%	1,2%
Carbono fixo	30,10%	18,8%

Fonte ^(*): Ind. e Com. de Briquetes Capitão Ltda (Leneco) - <http://www.leneco.com.br/>

Fonte ^(**): Gentil (2008).

Atualmente a Leneco tem quatro clientes fixos. Um deles – uma cooperativa de produtores rurais - consome 70 % da lenha ecológica produzida pela fábrica no beneficiamento de soja. O restante da produção é vendido em sacos de 30 kg a um hotel, uma panificadora, uma pizzaria e a uma lavanderia. A fábrica também atende a pedidos de oficinas de recauchutagem de pneus da região.

Ratificando Gentil (2008), os custos diretos mais impactantes no preço final dos briquetes produzidos pela Leneco são relacionados ao início e final da cadeia produtiva : os preços dos fretes da matéria-prima até o pátio da fábrica e os de entrega do produto final. É a própria empresa que faz a entrega aos clientes, num raio de até 180 km, apesar de esta distância ser considerada grande demais e onerar o produto. De acordo com o proprietário da usina, a distância máxima para garantir preços ainda competitivos ao briquete de madeira que ele produz é de 100 km.

7 ESTUDO DE VIABILIDADE DA INSTALAÇÃO DE DUAS FÁBRICAS- DE BRIQUETES NA REGIÃO DO BAIXO-AÇU

A proposta de investimento aqui analisada é da instalação de duas unidades de produção de briquetes à base de palha de carnaúba e/ou capim-elefante, com capacidade de produção de 400 toneladas/mês de briquetes, operando em dois turnos, seis dias na semana, com sete funcionários, além do proprietário.

A primeira fábrica é real; está sendo instalada no *Campus* Ipanguaçu do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), com o objetivo de estimular a formação de um *cluster* voltado à produção de lenha ecológica (briquete) para atender sobretudo às indústrias que compõem o polo ceramista do Baixo Açu, gerando ocupação e renda tanto para os trabalhadores que trabalham com o extrativismo do pó cerífero da palha de carnaúba quanto para os agricultores da região (Apêndice III).

Além de produzir os briquetes, a fábrica servirá de laboratório em escala real para pesquisa de outros materiais que possam compor *blends* diferentes de briquetes e de novas tecnologias de produção deste combustível. Esta unidade fabril denominamos, neste estudo, de *fábrica-escola* (Figura 50).



Figura 52 – Fábrica-escola de briquetes em construção no *Campus* Ipanguaçu do IFRN, dezembro de 2012. Foto da autora.



Figura 53 – Instalação das máquinas da fábrica-escola. Dezembro de 2012.
Foto da autora.



Figura 54– Sede administrativa da fábrica-escola. Foto da autora.



Figura 55 – *Campus* Ipanguaçu do IFRN. Foto da autora.

Por ser um projeto piloto, com caráter educacional e de desenvolvimento de pesquisas na área de biocombustíveis adensados e por ter sido construída com recursos de um programa financiado por uma empresa estatal, a fábrica-escola possui algumas peculiaridades que impactam o seu fluxo de caixa, negativamente. Esses impactos reduzem seu grau de viabilidade econômica, exigindo uma imobilização de capital maior do que o estritamente necessário para uma fábrica de briquetes comum funcionar.

Assim, nesse capítulo será analisada a viabilidade econômico-financeira de uma fábrica de briquetes privada, com idêntica capacidade de produção da fábrica-escola, apenas com um projeto de engenharia mais enxuto, executado em um local menos valorizado e sem necessidade de intervenções físicas no terreno. Esta segunda unidade fabril será denominada *fábrica x*, para diferenciá-la da primeira.

Antes de se adentrar nos aspectos da viabilidade dos dois empreendimentos acima, há se que considerar peculiaridades econômicas, geográficas e climáticas às quais estão submetidas a fábrica do Paraná, que serviu de parâmetro para este estudo, e a fábrica-escola instalada em pleno semiárido potiguar. Algumas adaptações no processo produtivo foram feitas de modo a torná-lo viável para os dois tipos de empreendimento que se pretende analisar e comparar. As diferenças mais relevantes entre os dois processos de produção são:

- a) Em vez de serragem, 80% da matéria-prima da usina potiguar a ser utilizada na briquetagem é a palha da carnaúba – resíduo da produção de pó cerífero, utilizado na fabricação da cera de carnaúba. O pó cerífero é extraído na microrregião do Vale do Açu. Portanto, os resíduos que serão usados como matéria-prima principal dos briquetes estão disponíveis num raio de 30 km a 150 km da fábrica-escola. As biomassas complementares são o capim-elefante e os restos de podas urbanas e da fruticultura irrigada. Como o fornecimento dos restos de podas depende de parcerias com as prefeituras da região e das empresas agrícolas, ele não está sendo considerado nesse estudo. Portanto, para efeitos desse estudo considera-se apenas o capim-elefante como matéria-prima secundária a ser usada numa proporção de 20% no *blend* do briquete. Esta opção visa a uma projeção de custo de produção mais alta para que se tenha uma análise mais conservadora e segura do investimento. Em condições ideais deve-se usar a maior quantidade

possível de palha de carnaúba e de outras biomassas mais baratas do que o capim-elefante plantado para produzir o briquete pelo menor preço possível, porém com sustentabilidade.

- b)** Como a palha de carnaúba é disponibilizada com baixo teor de umidade, não precisará passar pelo secador rotativo. Não precisará também ser cominuída, pois a granulometria com que é entregue permite a briquetagem direta. O moinho só seria utilizado para redução das granulometrias do capim-elefante e das eventuais podas de árvores urbanas e frutíferas. A redução da operação de secagem e de cominuição da matéria-prima significam uma economia superior a 50% no consumo de energia elétrica em relação à fábrica paranaense, o que é extremamente relevante, haja vista que a operação de secagem representa 78,62% do total de energia de todo o processo fabril.
- c)** Apesar de ser ideal para o carregamento dos briquetes vendidos a granel, por questões de orçamento, nem a esteira transportadora (Fig.37) nem o silo superior externo (Fig. 39) constam do projeto inicial da fábrica-escola de Ipanguaçu, podendo ser incluídos num outro momento do empreendimento.
- d)** Diferentemente da realidade em que está inserida a Fábrica Leneco, no Paraná, que entrega seus produtos a até 150 km de distância, as fábricas de Ipanguaçu dispõem de compradores em potencial do briquete na própria vizinhança. Somente as indústrias de cerâmica vermelha da região compõem um mercado consumidor 17 vezes maior do que a capacidade de produção da biofábrica. Conseqüentemente, a maior distância a ser percorrida pelo caminhão de entrega da biofábrica seria de 32 km, até o município de Pendências.

Para analisar a viabilidade econômico-financeira da instalação de uma fábrica de briquetes na região do Baixo Açu são considerados os dados relativos aos investimentos

feitos na sua instalação e às expectativas de entradas e saídas que compõem o fluxo de caixa do futuro empreendimento.

7.1 INVESTIMENTOS EM CAPITAL FIXO E CAPITAL DE GIRO

De acordo com Chiavenato (2008), o capital de uma empresa pode ser classificado em dois tipos, quanto à sua utilização : o capital fixo e o capital de giro, também chamado de capital circulante.

O capital fixo é composto por elementos com caráter de permanência superior a um ano, que não desaparece num único ciclo de exploração. Excetuando-se as aplicações financeiras de médio e longo prazos, não sujeitas a amortizações, em geral – e ao contrário do capital circulante - o capital fixo de uma entidade vai desaparecendo contabilisticamente à medida que lhe vão sendo aplicadas taxas de depreciação como forma de traduzir o normal desgaste resultante do decorrer do tempo.

Além dos investimentos financeiros, o capital fixo engloba três tipos de imobilizações: corpóreas (ex: terrenos, edifícios, equipamentos básicos, de transporte e administrativos, ferramentas e utensílios etc); incorpóreas (ex: despesas com instalação, com planos de negócios, projetos, direitos de propriedade industrial etc) e imobilizações em curso (ex: obras e adiantamentos relativos a elementos do ativo fixo ainda não completamente executados).

Quanto ao capital de giro, ele representa o *quantum* de dinheiro de que a empresa necessita para movimentar os negócios. Envolve as chamadas contas circulantes da empresa, incluindo os ativos circulantes (ex: caixa, títulos negociáveis, duplicatas a receber e estoques) e passivos circulantes (ex: duplicatas e títulos a pagar, além de despesas provisionadas a pagar, como salários, contas e juros a pagar).

Como se destinam a cobrir as despesas cotidianas da empresa, os investimentos de capital de giro são sempre efetuados a curto prazo, em um exercício social, que na maioria das empresas corresponde a um ano (CHIAVENATO, 2008)

Chiavenato (2008) subdivide o capital de giro em dois grupos:

- Capital de giro bruto – constituído pelos seguintes itens: disponibilidades financeiras (em caixas e em bancos); investimentos temporários; contas a receber e estoque (de matérias-primas e produtos acabados);

- Capital de giro líquido – compreende a parte do capital de giro livre de compromissos de curto prazo.

A administração do capital de giro é tão melhor quanto mais ela conseguir garantir um bom nível de capital circulante líquido (CHIAVENATO, 1980).

7.1.1 Investimentos de capital fixo da fábrica-escola

Todos os investimentos em capital fixo da biofábrica (veja Tabela 23) de Ipanguaçu foram feitos pelo Programa Petrobras Ambiental. Logo, os valores apresentados são os que foram efetivamente gastos, não sendo necessário fazer estimativas.

Os investimentos em capital de giro (veja Tabela 24) são de responsabilidade da empresa que vencer o processo seletivo para incubação no IFRN. Eles foram estimados de acordo com informações sobre valores de salários e outros custos na própria região e suficientes para cobrir dois meses de funcionamento da usina. No capital de giro estão incluídos também a depreciação das máquinas e o pagamento de royalties ao Instituto Federal como contrapartida pelo uso de suas instalações e pelos investimentos feitos pela Instituição na fábrica.

Também não poderia faltar no investimento em capital de giro a provisão para compra de biomassa tanto para a produção dos briquetes em si como para uso como combustível no processo de secagem (Quadro 8). Nesse estudo, a quantidade de biomassa necessária foi estimada de forma extremamente conservadora de forma a estudar a viabilidade do empreendimento nos piores cenários de desperdício e de uso no forno. Assim, a quantidade total de biomassa suficiente para produzir 400 toneladas/mês de briquetes foi calculada em 560 toneladas de biomassa. Das 160 toneladas excedentes, 80t (20%) servirão como combustível no forno pirolítico que gerará calor para o secador rotativo; as outras 80t (20%) são computadas como perdas durante o processo produtivo de acordo com o coordenador técnico do Projeto Caatinga Viva.

Como o mercado de venda de palha de carnaúba não existe na região, foram definidos cinco cenários nos quais a tonelada da matéria-prima é vendida a R\$ 15,00, R\$ 20,00, R\$ 25,00, R\$ 30,00 e R\$ 35,00, valores esses que estão dentro dos intervalos

de preços pagos por resíduos vegetais para os mais diversos fins no Brasil de uma forma geral, inclusive no Estado.

Já o preço do capim-elefante foi estimado em R\$ 80,00, tomando como base a produtividade da gramínea cultivada com manejo adequado e irrigação, segundo estimativa do Pesquisador Dr. Sílvio Tavares, da Embrapa Solos. Como o preço do capim-elefante é fixo, a cada variação do preço da palha de carnaúba, o custo com matéria-prima se altera, impactando o investimento em capital de giro conforme ilustra o quadro abaixo:

Quadro 7 – Custo de aquisição de matéria-prima

- Quantidade de matéria-prima = 6.720 t/ano
 - 5.376 t de palha de carnaúba (80%)
 - 1.344 t de capim-elefante (20%)
- Custo 1 (palha a R\$ 15,00/t e capim a R\$ 80,00/t) = R\$ 39,20/t
- Custo 2 (palha a R\$ 20,00/t e capim a R\$ 80,00/t) = R\$ 44,80/t
- Custo 3 (palha a R\$ 25,00/t e capim a R\$ 80,00/t) = R\$ 50,40/t
- Custo 4 (palha a R\$ 30,00/t e capim a R\$ 80,00/t) = R\$ 56,00/t
- Custo 5 (palha a R\$ 35,00/t e capim a R\$ 80,00/t) = R\$ 61,60/t

Foram estabelecidos também cinco preços de venda do produto ao consumidor: R\$ 250,00, R\$ 275,00, R\$ 300,00, R\$ 325,00 e R\$ 350,00, baseados nos preços mais comuns encontrados para a tonelada do produto no Rio Grande do Norte e em outros estados do País.

O objetivo do estabelecimento dos cenários diferentes para compra da palha de carnaúba e venda do produto foi obter matrizes de dados com valores de matéria-prima e de brique de dentro da faixa de preços praticados dentro e fora do Estado, visando à obtenção de modelos de regressões lineares para modelar e investigar a relação entre estas variáveis (compra e venda) e o resultado financeiro do empreendimento. Desta maneira, é possível obter previsões sobre o comportamento financeiro em qualquer cenário de compra da matéria-prima (biomassa) e venda do produto (brique).

Tabela 23 – Investimentos em capital fixo e de giro da fábrica-escola

INVESTIMENTOS	VALOR
Terreno de 1.600 m ²	50.000,00
Aterro do terreno	33.328,00
Construção do galpão de 900 m ²	338.000,00
Escritório de 132 m ²	66.000,00
Bases de concreto das máquinas	112.000,00
Máquinas*	745.100,00
Frete das máquinas	42.000,00
Montagem industrial + teste	30.000,00
Instalação elétrica industrial	65.521,00
Equipamentos, móveis e utensílios para escritório	6.600,00
Plano de negócios	10.000,00
Projeto de engenharia	5.000,00
Projeto elétrico	5.000,00
Despesas com abertura de empresa	2.000,00
Capital de giro (2 meses)	de 156.117,16 (palha a R\$ 15,00/t e briquete a R\$ 250,00) a 183.253,16 (palha a R\$ 35,00/t e briquete a R\$ 350/t)
INVESTIMENTO TOTAL	de R\$ 1.666.666,16 a R\$ 1.693.802,16

*O detalhamento dos preços das máquinas está no Apêndice IV.

Tabela 24 – Composição do capital de giro da fábrica-escola (R\$/mês)

ITENS	VALORES
1 – Despesas administrativas	20.107,33
Manutenção	5.000,00
Energia, água e telefone	2.500,00
Internet	70,00
Seguro	325,00
Material de escritório	200,00
Viagens e treinamentos	200,00
Royalties IFRN	3.104,00
Depreciação	6.208,33
Pró-labore diretor	2.500,00
2 – Equipe própria e terceirizado	9.411,25
3 – Matéria-prima*	15.680,00 a 24.640,00
4 – Frete	24.000,00
5 – Impostos**	8.860,00 a 13.468,00
TOTAL	de 78.058,58 a 91.626,58

* Em função do preço da tonelada da palha de carnaúba

** Em função do preço de venda do briquete, que impacta o faturamento bruto.

7.1.2 Investimentos em capital fixo e capital de giro na fábrica de briquetes x

No projeto da fábrica x, alguns investimentos de capital fixo são reduzidos: entre eles está o terreno para instalação da planta industrial: o terreno da fábrica-escola pertence à União e foi avaliado em R\$ 50 mil. Está localizado dentro do *Campus* Ipanguaçu do IFRN, à margem da RN- 118, numa área valorizada pela proximidade da BR-304. Por causa das condições constitutivas do solo, foi necessário aterrál-lo, encarecendo o empreendimento em mais de R\$ 30 mil. Contudo, é possível encontrar na região terrenos das mesmas dimensões, sem necessidade de aterro, por valores em torno de R\$ 10 mil.

Outro custo reduzido substancialmente é o de construção do galpão: na fábrica-escola ele possui um vão livre de 20 m, que exige uma estrutura para sustentação da cobertura (tesouras) maior do que se houvesse pilares para dividir o peso do teto, gerando uma economia de até 30%.

A fábrica-escola possui o setor administrativo fora do galpão, instalado numa casa de 132 m², construída num terreno ao lado para outros fins do Instituto Federal, mas que acabou incorporada ao novo empreendimento. A construção foi avaliada pelo Instituto em R\$ 66 mil, outro custo que foi retirado do projeto da fábrica x. Seguindo o exemplo da Leneco, no Paraná, o setor administrativo poderia ser instalado num setor do galpão, ocupando uma área de aproximadamente 50 m² e incluído nos custos de construção do mesmo.

Devido à existência de um mercado comprador, com potencial para absorver até 21 fábricas de igual porte aos empreendimentos aqui analisados, admitiu-se um capital de giro para um mês e não para dois meses, conforme o estipulado para a fábrica-escola, com o objetivo de reduzir, ao máximo os investimentos em capital (veja Tabela 25). Do capital de giro foi retirado também o gasto com o pagamento de *royalties* ao IFRN que diz respeito somente à fábrica-escola (veja Tabela 26).

Tabela 25 – Investimentos em capital fixo e de giro - fábrica x

INVESTIMENTOS	VALORES
Terreno de 1.600 m ²	10.000,00
Construção do galpão de 900 m ²	236.600,00
Bases de concreto das máquinas	112.000,00
Máquinas*	745.100,00
Frete das máquinas	42.000,00
Montagem industrial + teste	30.000,00
Instalação elétrica industrial	65.521,00
Equipamentos, móveis e utensílios para escritório	6.600,00
Plano de negócios	10.000,00
Projeto de engenharia	5.000,00
Projeto elétrico	5.000,00
Despesas com abertura de empresa	2.000,00
Capital de giro (1 mês)**	de 74.954,58 (palha a R\$ 15,00/t e venda do briquete a R\$ 250,00) a 88.522,58 (palha a R\$ 35,00/t e venda do briquete a R\$ 350/t)
INVESTIMENTO TOTAL	de R\$ 1.344.775,58 a R\$ 1.358.353,58

*O detalhamento dos preços de cada uma das máquinas está no Apêndice IV.

**Foram subtraídos R\$ 3.104,00 relativos aos royalties que a empresa incubada que irá gerenciar a fábrica-escola irá pagar ao IFRN.

Tabela 26 – Composição do capital de giro da fábrica x (R\$/mês)

ITENS	VALORES
1 – Despesas administrativas	20.107,33
Manutenção	5.000,00
Energia, água e telefone	2.500,00
Internet	70,00
Seguro	325,00
Material de escritório	200,00
Viagens e treinamentos	200,00
Depreciação	6.208,33
Pró-labore diretor	2.500,00
2 – Equipe própria e terceirizado	9.411,25
3 – Matéria-prima*	15.680,00 a 24.640,00
4 – Frete	24.000,00
5 – Impostos**	8.860,00 a 13.468,00
TOTAL	de 74.954,58 a 88.522,58

* Em função do preço da tonelada da palha de carnaúba

** Em função do preço de venda do briquete, que impacta o faturamento bruto.

7.2 CUSTOS DE PRODUÇÃO E FLUXO DE CAIXA

Os ativos circulantes que fazem parte do capital fixo da empresa giram até se transformarem em dinheiro, num ciclo de operações que varia de uma empresa para outra, dependendo da natureza de seus negócios. A esse ciclo dá-se o nome de ciclo de caixa. Para se fazer as previsões e o controle de gastos utiliza-se o fluxo de caixa, uma ferramenta usada para o controle financeiro das firmas (CHIAVENATO, 1980).

O fluxo de caixa permite visualizar todas as entradas e saídas de valores, em um dado período de uma organização. O fluxo de caixa é composto pelos dados obtidos dos controles de contas a pagar, a receber, de vendas, de despesas, de saldos de aplicações, além de todos os outros elementos que representem as movimentações financeiras da firma, permitindo à empresa planejar melhor suas ações futuras ou acompanhar o seu desempenho.

Como entradas no fluxo de caixa de uma fábrica compreende-se as receitas obtidas com as vendas dos produtos fabricados por ela, os empréstimos bancários, o capital dos sócios e todos os outros valores que vierem a se somar aos ativos circulantes da empresa; são classificadas como saídas no fluxo de caixa os pagamentos a fornecedores, salários e encargos dos funcionários, impostos, gastos com matéria-prima e insumos, impostos etc (BERNARDI, 2011).

Para serem viáveis economicamente as firmas precisam maximizar seus resultados na atividade produtiva. Isso pode acontecer de duas formas: através da maximização da produção para um dado custo total ou através da minimização do custo total para uma dada produção. Assim sendo os Custos Totais de Produção (CT) formam o conjunto das despesas realizadas pela empresa para produzir uma determinada quantidade de produtos. Esses custos são divididos em Custos Fixos Totais (CFT) e Custos Variáveis Totais (CVT) (CHIAVENATO, 1980).

$$CT = CFT + CVT \quad [1]$$

Para que o administrador de uma empresa possa calcular o preço de venda de um produto ou serviço é fundamental que ele calcule o seu Custo Total Unitário (CTU). A partir dele será definida a margem de lucro que será aplicada e, conseqüentemente o preço de venda do produto. O CTU consiste na razão entre o Custo Total de Produção e a quantidade produzida de um bem (Q).

$$CTU = CT/Q \quad [2]$$

Os CFTs são aqueles com os quais a empresa deve arcar para funcionar, independentemente da produção (ex: alugueis, salários, etc). Os Custos Fixos Totais equivalem à diferença entre os Custos Totais e os Custos Variáveis Totais.

$$CFT = CT - CVT \quad [3]$$

Para saber o quanto cada unidade produzida deve contribuir para pagamento de todos os custos fixos da empresa, é necessário calcular o Custo Fixo Unitário do produto, que é a razão entre os Custos Fixos Totais e a quantidade produzida de bens produzida.

$$CFU = CFT/Q \quad [4]$$

Os CVTs compõem a parcela dos custos totais que estão intimamente ligados à produção e que, por isso, variam conforme o volume produzido. Equivalem à diferença entre os Custos Totais de Produção e os Custos Fixos Totais.

$$CVT = CT - CFC \quad [5]$$

Para saber o quanto cada unidade produzida contribui para a formação de todos os custos variáveis da empresa, é necessário calcular o Custo Variável Unitário do produto, que é a razão entre os Custos Variáveis Totais e a quantidade produzida de bens.

$$CVU = CVT/Q \quad [6]$$

7.2.1 Custos de produção da fábrica-escola de briquetes

O Custo Fixo Total da fábrica-escola foi estimado em R\$ 28.843,63; o Custo Variável Total ficou entre R\$ 48.500,00 e R\$ 62.108,00, dependendo dos preços da

matéria-prima e dos impostos; o Custo Total Unitário ficou entre R\$ 193,45 e R\$ 227,10 devido às variações do CVT (veja Tabela 27).

Tabela 27 – Custos fixos e variáveis mensais da fábrica-escola²

CUSTOS FIXOS		CUSTOS VARIÁVEIS	
Manutenção	R\$ 5.000,00	Frete	R\$ 24.000,00
Seguro	R\$ 325,00	Impostos*	R\$ 8.860,00 (venda a R\$ 250,00/t) R\$ 9.845,00 (venda a R\$ 275,00/t) R\$ 10.740,00 (venda a R\$ 300,00/t) R\$ 12.389,00 (venda a R\$ 325,00/t) R\$ 13.468,00 (venda a R\$ 350,00/t)
Energia, água e telefone	R\$ 2.500,00	Matéria-prima	R\$ 15.680,00 (palha a R\$ 39,20/t) R\$ 17.920,00 (palha a R\$ 44,80/t) R\$ 20.160,00 (palha a R\$ 50,40/t) R\$ 22.400,00 (palha a R\$ 56,00/t) R\$ 24.640,00 (palha a R\$ 61,60/t)
Internet	R\$ 70,00		
Material de escritório	R\$ 200,00		
Viagens e treinamentos	R\$ 200,00		
Depreciação	R\$ 6.208,33		
Royalties	R\$ 3.104,00		
Pró labore diretor	R\$ 2.500,00		
Mão de obra administrativa (incluindo terceirizado)	R\$ 2.913,41		
Total	R\$23.020,74	Total **	R\$ 55.037,84 a R\$ 68.645,84
CFU	R\$ 57,55	CVU	R\$ 137,59 a R\$ 171,61
CUSTOS TOTAIS = R\$ 78.058,58 a R\$ 91.626,58			
CUSTO TOTAL UNITÁRIO (t) = R\$ 195,14 A R\$ 229,06			

* Alíquotas do Simples sobre o faturamento de 8,86%, 9,85%, 9,53% e 9,62%.

** Custo Variável Total com o menor imposto e menor valor de matéria-prima e com maior imposto e maior valor de matéria-prima.

As pesquisas de campo realizadas na região do Baixo Açu, a consulta à literatura disponível sobre briquetagem (GENTIL, 2008; SERRANO, 2009; EMBRAPA AGROENERGIA, 2012; ROSSILO-CALLE, 2004) e o processamento dos 25 tratamentos dos fluxos de caixa comprovaram que o custo do transporte da matéria-prima e do produto acabado é o que tem o maior peso isoladamente na composição de preços dos biocombustíveis adensados. No caso da fábrica-escola de Ipanguaçu, ele representa em média 28,38% (a categoria despesas administrativas participa com 34,89 % porque nela estão incluídos todos os outros gastos da fábrica).

² Neste estudo está-se considerando uma produção constante de 400 t/mês de briquetes, à qual corresponde uma despesa média mensal de R\$ 2.450,00 de água e energia. Por isso, apesar de serem normalmente classificados como custos variáveis, os gastos com esses dois insumos foram aqui incluídos entre os custos fixos, juntamente com as despesas de telefone, totalizando R\$ 2.500,00. Já as despesas com matéria-prima e mão-de-obra fabril são classificadas como custos variáveis, porém nesse estudo está-se pressupondo uma produção constante, o que dá a essas despesas um caráter de custo fixo.

O custo do transporte de matéria-prima e de briquetes para distâncias de 0 a 50 km foi calculado, conservadoramente, em R\$ 30,00, tomando como base o valor estipulado para o frete de farelo a granel da Secretaria da Receita Pública do Estado do Mato Grosso (2011) e dos preços de frete praticados na região. De modo que se estima um gasto de R\$ 60,00 com o transporte da tonelada da matéria-prima para a fábrica, e da tonelada do produto acabado da fábrica ao consumidor.

Além do frete, outro custo importante é o de aquisição da matéria-prima que participa em média com 23,70% do total de custos da fábrica, mas podendo ultrapassar 28% dependendo do preço de venda da palha de carnaúba, mantendo-se o preço do capim-elefante constante.

O peso de cada uma das despesas no custo total de produção de briquetes na fábrica instalada no *Campus* Ipanguaçu do IFRN está discriminado na Tabela 28, que contém um resumo do fluxo de caixa dos 25 tratamentos elaborados a partir dos cinco cenários definidos para preço da tonelada de matéria-prima e preço de venda da tonelada do produto acabado.

Ao se observar as colunas com a participação percentual de cada um dos custos de produção dividida em cinco subgrupos, pode-se comprovar que intergrupalmente a cada elevação do preço da matéria-prima (tratamentos 1, 6, 11, 16 e 21) o peso das demais despesas diminui. Porém, intragrupalmente percebe-se o aumento da participação dos impostos sobre o faturamento (ex: tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5).

A rubrica “despesas administrativas” apresenta uma maior participação em relação aos custos totais, por nela estar incluída uma série de custos (despesas administrativas propriamente ditas, salários e gastos com pessoal terceirizado). Assim sendo, tomados isoladamente, os maiores custos da produção de briquetes são os de transporte da matéria-prima e do produto acabado (frete), que vai de 26,19% a 30,75%, e o de aquisição da matéria-prima, que chega a 28,32% no tratamento 21.

Tabela 28 - Fluxos de caixa da fábrica-escola de Ipanguaçu

N°	Tratamento		RECEITAS BRUTAS	CUSTOS TOTAIS	LUCRO LÍQUIDOS	CUSTOS ABSOLUTOS ANUAIS				CUSTOS RELATIVOS ANUAIS				OBS*	
	Compra	Venda				R\$				%					
	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	BIOMASSA	FRETE	ADMINIST.	IMPOSTO	BIOMASSA	FRETE	ADMINIST.	IMPOSTO		
1	39,20	250,00	1.200.000,00	936.703,04	264.376,96	188.160,00	288.000,00	354.223,04	106.320,00	20,09	30,75	37,82	11,35	100,00	
2	39,20	275,00	1.320.000,00	948.523,04	371.476,96	188.160,00	288.000,00	354.223,04	118.140,00	19,84	30,36	37,34	12,46	100,00	
3	39,20	300,00	1.440.000,00	959.263,04	480.739,96	188.160,00	288.000,00	354.223,04	128.880,00	19,62	30,02	36,93	13,44	100,00	
4	39,20	325,00	1.560.000,00	979.051,04	580.948,96	188.160,00	288.000,00	354.223,04	148.668,00	19,22	29,42	36,18	15,18	100,00	
5	39,20	350,00	1.680.000,00	991.985,34	688.014,66	188.160,00	288.000,00	354.223,04	161.616,00	18,97	29,03	35,71	16,29	100,00	
6	44,80	250,00	1.200.000,00	963.583,04	236.416,96	215.040,00	288.000,00	354.223,04	106.320,00	22,32	29,89	36,76	11,03	100,00	
7	44,80	275,00	1.320.000,00	975.403,04	344.596,96	215.040,00	288.000,00	354.223,04	118.140,00	22,05	29,53	36,32	12,11	100,00	
8	44,80	300,00	1.440.000,00	986.143,04	453.856,96	215.040,00	288.000,00	354.223,04	128.880,00	21,81	29,20	35,92	13,07	100,00	
9	44,80	325,00	1.560.000,00	1.005.931,04	554.068,96	215.040,00	288.000,00	354.223,04	148.668,00	21,38	28,63	35,21	14,78	100,00	
10	44,80	350,00	1.680.000,00	1.018.879,04	661.120,96	215.040,00	288.000,00	354.223,04	161.616,00	21,11	28,27	34,77	15,86	100,00	
11	50,40	250,00	1.200.000,00	990.463,04	209.536,96	241.920,00	288.000,00	354.223,04	106.320,00	24,42	29,08	35,76	10,73	100,00	
12	50,40	275,00	1.320.000,00	1.002.283,04	317.716,96	241.920,00	288.000,00	354.223,04	118.140,00	24,14	28,73	35,34	11,79	100,00	
13	50,40	300,00	1.440.000,00	1.013.023,04	426.936,96	241.920,00	288.000,00	354.223,04	128.880,00	23,88	28,43	34,97	12,72	100,00	
14	50,40	325,00	1.560.000,00	1.032.799,64	527.200,36	241.920,00	288.000,00	354.223,04	148.668,00	23,42	27,89	34,30	14,39	100,00	
15	50,40	350,00	1.680.000,00	1.045.759,04	634.240,96	241.920,00	288.000,00	354.223,04	161.616,00	23,13	27,54	33,87	15,45	100,00	
16	56,00	250,00	1.200.000,00	1.017.343,04	182.656,96	268.800,00	288.000,00	354.223,04	106.320,00	26,42	28,31	34,82	10,45	100,00	
17	56,00	275,00	1.320.000,00	1.029.163,04	290.836,96	268.800,00	288.000,00	354.223,04	118.140,00	26,12	27,98	34,42	11,48	100,00	
18	56,00	300,00	1.440.000,00	1.039.903,04	400.096,96	268.800,00	288.000,00	354.223,04	128.880,00	25,85	27,69	34,06	12,39	100,00	
19	56,00	325,00	1.560.000,00	1.059.691,04	500.308,96	268.800,00	288.000,00	354.223,04	148.668,00	25,37	27,18	33,43	14,03	100,00	
20	56,00	350,00	1.680.000,00	1.072.639,04	607.360,96	268.800,00	288.000,00	354.223,04	161.616,00	25,06	26,85	33,02	15,07	100,00	
21	61,60	250,00	1.200.000,00	1.044.223,04	156.856,96	295.680,00	288.000,00	354.223,04	106.320,00	28,32	27,58	33,92	10,18	100,00	
22	61,60	275,00	1.320.000,00	1.056.043,04	263.956,96	295.680,00	288.000,00	354.223,04	118.140,00	28,00	27,27	33,54	11,19	100,00	
23	61,60	300,00	1.440.000,00	1.066.783,04	373.216,96	295.680,00	288.000,00	354.223,04	128.880,00	27,72	27,00	33,20	12,08	100,00	
24	61,60	325,00	1.560.000,00	1.086.571,04	473.428,96	295.680,00	288.000,00	354.223,04	148.668,00	27,21	26,51	32,60	13,68	100,00	
25	61,60	350,00	1.680.000,00	1.099.505,34	580.494,66	295.680,00	288.000,00	354.223,04	161.616,00	26,89	26,19	32,22	14,70	100,00	
										Média =	23,69	28,37	34,90	13,04	

Os custos unitários totais de produção, nos 25 tratamentos elaborados a partir da combinação dos cinco cenários de preço de matéria-prima e preço de venda ficaram entre R\$ 195,00 e R\$ 229,06 (veja Tabela 29). Segundo Gentil (2008), o custo de produção de uma tonelada de briquete de madeira em uma fábrica-piloto foi de R\$ 265,00; Alakangas (2002) encontrou valores entre € 84/t e €90/t (R\$ 223,30 e R\$ 239,24) e Zakrisson (2002), de € 61 (R\$ 162,15); Rosário (2011) estudou os custos de produção de briquetes de madeira, vendidos a R\$ 300,00/t. Nos *sites* de venda *online* de produtos agropecuários constatou-se a oferta de briquetes entre R\$ 300,00 e R\$ 450,00; no município de Parelhas, no Rio Grande do Norte, a cerâmica Bela Vista produz briquetes e os vende na região a R\$ 360,00.

A Tabela 29 mostra também os percentuais de lucro líquido sobre o preço de venda por tonelada de briquete, considerando todas as situações de preço da matéria-prima e do produto. Observa-se que, para um mesmo preço da matéria-prima, o percentual de lucro acompanhou o aumento dos preços de venda, mesmo com a incidência de impostos sobre o faturamento. O menor lucro líquido apresentado foi de 12,98% para a tonelada de briquete com o maior custo de matéria-prima (R\$ 61,60/t) e menor preço de venda (R\$ 250,00); o maior foi de 40,95% para a situação inversa – menor custo da matéria-prima (R\$ 39,20) e maior preço de venda (R\$ 350,00).

Tab. 29 – Lucro líquido da tonelada de briquete na fábrica-escola

TRAT.	CTU (R\$/t)	PREÇO BRIQUETE (R\$/t)	LUCRO (R\$)	LUCRO %
1	195,14	250,00	54,86	21,6
2	197,60	275,00	77,40	28,14
3	199,84	300,00	100,16	33,38
4	203,96	325,00	121,04	37,24
5	206,66	350,00	143,34	40,95
6	200,75	250,00	49,25	19,70
7	203,20	275,00	71,80	26,10
8	205,44	300,00	94,56	31,52
9	209,56	325,00	115,44	35,52
10	212,26	350,00	137,74	39,35
11	206,34	250,00	43,66	17,46
12	208,80	275,00	66,20	24,07

continua

Tabela 29 – Lucro líquido da tonelada de briquete na fábrica-escola

(continuação)

TRAT.	CTU (R\$/t)	PREÇO BRIQUETE (R\$/t)	LUCRO (R\$)	LUCRO %
13	211,04	300,00	88,96	29,65
14	215,16	325,00	109,84	33,79
15	218,39	350,00	131,61	37,60
16	211,94	250,00	38,06	15,22
17	214,40	275,00	60,60	22,03
18	216,64	300,00	83,36	27,78
19	220,76	325,00	104,24	32,07
20	223,46	350,00	126,54	36,15
21	217,54	250,00	32,46	12,98
22	220,00	275,00	55,00	20,00
23	222,24	300,00	77,76	25,92
24	226,36	325,00	98,64	30,35
25	229,06	350,00	120,94	34,55
MÉDIA			88,14	28,52

7.2.2 Custos de produção da fábrica x

O Custo Fixo Total da fábrica x ficou em R\$ 26.414,58; o Custo Variável Total ficou entre R\$ 48.540,00 a R\$ 62.108,00; sem os gastos com o pagamento de royalties, o custo unitário total de produção passou do mínimo de R\$ 195,14 e máximo de R\$ 229,06 na fábrica-escola, para o mínimo de R\$ 187,38 e máximo de R\$ 221,30, na fábrica x (veja Tabela 30), numa redução média de 7,84% .

Tabela 30 – Custos fixos e variáveis da fábrica

CUSTOS FIXOS		CUSTOS VARIÁVEIS	
Manutenção	R\$ 5.000,00	Frete	R\$ 24.000,00
Seguro	R\$ 325,00	Impostos**	R\$ 8.860,00 (venda a R\$ 250,00/t)
			R\$ 9.845,00 (venda a R\$ 275,00/t)
			R\$ 10.740,00 (venda a R\$ 300,00/t)
			R\$ 12.389,00 (venda a R\$ 325,00/t)
			R\$ 13.468,00 (venda a R\$ 350,00/t)
Material de escritório	R\$ 200,00		R\$ 20.160,00 (palha a R\$ 50,40/t)
			R\$ 22.400,0 (palha a R\$ 56,00/t)
Viagens e treinamentos	R\$ 200,00		R\$ 24.640,00 (palha a R\$ 61,60/t)
Depreciação	R\$ 6.208,33		
Pró labore diretor	R\$ 2.500,00		
Mão de obra administrativa (incluindo terceirizado)	R\$ 2.913,41	Mão de obra fabril	R\$ 6.497,84
Total	R\$19.916,74	Total***	R\$ 55.037,84 a R\$ 68.645,84
CFU	R\$ 49,79	CVU	R\$ 137,59 a R\$ 171,61
CUSTOS TOTAIS = R\$ 74.954,58 a R\$ 88.522,58			
CUSTO TOTAL UNITÁRIO (t) = R\$ 187,38 a R\$ 221,30			

* Ver nota de rodapé da página 144

** Alíquotas do Simples sobre o faturamento de 8,86%, 9,85%, 9,53% e 9,62%.

*** Custo Variável Total com o menor imposto e menor valor de matéria-prima e com maior imposto e maior valor de matéria-prima.

A participação das despesas administrativas, com frete, matéria-prima e impostos no custo total de produção da fábrica x foram praticamente os mesmos daquelas verificadas na fábrica-escola (veja Tabela 31).

Tabela 31 - Fluxos de caixa da fábrica x

Nº	Tratamento		RECEITAS BRUTAS	CUSTOS TOTAIS	LUCRO LÍQUIDOS	CUSTOS ABSOLUTOS ANUAIS				CUSTOS RELATIVOS ANUAIS				OBS*
	Compra	Venda				R\$				%				
	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	BIOMASSA	FRETE	ADMINIST.	IMPOSTO	BIOMASSA	FRETE	ADMINIST.	IMPOSTO	
1	39,20	250,00	1.200.000,00	899.424,00	300.576,00	188.160,00	288.000,00	316.974,96	106.320,00	20,92	32,02	35,24	11,82	100,00
2	39,20	275,00	1.320.000,00	911.232,00	408.768,00	188.160,00	288.000,00	316.974,96	118.140,00	20,65	31,61	34,79	12,96	100,00
3	39,20	300,00	1.440.000,00	921.984,00	518.016,00	188.160,00	288.000,00	316.974,96	128.880,00	20,41	31,24	34,38	13,98	100,00
4	39,20	325,00	1.560.000,00	941.760,00	618.240,00	188.160,00	288.000,00	316.974,96	148.668,00	19,98	30,58	33,66	15,79	100,00
5	39,20	350,00	1.680.000,00	954.720,00	725.280,00	188.160,00	288.000,00	316.974,96	161.616,00	19,71	30,17	33,20	16,93	100,00
6	44,80	250,00	1.200.000,00	926.352,00	273.648,00	215.040,00	288.000,00	316.974,96	106.320,00	23,21	31,09	34,22	11,48	100,00
7	44,80	275,00	1.320.000,00	938.112,00	381.888,00	215.040,00	288.000,00	316.974,96	118.140,00	22,92	30,70	33,79	12,59	100,00
8	44,80	300,00	1.440.000,00	948.864,00	491.136,00	215.040,00	288.000,00	316.974,96	128.880,00	22,66	30,35	33,41	13,58	100,00
9	44,80	325,00	1.560.000,00	968.640,00	591.360,00	215.040,00	288.000,00	316.974,96	148.668,00	22,20	29,73	32,72	15,35	100,00
10	44,80	350,00	1.680.000,00	981.600,00	698.400,00	215.040,00	288.000,00	316.974,96	161.616,00	21,91	29,34	32,29	16,46	100,00
11	50,40	250,00	1.200.000,00	953.184,00	246.816,00	241.920,00	288.000,00	316.974,96	106.320,00	25,38	30,21	33,25	11,15	100,00
12	50,40	275,00	1.320.000,00	964.992,00	355.008,00	241.920,00	288.000,00	316.974,96	118.140,00	25,07	29,84	32,85	12,24	100,00
13	50,40	300,00	1.440.000,00	975.744,00	464.256,00	241.920,00	288.000,00	316.974,96	128.880,00	24,79	29,52	32,49	13,21	100,00
14	50,40	325,00	1.560.000,00	995.520,00	564.480,00	241.920,00	288.000,00	316.974,96	148.668,00	24,30	28,93	31,84	14,93	100,00
15	50,40	350,00	1.680.000,00	1.008.511,04	671.488,96	241.920,00	288.000,00	316.974,96	161.616,00	23,93	28,49	31,35	15,99	100,00
16	56,00	250,00	1.200.000,00	980.064,00	219.936,00	268.800,00	288.000,00	316.974,96	106.320,00	27,43	29,39	32,34	10,85	100,00
17	56,00	275,00	1.320.000,00	991.872,00	328.128,00	268.800,00	288.000,00	316.974,96	118.140,00	27,10	29,04	31,96	11,91	100,00
18	56,00	300,00	1.440.000,00	1.002.624,00	437.376,00	268.800,00	288.000,00	316.974,96	128.880,00	26,81	28,72	31,61	12,85	100,00
19	56,00	325,00	1.560.000,00	1.022.400,00	537.600,00	268.800,00	288.000,00	316.974,96	148.668,00	26,29	28,17	31,00	14,54	100,00
20	56,00	350,00	1.680.000,00	1.035.360,00	644.640,00	268.800,00	288.000,00	316.974,96	161.616,00	25,96	27,82	30,61	15,61	100,00
21	61,60	250,00	1.200.000,00	1.006.944,00	193.056,00	295.680,00	288.000,00	316.974,96	106.320,00	29,36	28,60	31,48	10,56	100,00
22	61,60	275,00	1.320.000,00	1.018.752,00	301.248,00	295.680,00	288.000,00	316.974,96	118.140,00	29,02	28,27	31,11	11,60	100,00
23	61,60	300,00	1.440.000,00	1.029.504,00	410.496,00	295.680,00	288.000,00	316.974,96	128.880,00	28,72	27,97	30,79	12,52	100,00
24	61,60	325,00	1.560.000,00	1.049.280,00	510.720,00	295.680,00	288.000,00	316.974,96	148.668,00	28,18	27,45	30,21	14,17	100,00
25	61,60	350,00	1.680.000,00	1.062.240,00	617.760,00	295.680,00	288.000,00	316.974,96	161.616,00	27,84	27,11	29,84	15,21	100,00
Média =										23,70	28,38	34,89	13,04	

A redução nos custos provocou aumentos do lucro líquido de 2,65 pontos percentuais em média (veja Tabela 32).

Tabela 32 – Lucros líquidos da tonelada de briquete da fábrica x

TRAT.	CTU (R\$)	PREÇO BRIQUETE (R\$/t)	LUCRO %
1	187,38	250,00	25,05
2	189,84	275,00	30,97
3	192,08	300,00	35,97
4	196,20	325,00	39,63
5	198,90	350,00	43,17
6	192,99	250,00	22,80
7	195,44	275,00	28,93
8	197,68	300,00	34,11
9	201,80	325,00	37,91
10	204,50	350,00	41,57
11	198,58	250,00	20,57
12	201,04	275,00	26,89
13	203,28	300,00	32,24
14	207,40	325,00	36,18
15	210,63	350,00	39,82
16	204,18	250,00	18,33
17	206,64	275,00	24,86
18	208,88	300,00	30,37
19	213,00	325,00	34,46
20	215,70	350,00	38,37
21	209,78	250,00	16,09
22	212,24	275,00	22,82
23	214,48	300,00	28,51
24	218,60	325,00	32,74
25	221,30	350,00	36,77
LUCRO MÉDIO			31,17

7.3 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DAS FÁBRICAS DE BRIQUETES

Para a análise da viabilidade econômico-financeira foram utilizados os métodos de, *Payback*, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Com os valores encontrados de desses parâmetros é possível obter previsões sobre o comportamento financeiro em quaisquer outros cenários de compra da matéria-prima (biomassa) e venda do produto (briquete) além dos 25 estabelecidos para cada empreendimento analisado nesse estudo. Para isso, são aplicadas as equações de regressão estabelecidas para os três aferidores.

Os VPLs, as Taxas Internas de Retorno e o *payback* encontrados receberam um tratamento estatístico utilizando o programa Action.

7.3.1 *Payback*

O *Payback* é uma ferramenta contábil para avaliar os riscos econômicos e financeiros de um determinado investimento. Através dela se poderá saber se haverá ou não recuperação do capital investido e em quanto tempo isso acontecerá. Trata-se enfim do “prazo necessário para que as receitas líquidas de um investimento cubram seu custo”, de acordo com Brigham *et al.* (2001).

Segundo Braga (1989), quanto maior for o prazo considerado, mais será o grau de incerteza em relação ao investimento, o que significa que propostas com prazos menores encerram menores riscos. Existem duas modalidades de *Payback*:

Para se calcular o *Payback* comum, basta somar os fluxos de caixa líquidos (FCL) estimados para cada ano futuro, até que seja atingido o valor do custo inicial do projeto. Braga (1989) afirma que sendo as entradas líquidas de caixa uniformes, bastará dividir o investimento inicial por elas; mas quando as entradas anuais forem desiguais, para se apurar o prazo de retorno dever-se-á acumulá-las até atingir o valor do investimento.

Já no cálculo do *Payback* Descontado, utilizado nesse estudo, ocorre a correção de uma desvantagem do *Payback* Simples: em vez de ser baseado na soma aritmética dos fluxos de caixa, o Descontado é baseado na soma dos valores presentes dos fluxos de caixa. O prazo para pagamento do capital investido, vai variar de acordo com o

percentual de desconto considerado, que nada mais é do que a Taxa Mínima de Atratividade que o investidor deseja garantir para a remuneração do capital investido no empreendimento (Motta e Calôba, 2006). A fórmula do payback descontado encontra-se descrita abaixo:

$$FCC(t) = -I + \sum_{j=1}^t \frac{(R_j - C_j)}{(1+i)^j}; \quad 1 \leq t \leq n \quad [7]$$

Onde:

- FCC (t) = o valor presente do capital, e o fluxo de caixa descontado (para o valor presente) cumulativo até o tempo t;
- I = investimento inicial, em módulo, ou seja: - I é o valor algébrico do investimento, localizado no instante zero, que é o início do primeiro período;
- R_j = receita faturada do ano j;
- C_j = custo obtido do ano j;
- i = Taxa Mínima de Atratividade estabelecida e
- j = índice genérico que expressa os períodos j = 1 a t.

Para Brigham *et al.* (2001), “um importante empecilho tanto no método de “Payback comum quanto do descontado é que eles ignoram os fluxos de caixa que são pagos ou recebidos após o período de recuperação do investimento.” De modo que uma análise mais completa exige a utilização de outros métodos, como o do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR).

7.3.2 Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL é considerado um método mais eficaz que o *Payback* para avaliar propostas de investimentos por refletir a riqueza em valores monetários do investimento. Essa riqueza é “medida pela diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa a uma determinada taxa de desconto.” (KASSAI *et al.*, 2000). Segundo Gitman (2001) essa taxa de desconto equivale ao custo do capital da empresa.

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{R_j - C_j}{(1+i)^t} - I = 0 \quad [8]$$

Onde:

- R_j = entradas (receitas) do fluxo de caixa de ordem “j”, sendo $j = 1, 2, 3, \dots, n$;
- C_j = saídas (custos) do fluxo de caixa de ordem “j”, sendo $j = 1, 2, 3, \dots, n$;
- n = duração total do projeto;
- t = quantidade de tempo, normalmente expresso em anos, que o dinheiro foi investido no projeto, começando no ano 1 quando há efetivamente o primeiro efluxo de dinheiro;
- i = custo do capital de acordo com o que o investidor considera como sendo uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e
- I = investimento inicial.

Se o VPL for positivo, o investimento inicial será coberto pelo projeto, com o desconto da taxa de retorno esperada e gerando ainda riquezas para seus investidores; já o VPL negativo indica que o projeto não irá gerar recursos suficientes para cobrir o capital investindo considerando a taxa de retorno exigida – ou seja, não será viável economicamente.

Para Kassai *et al.* (2000), apesar de o VPL ser um dos melhores métodos para analisar viabilidade de investimentos, ele possui como ponto negativo a dificuldade de se identificar a taxa de retorno a ser utilizada, fazendo com que ela seja obtida “de forma complexa ou até mesmo subjetiva” .

7.3.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Segundo Braga (1989) e Weston e Brigham (2000) , a TIR corresponde a uma taxa de desconto que iguala o valor atual das entradas líquidas de caixa ao valor atual dos desembolsos relativos ao investimento líquido. Ao igualar o valor presente dos fluxos de entradas de caixa com o investimento inicial de um projeto, a TIR faz com que o VPL seja igual a zero (GITMAN, 2001).

Para esses autores, a TIR é dos métodos de avaliação mais utilizados e sofisticados para avaliação de projetos de investimento, necessitando inclusive de calculadora financeira, planilhas eletrônicas ou um software específico.

$$TIR = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+i)^t} = 0 \quad [9]$$

Onde:

- FC_j = o fluxo de caixa no instante j ;
- n = duração total do projeto;
- j = número de períodos de capitalização, geralmente expresso em anos e
- i = taxa de juros (Taxa Mínima de Atratividade) que torna o VPL = 0

Segundo Kassai *et al.* (2000), para ser considerado economicamente atraente, o investimento deve apresentar uma TIR maior ou igual à Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Essa TMA pode corresponder ao custo de capital da empresa, cabendo ao investidor essa decisão.

Kassai *et al.* (2000) também alerta para os cuidados que se deve ter na utilização da TIR, como: (i) uma interpretação errônea de seu resultado quando a taxa é utilizada nos cálculos nos quais os fluxos de caixa são ora negativos, ora positivos; e (ii) a possibilidade de haver mais de um resultado possível ou de sequer haver resultado quando o fluxo de caixa do projeto não for convencional. Nesse caso, a TIR não deve ser usada como método de avaliação do retorno do investimento, uma vez que não será possível se chegar a uma conclusão sobre a sua viabilidade.

7.3.4 Ponto de Equilíbrio Financeiro

Ponto de Equilíbrio Financeiro (PEF) é o ponto neutro de resultado, expresso em quantidade de produtos ou em equivalente em dinheiro, abaixo do qual uma empresa terá prejuízo e, acima, lucro. Também chamado de “ponto de ruptura ou

Break-even-point”, o PEF é a conjugação dos custos totais com as receitas totais (MARTINS, 2000) e para obtê-lo aplica-se a seguinte fórmula:

$$PE = (CF + DF) / MCU \quad [10]$$

Onde:

- *CF* são os custos fixos;
- *DF* são as despesas fixas e
- *MCU* é a Margem de Contribuição Unitária

Por sua vez, a Margem de Contribuição Unitária é a diferença entre a receita obtida com as vendas e os custos e despesas variáveis de cada produto. O objetivo é mostrar como cada unidade fabricada contribui para amortizar os gastos fixos para, só depois, formar o lucro (MARTINS, 2000).

$$MCU = PV - CV \quad [11]$$

Onde:

- *PV* é o Preço de Venda e
- *CV* são os Custos Variáveis Totais

A obtenção do PEF de cada uma das 50 simulações (25 de cada uma das fábricas) é relevante para o planejamento das operações de qualquer empreendimento. Com a informação sobre o mínimo a ser produzido e vendido para cobrir os custos fixos da fábrica é possível estabelecer metas de produção e venda de modo a evitar prejuízos cumulativamente.

7.4 MODELO DE REGRESSÃO DAS ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Atualmente, a análise de regressão é uma das mais importantes técnicas estatísticas, sendo muito utilizada em aplicações de diversas áreas como: Engenharia, Agronomia, Medicina, Economia etc., quando se tem grande interesse em verificar se duas ou mais variáveis estão relacionadas de alguma forma. Para expressar esta relação é muito importante estabelecer um modelo matemático. Este tipo de modelagem é chamado de regressão, e ajuda a entender como determinadas variáveis influenciam

outra variável, ou seja, verifica como o comportamento de uma(s) variável(is) pode mudar o comportamento de outra. A análise de regressão possibilita encontrar uma relação razoável entre as variáveis de entrada e saída, por meio de relações empíricas.

Segundo Hoffmann (2006) um dos aspectos mais notórios da Ciência Econômica contemporânea é a crescente aplicação de técnicas estatísticas na análise estrutural da economia, elaborando previsões, subsidiando governos nas suas políticas macroeconômicas e as empresas nas suas tomadas de decisão. A análise de regressão é a técnica básica para medir ou estimar relações entre variáveis econômicas que constituem a essência da teoria econômica. Ela estuda a relação de uma variável dependente em relação a uma ou mais variáveis (explicativas) com o objetivo de obter informações sobre o fenômeno analisado.

Quando há apenas uma variável de entrada com uma variável resposta, aplicamos a análise da regressão linear simples; a adição de mais variáveis exige a utilização dos modelos de regressão múltipla, isto é, modelos nos quais a variável dependente (ou regressando) depende de duas ou mais variáveis explicativas (ou regressores).

No caso desta dissertação, foi utilizado o modelo de regressão múltipla, já que os únicos itens financeiros que são variáveis no fluxo de caixa que influenciaram os resultados dos aferidores econômicos (VPL, TIR e *Payback*) foram respectivamente: o valor de compra da matéria-prima; o valor de venda do briquete e o imposto pago no faturamento bruto. Estas análises foram realizadas no sentido de oferecer as respectivas equações de regressões dos 25 fluxos de caixa gerados pela combinação de preço de compra da matéria-prima e preço de venda do briquetes, de cada um dos modelos das fábricas propostos, gerando 50 tratamentos. O objetivo foi oferecer ao leitor a possibilidade de definir, com precisão, o VPL, a TIR e o *Payback* com diferentes combinações das variáveis regressoras (compra da matéria-prima; valor de venda do briquete e imposto pago).

Deve-se observar também que, como os valores dos impostos pagos são estabelecidos através de alíquotas percentuais sobre o faturamento das empresas (neste caso foram usados as faixas do Simples Nacional), para efeito de simplificação das análises dos dados e apresentação com menos parâmetros das equações de regressões, esses valores foram adicionados ao custo total da produção dos briquetes. Portanto, as regressões tiveram, para efeito prático, apenas duas variáveis dependentes (custo de compra da matéria-prima e o valor de venda do briquete).

Como estabelecemos que existe uma relação linear entre as variáveis Y (VPL, TIR e Payback) e X (o valor de compra da matéria-prima e o valor de venda do briquete), e que esta relação é satisfatória, podemos estimar a linha de regressão e resolver alguns problemas de inferência.

O Método dos Mínimos Quadrados (MMQ) é uma eficiente estratégia de estimação dos parâmetros da regressão e sua aplicação não é limitada apenas às relações lineares. O objetivo do MMQ é estimar os parâmetros (β_0 e β_1) da regressão de modo que os desvios entre os valores observados e estimados sejam mínimos. Isso equivale a minimizar o comprimento do vetor de erros. Os valores de β_0 e β_1 são chamados de Estimadores de Mínimos Quadrados (EMQ). Desta maneira, torna-se imperioso estabelecer os resíduos ou erros, importante para se verificar os ajustes dos modelos. Para que esses ajustes sejam feitos, algumas propriedades dos mínimos quadrados são necessárias, como: i) a soma dos resíduos é sempre nula; ii) a soma dos valores observados é igual a soma dos valores ajustados e iii) a reta de regressão de mínimos quadrados passa pelos pontos médios de X e Y.

Assim como os parâmetros β_0 e β_1 , a variância (σ^2) dos termos do erro precisa ser estimada. Isto é necessário, já que inferências a respeito da função de regressão e da predição de Y requerem uma estimativa da σ^2 . Logo, a sua análise é fundamental para validar ou não a significância de um modelo de regressão.

Nesta dissertação foram realizadas as análises dos Métodos dos Mínimos Quadrados (MMQ), visando obter as Análises de Variâncias (ANOVA) em todas as regressões estudadas com a suposição de que os erros têm distribuições normais. Também foi realizado um teste de hipóteses para avaliar se a variável explicativa tem correlação com a variável resposta (Teste F). Logo, foram analisados neste trabalho o MMQ, ANOVA e Teste F.

Além das análises estatísticas citadas, todos os parâmetros estudados foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar se os valores de dados de uma determinada variável seguem ou não uma distribuição de médias e desvios-padrões calculados na mesma amostra (se eles têm distribuições normais). Os dados também foram submetidos ao teste de Cochran que é usado para verificação de homogeneidade de variâncias. Esses testes visam viabilizar a aplicação da análise de variância, que só poderá ser aplicada a um conjunto de observações se estiverem satisfeitas as pressuposições de independência, normalidade e variância constante (VIEIRA e HOFFMANN, 1989).

A combinação dos cinco valores de compra da matéria-prima e dos cinco valores de venda dos briquetes totalizando 25 combinações, e portanto gerando 25 pontos de análises para as regressões, foram estabelecidos dentro do intervalo atualmente praticado no Brasil (venda de briquete) e na região do Baixo-Açu (compra da matéria-prima). Embora a teoria econométrica estabeleça que para as análises de regressões lineares sejam apuradas, no mínimo, 30 observações aleatórias, visando a uma boa aderência e representatividade do fenômeno analisado, no caso desta dissertação, não se buscou análises de acontecimentos aleatórios de fenômenos econômicos que mudam de acordo com várias variáveis influenciadoras, como por exemplo o efeito do aumento de salários dos trabalhadores e a compra específica de algum produto (p.e. um produto de beleza). Tais fenômenos dependem de inúmeros fatores (classe social, grau de instrução, grau de cultura, número de dependentes, sexo, idade, etc...), o que não é o caso das variáveis em análise nesse estudo, que expressam uma relação direta com o fenômeno observado: o aumento de uma variável representa a mesma variação direta do aumento ou diminuição do fluxo de caixa.

Como exemplo utilizado nesta dissertação, o aumento do valor da compra da matéria-prima (p.e. em R\$ 1,00) impacta negativamente na mesma proporção (R\$ 1,00) a receita líquida do fluxo de caixa, desde que mantida na análise o mesmo preço de venda do produto. Caso inverso, o aumento de R\$ 1,00 no preço de venda do briquete, impacta positivamente em R\$ 1,00 o fluxo de caixa desde que mantido o preço de compra da matéria-prima. Desta maneira, vários cenários (simulações) podem ser determinados quando se tem um impacto direto e proporcional de uma variável em relação a outra, como foram os casos estudados neste trabalho. Desta maneira, como são muito simétricas as simulações aqui estudadas, os 25 pontos estabelecidos para as regressões foram mais do que suficientes para dar uma total representatividade aos fenômenos estudados.

7.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Programa utilizado para processar os dados dos 50 fluxos de caixa gerados pela combinação de preço de compra da matéria-prima e preço de venda do briquete foi o *Make Money 10*. Foram obtidos dados de VPL, TIR e *Payback* para 5, 10, 15 e 20 anos de exercício da fábrica-escola de Ipanguaçu, os quais foram reunidos na Tabela 31

para facilitar a análise das respostas do fluxo de caixa às diferentes situações encontradas.

Os critérios de viabilidade econômico-financeira adotados para a análise dos dados extraídos do programa foram os seguintes: (i) VPL para 10 anos igual ou superior a 50% do valor imobilizado com a planta de produção de briquetes (R\$ 1.510.549,00); (ii) TIR superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA) estabelecida pelo plano de negócios (10% aa); (iii) *Pay Back* de no mínimo 5 anos.

O programa utilizado para as análises estatísticas foi o *Action*. Trata-se de software desenvolvido há 10 anos sobre plataforma R, largamente utilizado por ser gratuito e permitir que se trabalhe com o Excel de forma integrada. Foram utilizadas as ferramentas de análise estatística, assim com as ferramentas básicas de análise exploratória de dados, distribuição de frequências e os testes de média, variância, proporções e taxas, além de testes de normalidade.

7.5.1 **Análise de viabilidade econômico-financeira da fábrica-escola**

De acordo com os critérios expostos no tópico anterior, 14 dos 25 tratamentos feitos para fábrica-escola se mostraram bastante viáveis, com um VPL médio para 10 anos de R\$ 1.640.505,89, suficiente para comprar, com sobras, um novo parque fabril nas mesmas condições que o original, que exigiu cerca de R\$ 1.600.000,00 de investimento.

A TIR média também para 10 anos ficou em 29%, chegando a 40% no tratamento 25, o que significa uma expectativa quatro vezes superior à Taxa Mínima de Atratividade definida no plano de negócios do empreendimento.

O *Payback* Descontado médio dos 14 tratamentos foi de 3,64 anos, abaixo dos 5% colocados indício da viabilidade do negócio.

A razão de se ter incluído dois tratamentos com VPL correspondentes a pouco mais da metade do capital inicial investido se deve à análise global dos valores encontrados pelas três metodologias de avaliação utilizadas. Apesar significativamente menor que os dos demais, os VPLs dos tratamentos 18 e 23 representam mais da metade do capital investido; os dois apresentaram *Paybacks* em 4 e 5 anos e Taxas Internas de Retorno superiores a 20%, o dobro da Taxa Mínima de Atratividade exigida para que a fábrica seja considerada viável.

Nas simulações resumidas na Tabela 32, os pré-requisitos que tornam a fábrica-escola um empreendimento viável são:

- A venda da tonelada do briquete a R\$ 250,00 e R\$ 275,00 é inviável seja qual for o preço da matéria-prima apresentado nos cinco cenários do estudo;
- A venda da tonelada de briquete a R\$ 300,00 só é inviável se a matéria-prima for comprada a um valor situado em algum ponto acima de R\$ 56,00/t;
- A venda da tonelada de briquete por um valor igual ou superior a R\$ 325,00 tornam o empreendimento viável para todos os preços de matéria-prima considerados no estudo.
- A incidência de uma maior alíquota de imposto sobre os faturamentos não contribuiu para reduzir o nível de viabilidade – os tratamentos com os maiores preços de venda são os mais lucrativos, independentemente do imposto cobrado.

Tabela 33– Análise de viabilidade econômico-financeira da fábrica-escola de Ipanguaçu

Nº	Tratamento		VPL (Valor Presente Líquido)				TIR (Taxa Interna de Retorno)				PAYBACK	OBS*
	Compra Biomassa	Venda Briquete	R\$				Anos					
			Anos				Anos					
	R\$	R\$	5	10	15	20	5	10	15	20		
1	39,20	250,00	668.383,53	48.640,32	344.385,99	584.303,90	-7%	9%	13%	15%	7	I
2	39,20	275,00	260.266,23	614.108,93	1.157.027,10	1.494.136,58	4%	18%	21%	22%	5	I
3	39,20	300,00	152.128,13	1.283.677,33	1.986.280,35	2.422.541,05	14%	26%	28%	29%	4	V
4	39,20	325,00	528.709,46	1.896.135,69	2.745.199,79	3.272.401,80	22%	33%	34%	35%	3	V
5	39,20	350,00	932.362,78	2.551.765,91	3.557.287,84	4.181.637,85,45	30%	40%	41%	41%	3	V
6	44,80	250,00	774.759,89	218.286,31	127.240,01	341.784,66	-11%	7%	11%	13%	8	I
7	44,80	275,00	366.642,58	444.462,96	948.095,69	1.260.811,98	1%	16%	19%	20%	5	I
8	44,80	300,00	45.748,78	1.114.028,36	1.777.345,93	2.189.213,96	11%	24%	26%	27%	4	V
9	44,80	325,00	422.333,11	1.726.489,72	2.536.268,37	3.039.077,20	19%	31%	33%	33%	4	V
10	44,80	350,00	825.987,57	2.382.121,08	3.348.357,56	3.948.314,39	28%	38%	39%	39%	3	V
11	50,40	250,00	881.136,24	387.932,27	81.691,41	113.460,07	-14%	4%	9%	11%	8	I
12	50,40	275,00	475.018,93	274.817,00	739.164,27	1.027.487,39	-2%	14%	17%	18%	6	I
13	50,40	300,00	60.627,56	944.382,40	1.568.414,52	1.955.889,36	9%	22%	24%	25%	4	V
14	50,40	325,00	315.956,77	1.556.843,78	2.327.336,98	2.805.752,64	17%	29%	31%	31%	4	V
15	50,40	350,00	719.610,07	2.212.473,96	3.139.424,98	3.714.988,63	26%	36%	37%	38%	3	V
16	56,00	250,00	987.512,59	557.578,24	290.622,83	124.864,52	-17%	2%	7%	9%	10	I
17	56,00	275,00	579.395,27	105.171,03	530.232,85	794.162,80	-5%	11%	15%	16%	6	I
18	56,00	300,00	167.003,91	774.736,44	1.359.483,04	1.722.564,77	6%	20%	23%	23%	5	V
19	56,00	325,00	209.580,41	1.387.197,80	2.118.405,54	2.572.428,02	15%	27%	29%	29%	4	V
20	56,00	350,00	613.029,03	2.042.496,21	2.930.082,86	3.481.204,34	23%	34%	36%	36%	3	V
21	61,60	250,00	1.093.888,92	727.224,18	499.554,22	358.028,55	-21%	-1%	5%	7%	11	I
22	61,60	275,00	685.771,62	64.474,93	321.301,44	560.838,21	-8%	9%	13%	15%	7	I
23	61,60	300,00	273.380,26	605.090,47	1.150.551,68	1.489.240,18	3%	18%	21%	22%	5	I
24	61,60	325,00	107.204,56	1.221.551,83	1.913.474,12	2.343.103,43	12%	25%	27%	28%	4	V
25	61,60	350,00	506.857,38	1.873.182,05	2.721.562,17	3.248.339,48	21%	32%	34%	34%	3	V

O menor Ponto de Equilíbrio Financeiro das 25 simulações da fábrica x é alcançado em quatro meses e, o maior, em pouco mais de oito meses. O tempo médio

obtido para se conseguir empatar despesas com receitas na fábrica-escola é de cinco meses, conforme a Tabela 33.

No seu estudo sobre a viabilidade econômico-financeira para a briquetagem de resíduos vegetais, Filippetto (2008) fez projeções para três modelos de fábrica, nos quais o PEF, calculado em percentual de produtos produzidos durante o ano, é alcançado, no primeiro ano de funcionamento entre 7 e 8 meses no primeiro ano e entre 4 e 5 meses no 10º ano de operação; Hoffelder (2011), encontrou um PEF de 33 % da produção em uma fábrica de *pellets* no município de Ribeirão Preto, em São Paulo o que, considerando o total produzido por ano, equivale a pouco mais de três meses de faturamento. Esses resultados são coerentes com os encontrados para a fábrica-escola.

Tabela 34 – Ponto de Equilíbrio Financeiro da fábrica-escola

FLUXO DE CAIXA ANUAL					
TRAT	RECEITAS BRUTAS R\$	CUSTOS TOTAIS R\$		PONTO DE EQUILÍBRIO FINANCEIRO R\$	TEMPO PARA O PEF (meses)
		FIXOS	VARIÁVEIS		
1	1.200.000,00	354.223,04	582.480,00	688.346,37	6,9
2	1.320.000,00	354.223,04	594.300,00	644.308,14	5,9
3	1.440.000,00	354.223,04	605.040,00	610.904,93	5,1
4	1.560.000,00	354.223,04	624.828,00	590.894,45	4,6
5	1.680.000,00	354.223,04	637.776,00	570.985,42	4,1
6	1.200.000,00	354.223,04	609.360,00	719.672,99	7,2
7	1.320.000,00	354.223,04	621.180,00	669.091,35	6,1
8	1.440.000,00	354.223,04	631.920,00	631.226,10	5,3
9	1.560.000,00	354.223,04	651.708,00	608.381,39	4,7
10	1.680.000,00	354.223,04	664.656,00	586.101,57	4,2
11	1.200.000,00	354.223,04	636.240,00	753.986,90	7,5
12	1.320.000,00	354.223,04	648.060,00	695.857,39	6,3
13	1.440.000,00	354.223,04	658.800,00	652.945,70	5,4
14	1.560.000,00	354.223,04	678.588,00	626.934,90	4,8
15	1.680.000,00	354.223,04	691.536,00	602.039,85	4,3
16	1.200.000,00	354.223,04	663.120,00	791.736,80	7,9
17	1.320.000,00	354.223,04	674.940,00	724.854,15	6,6
18	1.440.000,00	354.223,04	685.680,00	676.213,26	5,6
19	1.560.000,00	354.223,04	705.468,00	646.655,65	5,0
20	1.680.000,00	354.223,04	718.416,00	618.869,19	4,4
21	1.200.000,00	354.223,04	690.000,00	833.465,99	8,3
22	1.320.000,00	354.223,04	701.820,00	756.372,61	6,9
23	1.440.000,00	354.223,04	712.560,00	701.200,35	5,8
24	1.560.000,00	354.223,04	732.348,00	667.657,36	5,1
25	1.680.000,00	354.223,04	745.296,00	636.666,49	4,6
MÉDIA					5,70

7.5.2 Análise da viabilidade econômico-financeira da fábrica x

Nesta simulação, ilustrada pela Tabela 34, observa-se que pelos critérios definidos em 7.5 o empreendimento se mostra bastante viável no prazo de 10 anos, em 19 dos 25 tratamentos do fluxo de caixa.

A média dos VPL viáveis ficou em R\$ 1.861.019,00, valor que dá para comprar mais de uma fábrica do mesmo porte, cujo investimento inicial gira em torno de R\$ 1.300,00, com pequenas variações nas simulações feitas.

A TIR média encontrada é de 36%, mais do dobro da TMA requerida;

O retorno do capital investido se dá em 3,26 anos, prazo também abaixo do limite inferior estabelecido.

Os requisitos para a viabilidade dos tratamentos feitos para a fábrica x são:

- a) A venda da tonelada do briquete a R\$ 250,00 é inviável seja qual for o preço da matéria-prima apresentado nos cinco cenários do estudo;
- b) A venda da tonelada de briquete a R\$ 275,00 só é inviável se a matéria-prima for comprada a um valor situado em ponto acima de R\$ 56,00/t;
- c) A venda da tonelada de briquete por um valor igual ou superior a R\$ 300,00 tornam o empreendimento viável para todos os preços de matéria-prima considerados no estudo.
- d) A incidência de uma maior alíquota de impostos sobre os faturamentos não contribuiu para reduzir o nível de viabilidade – os tratamentos com os maiores preços de venda são os mais lucrativos, independentemente do imposto cobrado.

Tabela 35 –Análise de viabilidade econômica da fábrica x

Nº	Tratamento		VPL (Valor Presente Líquido)				TIR (Taxa Interna de Retorno)				PAYBACK Anos	OBS*
	Compra Biomassa	Venda Briquete	R\$ Anos				% Anos					
	R\$	R\$	5	10	15	20	5	10	15	20		
1	39,20	250,00	205.383,72	502.033,10	941.283,28	1.208.646,94	4%	18%	21%	22%	5	I
2	39,20	275,00	203.718,59	1.165.767,36	1.763.123,96	2.128.498,73	16%	28%	30%	30%	4	V
3	39,20	300,00	567.876,36	1.756.594,18	2.494.694,42	2.949.386,79	25%	36%	37%	37%	3	V
4	39,20	325,00	995.238,28	2.450.338,13	3.353.840,65	3.909.307,95	36%	45%	46%	46%	3	V
5	39,20	350,00	1.399.970,58	3.107.047,32	4.167.007,67	4.819.625,01	46%	53%	54%	54%	2	V
6	44,80	250,00	309.520,07	334.627,13	734.591,86	977.401,82	1%	16%	19%	20%	5	I
7	44,80	275,00	99.582,24	998.361,40	1.556.432,54	1.897.414,14	13%	25%	28%	28%	4	V
8	44,80	300,00	893.350,93	2.285.181,16	3.149.398,23	3.665.576,48	34%	43%	44%	44%	3	V
9	44,80	325,00	549.931,12	1.729.921,12	2.462.602,08	2.925.380,55	25%	35%	37%	37%	3	V
10	44,80	350,00	1.295.834,23	2.939.641,36	3.960.316,25	4.588.538,38	43%	51%	52%	52%	2	V
11	50,40	250,00	413.656,42	167.221,17	527.900,45	746.317,22	-3%	13%	16%	18%	6	I
12	50,40	275,00	4.554,11	830.955,44	1.349.741,13	1.666.329,55	10%	23%	25%	26%	4	V
13	50,40	300,00	408.732,26	1.501.415,84	2.179.886,37	2.595.620,57	21%	32%	34%	34%	3	V
14	50,40	325,00	786.965,58	2.115.526,20	2.940.457,81	3.447.140,46	31%	40%	41%	42%	3	V
15	50,40	350,00	1.191.697,89	2.772.235,40	3.753.624,84	4.357.453,79	41%	49%	49%	50%	3	V
16	56,00	250,00	517.792,77	184,80	321.209,03	515.232,63	-7%	10%	14%	15%	7	I
17	56,00	275,00	108.690,45	663.549,47	1.143.049,71	1.435.244,95	7%	21%	23%	24%	5	V
18	56,00	300,00	304.595,91	1.334.009,88	1.973.194,96	2.364.541,93	18%	30%	32%	32%	4	V
19	56,00	325,00	682.829,23	1.948.120,23	2.733.766,40	3.216.054,17	28%	38%	39%	40%	3	V
20	56,00	350,00	1.087.561,54	2.604.829,43	3.546.933,42	4.120.278,85	38%	46%	47%	48%	3	V
21	61,60	250,00	621.929,12	167.590,76	114.517,61	284.308,57	-10%	7%	11%	13%	8	I
22	61,60	275,00	212.826,80	496.143,51	936.358,29	1.204.160,36	4%	18%	21%	22%	5	I
23	61,60	300,00	200.459,56	1.166.603,91	1.766.503,54	2.133.457,33	16%	28%	30%	30%	4	V
24	61,60	325,00	437.493,66	1.551.841,43	2.243.763,73	2.673.393,04	22%	33%	34%	35%	3	V
25	61,60	350,00	983.425,19	2.437.423,47	3.340.242,00	3.895.286,64	36%	44%	45%	45%	3	V

*I = inviável e V= viável

Assim como na fábrica-escola, o Ponto de Equilíbrio Financeiro das 25 simulações da fábrica x é alcançado no tempo médio de 5 meses, com uma pequena variação a menor, conforme a Tabela 36. Alguns tratamentos registraram um PEF em menos de 4 meses, o que também é coerente com outros estudos realizados no segmento de biocombustíveis adensados.

Tabela 36– Ponto de Equilíbrio Financeiro da fábrica x

FLUXO DE CAIXA ANUAL					
TRAT	RECEITAS BRUTAS R\$	CUSTOS TOTAIS R\$		PONTO DE EQUILÍBRIO FINANCEIRO R\$	TEMPO PARA O PEF (meses)
		FIXOS	VARIÁVEIS		
1	1.200.000,00	316.974,96	582.480,00	615.963,94	6,16
2	1.320.000,00	316.974,96	594.300,00	576.556,51	5,24
3	1.440.000,00	316.974,96	605.040,00	555.284,75	4,63
4	1.560.000,00	316.974,96	624.828,00	528.759,49	4,07
5	1.680.000,00	316.974,96	637.776,00	510.943,98	3,65
6	1.200.000,00	316.974,96	609.360,00	643.996,43	6,44
7	1.320.000,00	316.974,96	621.180,00	598.733,66	5,44
8	1.440.000,00	316.974,96	631.920,00	564.850,09	4,71
9	1.560.000,00	316.974,96	651.708,00	544.407,60	4,19
10	1.680.000,00	316.974,96	664.656,00	524.470,60	3,75
11	1.200.000,00	316.974,96	636.240,00	674.702,09	6,75
12	1.320.000,00	316.974,96	648.060,00	622.685,15	5,66
13	1.440.000,00	316.974,96	658.800,00	584.285,79	4,87
14	1.560.000,00	316.974,96	678.588,00	561.010,14	4,32
15	1.680.000,00	316.974,96	691.536,00	538.732,90	3,85
16	1.200.000,00	316.974,96	663.120,00	708.482,44	7,08
17	1.320.000,00	316.974,96	674.940,00	648.632,77	5,90
18	1.440.000,00	316.974,96	685.680,00	605.106,67	5,04
19	1.560.000,00	316.974,96	705.468,00	578.657,17	4,45
20	1.680.000,00	316.974,96	718.416,00	553.792,57	3,96
21	1.200.000,00	316.974,96	690.000,00	745.823,63	7,46
22	1.320.000,00	316.974,96	701.820,00	676.836,94	6,15
23	1.440.000,00	316.974,96	712.560,00	627.466,27	5,23
24	1.560.000,00	316.974,96	732.348,00	597.450,46	4,60
25	1.680.000,00	316.974,96	745.296,00	569.718,41	4,07
MÉDIA					5,1

7.5.3 Comparação dos resultados das análises das duas fábricas

Os resultados da análise dos fluxos de caixa indicam que ambos os empreendimentos são bastante viáveis. No entanto, devido ao seu nível de investimento menor e a redução de suas despesas administrativas com a retirada dos *royalties* ao IFRN, a fábrica x possui uma viabilidade superior à da fábrica-escola. Ela apresenta ao final de 10 anos, na maioria dos tratamentos, um excedente maior de recursos disponíveis suficientes para comprar outra fábrica igual e indica uma remuneração do investimento com taxas ainda maiores do que as obtidas na fábrica do *Campus*

Ipanguaçu, ainda que estas também sejam bem superiores à Taxa Mínima de Atratividade, estabelecida em 10%.

Numa perspectiva de 10 anos, os 25 tratamentos da fábrica x apresentaram apenas dois VPL negativos, contra seis da fábrica-escola; apenas uma TIR abaixo da TMA de 10% aa estabelecida, contra seis da análise anterior e 22 dos 25 *Paybacks* iguais ou inferiores a 5 anos, ao passo que na fábrica-escola houve 5 tratamentos em que este indicador ficou acima do desejado.

Diante das características do fluxo de caixa de cada um dos modelos de empreendimento, as análises realizadas permitem concluir que a fábrica-escola possui uma flexibilidade menor na definição do preço de venda do seu produto, pois quando a matéria-prima alcança seu maior preço (R\$ 61,60/t) o valor de R\$ 300,00 já não é viável economicamente, o que não acontece com a fábrica x, que consegue vender seu produto a esse valor com todos os preços da matéria-prima dos cinco cenários.

7.5.4 Resultados das análises estatísticas

Os modelos de regressões lineares, sejam eles simples ou múltiplos, são a base do modelo estatístico econométrico, devido ao fato de que as relações entre variáveis econômicas, são, em geral, inexatas, ou seja, não existe uma relação exata ou determinística entre elas.

Visando levar em conta as relações inexatas entre as variáveis econômicas, torna-se necessário conhecer o distúrbio ou termo de erro (u) que represente bem todos os fatores que afetam a variável dependente ou regressando. Ou seja, a função dependente econométrica baseia-se na hipótese de que a variável dependente Y se relaciona linearmente com a variável independente ou explanatória X , mas a relação entre ambas não é exata : está sujeita a variações individuais. O termo de erro u pode representar bem todos esses fatores que afetam a variável dependente, mas que não são levadas em conta explicitamente (GUJARATI e PORTER, 2011).

Nas Tabelas 36 e 37 encontram-se as equações de regressões lineares múltiplas para os valores encontrados para o *Payback*, para o VPL e para a TIR em 5, 10, 15 e 20 anos. Para se obter estas equações, os dados calculados desses três aferidores, para todos os tratamentos foram agrupados em planilhas eletrônicas. Posteriormente, foram calculadas as regressões, bem como os parâmetros estatísticos das mesmas (análise de

variância; coeficientes da regressão e R^2 ajustado) com a ajuda do *software* estatístico *Action*.

Tabela 37 – Análise de regressão linear múltipla dos valores de VPL, TIR e Payback da fábrica-escola de briquetes de Ipanguaçu

AFERIDOR	EQUAÇÕES DE REGRESSÃO	R ² AJUSTADO
VPL 5	$Y = - 3.909.690,48 - 18.967,96 \text{ CB} + 15.966,35 \text{ VB}$	0,9998
VPL 10	$Y = - 5.334.509,82 - 30.266,56 \text{ CB} + 25.934,03 \text{ VB}$	0,9998
VPL 15	$Y = - 6.212.329,61 - 37.340,78 \text{ CB} + 32.111,02 \text{ VB}$	0,9998
VPL 20	$Y = - 6.758.387,21 - 41.702,73 \text{ CB} + 35.944,79 \text{ VB}$	0,9998
TIR 5	$Y = - 85,96 - 0,49 \text{ CB} + 0,39 \text{ VB}$	0,9916
TIR 10	$Y = - 54,40 - 0,39 \text{ CB} + 0,32 \text{ VB}$	0,9944
TIR 15	$Y = - 44,44 - 0,33 \text{ CB} + 0,28 \text{ VB}$	0,9969
TIR 20	$Y = - 38,42 - 0,33 \text{ CB} + 0,26 \text{ VB}$	0,9977
Payback	$Y = 16,88 + 0,0765 \text{ CB} - 0,053456 \text{ VB}$	0,8299

Tabela 38 – Análise de regressão linear múltipla dos valores de VPL, TIR e Payback da fábrica de briquetes x

AFERIDOR	EQUAÇÕES DE REGRESSÃO	R ² AJUSTADO
VPL 5	$Y = - 3.321.660,12 - 19.393,82 \text{ CB} + 15.623,02 \text{ VB}$	0,9622
VPL 10	$Y = - 4.566.419,95 - 31.186,16 \text{ CB} + 25.352,89 \text{ VB}$	0,9622
VPL 15	$Y = - 5.339.317,86 - 38.508,27 \text{ CB} + 31.394,36 \text{ VB}$	0,9623
VPL 20	$Y = - 5.826.697,18 - 43.045,28 \text{ CB} + 35.150,54 \text{ VB}$	0,9635
TIR 5	$Y = - 80,31 - 0,54 \text{ CB} + 0,42 \text{ VB}$	0,9610
TIR 10	$Y = - 51,24 - 0,44 \text{ CB} + 0,35 \text{ VB}$	0,9621
TIR 15	$Y = - 42,89 - 0,41 \text{ CB} + 0,32 \text{ VB}$	0,9625
TIR 20	$Y = - 40,07 - 0,39 \text{ CB} + 0,31 \text{ VB}$	0,9625
Payback	$Y = 11,06 + 0,05 \text{ CB} - 0,03 \text{ VB}$	0,8526

Conforme citado anteriormente, apenas três parâmetros econômicos (o valor de compra da matéria-prima = Biomassa (CB); o valor de venda do briquete (VB) e o imposto pago no faturamento bruto), variaram em relação aos fluxos de caixas estabelecidos para os 25 tratamentos estudados (cinco preços de compra da matéria-prima X cinco preços de venda do briquete). Como a variação do imposto é extremamente pequena entre as faixas de faturamento bruto, podemos assumir que na análise de variância a soma de quadrados e, conseqüentemente, os quadrados médios decorrentes desta variável (imposto pago) como causa de variação da regressão com 1° de liberdade, é muito pouco expressiva em relação às outras duas causas de variações

(preço de compra da biomassa e preço de venda do briquete). Logo, o seu valor foi incorporado ao custo de produção do briquete para simplificar o modelo de regressão múltipla ao modelo mais simples que é a regressão múltipla de três variáveis (1 dependente e 2 independentes). Além de facilitar o emprego das regressões, a incorporação desta variável facilita também a apresentação gráfica tridimensional dos aferidores trabalhados, sem queda nenhuma da qualidade das análises estatísticas.

O modelo de regressão múltipla utilizado neste estudo é expresso pela equação abaixo:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i \quad [12]$$

Onde:

Y_i = Variável dependente (VPL ou TIR);

X_{2i} e X_{3i} = Variáveis independentes, explanatórias ou regressores (CB e VB);

u_i = Termo de erro estocástico;

i = indicador da i -ésima observação;

β_1 = intercepto (valor médio de Y quando X_{2i} e X_{3i} são iguais a zero);

β_2 e β_3 = coeficientes angulares (coeficientes parciais da regressão).

Para fins de entendimento, tomemos como um exemplo de interpretação a equação de regressão da Tabela 37 com o aferidor econômico VPL 5 anos. Neste exemplo, se tanto a CB (Compra da Biomassa) como a VB (Venda do Briquete) forem fixados com valor zero, o valor médio do intercepto ($\beta_1 = -3.909.690,48$) da VPL seria negativo. No caso exemplificado, o intercepto não passa pela origem, e como os cálculos do fluxo de caixa que compõem a determinação dos aferidores econômicos apresentam outros custos (custo de pessoal, administração, etc...) eles têm a tendência de apresentarem valores negativos no intercepto. Obviamente, essa interpretação mecânica do intercepto não faz muito sentido econômico no caso presente, porque o valor zero para compra de biomassa e/ou para venda do briquete não representa uma situação provável. Como se vê, muitas vezes o intercepto não faz muito sentido econômico. Portanto, na prática, o intercepto pode não ter uma boa interpretação econômico-financeira. O valor mais importante para análise são os coeficientes angulares.

O coeficiente de regressão parcial β_2 de $-18.967,96$ significa que, mantidas constantes todas as demais variáveis, um aumento do valor da compra da biomassa (p.e. em R\$ 1,00) é acompanhado de uma diminuição do VPL de R\$ 18.967,96 no período estabelecido. Em relação ao coeficiente β_3 (15.996,35), tem-se um efeito contrário: o aumento do valor de venda do briquete (p.e. em R\$ 1,00) é acompanhado do aumento do aferidor VPL em R\$ 15.996,35. O valor de R^2 , de 0,9998 mostra que as duas variáveis explanatórias são responsáveis por mais de 99% da variação do aferidor VPL.

Como foi estudada a análise de regressão sob o ponto de vista da análise de variância, foi possível observar se os coeficientes angulares β_2 e β_3 foram ou não iguais a zero. Se os coeficientes β_2 e β_3 forem de fato zero ($H_0: \beta_2$ e $\beta_3 = 0$), as variáveis explanatórias de X não têm nenhuma influência linear sobre Y e toda a variação de Y é explicada pelos distúrbios aleatórios. Se, por outro lado, os coeficientes β_2 e β_3 não forem zero ($H_1: \beta_2$ e $\beta_3 \neq 0$), parte da variação de Y será atribuída a X.

Assim, os testes t e F oferecem duas formas alternativas, mas complementares, de testar as hipóteses nulas. Para o modelo de regressão de duas variáveis, somente o teste t faz-se necessário para verificar as hipóteses estatísticas, não havendo a necessidade de se recorrer ao teste F, mas quando tratamos do tema regressões múltiplas, o teste F tem várias aplicações úteis e poderosas para verificar essas hipóteses.

Se a hipótese nula como $\beta_2 = \beta_3 = 0$ pode ser testada pela técnica de análise de variâncias e o teste F concomitante, e estas são as melhores técnicas para analisar se aceitamos ou não a hipótese de nulidade em regressões múltiplas, no nosso exemplo, a análise de variâncias que tem distribuição F com 2 e 22 graus de liberdade, obteve os valores de $F_{\text{calculado}}^*$ (Apêndice x) $> F_{\text{tabelado}}$ (3,44). Isso indica que os valores calculados de F, obviamente, foram altamente significativos e desta maneira podemos rejeitar a hipótese nula que $\beta_2 = \beta_3 = 0$, isto é, que o aferidor VPL_{5 anos} não é linearmente relacionado com os valores de compra da biomassa e venda do briquete. Deste modo, aceitamos a hipótese alternativa (H_1) de que são diferentes.

* $F_c = 7.363,63$ para CB e $F_c = 103.983,85$ para VB.

Essa mesma linha de análise e raciocínio serve para as tabelas de regressão 37 e 38, para todos os parâmetros Y (VPL, TIR e Payback), nos cinco intervalos de tempo (5, 10, 15 e 20 anos) apresentados para as duas fábricas estudadas (FBI e FBC).

Por fim, observa-se que o erro estocástico não está expresso nas equações por ter se mostrado insignificante.

7.6 DETERMINAÇÃO DO PREÇO DA ENERGIA DO BRIQUETE E DA LENHA

Segundo Gentil (2008), ainda hoje, na maioria das vezes, os biocombustíveis ligno-celulósicos são vendidos por massa ou por volume no Brasil. Os briquetes e *pellets* são vendidos em unidades de R\$/t e a lenha em R\$/m³ st, cujo valor é convertido para peso utilizando-se a equação:

$$PL = Pst / p \quad [12]$$

Onde:

- PL = preço da lenha (R\$/t)
- Pst = preço do metro estéreo (R\$/m³ st)
- p = densidade da lenha (t/m³st)

A questão é que os consumidores precisam da energia da biomassa para gerar calor ou potência em fornalhas, fornos e caldeiras e não simplesmente da sua massa. As biomassas secas possuem mais calor disponíveis e as úmidas menos, ainda que tenham o mesmo peso. As mais úmidas terão que dissipar toda a água durante a combustão antes de gerar o calor necessário para o processo produtivo para o qual ela foi comprada.

O fato de o consumidor ainda “comprar preço” e não energia é um dos grandes entraves para o crescimento da produção e venda de briquetes e *pellets*, que acabam em desvantagem em relação à lenha, por terem um preço por tonelada maior do que o dela, ainda que possuam um rendimento também maior (GENTIL, 2008). Para o autor, o parâmetro correto na comparação dos preços entre dois biocombustíveis deveria ser a energia efetivamente disponibilizada para ser usada como combustível. Isso é feito através do cálculo do poder calorífico do material.

7.6.1 Poder calorífico

Poder calorífico é a quantidade de energia térmica liberada durante a queima completa de uma unidade de massa ou de volume de combustível, expressa em kcal/kg, kJ/kg, Kcal/m³ ou kJ/m³. Trata-se de um valor teórico, uma vez que sua determinação é feita em uma câmara adiabática (que impede a troca de calor com o meio externo), na qual a amostra é depositada com 0% de umidade e submetida à queima, com medições contínuas da temperatura através de uma bomba calorimétrica. A variação da temperatura registrada pela bomba é então utilizada para calcular a energia liberada pelo combustível – chamado de Poder Calorífico Superior (BRAND, 2010).

$$PCS = (K + M H_2O) \Delta t / ms \quad [13]$$

Onde:

- K = constante do calorímetro (cal/°C);
- M H₂O = volume da água do calorímetro(2.700ml);
- Ms = massa seca da amostra e
- Δt = Diferença entre as temperaturas inicial e final da água.

(ABNT, 1984)

Porém, mesmo com teor de umidade da massa ser de 0%, a reação química provocada pela combustão faz com que as moléculas de hidrogênio constituintes do material se unam às de oxigênio formando água, exigindo um gasto de energia para a sua evaporação. Para se ter um valor mais preciso da quantidade de energia efetivamente disponível no combustível é calculado o PCI ou Poder Calorífico Inferior, que só é igual ao PCS no caso de o material analisado não conter hidrogênio em sua composição. Caso contrário, é excluída a interferência desse vapor d'água produzido durante a combustão no processo de medição do PCS, conforme a equação 14 (BRAND, 2010).

$$PCI = PCS - 600 \times 9 H / 100, \quad [14]$$

Onde:

PCI = Poder Calorífico Inferior (kcal/kg);

PCS = Poder Calorífico Superior (kcal/kg);

H = % de hidrogênio presente no material

O PCI só pode ser usado diretamente se o combustível não apresentar umidade livre, externa. Porém, a maioria dos sistemas de utilização de biomassa para geração de energia não secam o material abaixo de 10%, inclusive os secadores rotativos das fábricas de briquete. Assim, quando o combustível apresentar qualquer teor de umidade livre, deve-se utilizar para o cálculo de energia disponível o Poder Calorífico Útil (PCU), também chamado de Poder Calorífico Líquido (PCL) ou Poder Calorífico Inferior de Base Úmida (BRAND, 2010), expresso na equação 15 (GENTIL, 2008, p.167);

$$PCU = [(PCS - K) * (1 - TU) - (600 * TU)] / 238,89 \quad [15]$$

Onde:

- PCU = Poder Calorífico Útil;
- PCS = Poder Calorífico Superior;
- K = constante de calor de vaporização da água no calorímetro, no valor de 324 kcal/kg;
- 600 = constante e
- 238,89 = transformação de kcal/kg em MJ/Kg ou GJ/t.
- TU = teor de umidade

A razão entre o preço da lenha (equação 12) e o seu Poder Calorífico Útil (equação 15) resulta no preço da energia útil (PE) do biocombustível, expresso em R\$/GJ ou em R\$/MJ, conforma a equação 16 (GENTIL, 2008):

$$PE = PL/PCU \quad [16]$$

7.6.2 Custo da lenha e do briquete de palha de carnaúba no Baixo-Açu

O principal concorrente do briquete na região do Baixo-Açu é a lenha legal, cortada com permissão oficial e transportada com Documento de Origem Florestal (DOF). A lenha ilegal, sobre a qual não recai nenhum outro custo de produção a não ser

de coleta e transporte, não pode ter seus preços comparados com os de nenhuma atividade produtiva regular, pois trata-se de uma atividade criminosa. Além do mais, a consciência cada vez maior da necessidade de frear o processo de desertificação do semiárido potiguar está abrindo cada vez mais o mercado para alternativas energéticas que deem sustentabilidade às atividades econômicas já desenvolvidas nas regiões afetadas.

A lenha legalizada é vendida a um preço médio de R\$ 35,00 o m³ st. Para permitir uma melhor comparação entre os gastos com lenha e com briquete será usada inicialmente a unidade de peso (tonelada) como unidade para os dois combustíveis. Sendo assim,

- 1 m³ st de lenha = 0,21 t (RIEGELHAUPT, 2004). Logo,
- 1 t = 4,76 m³ st de lenha = 4,76 x R\$ 35,00 = R\$ 166,67 (custo médio de 1 tonelada de lenha legal da caatinga na região do Baixo Açu);

Na comparação entre dois combustíveis, é necessário calcular o poder energético de ambos. Afinal, o que está sendo comprado é energia e não simplesmente peso. Nesse caso, o parâmetro utilizado é o Poder Calorífico Inferior (PCI), medido em Kcal/kg. Como o carro-chefe da composição da biomassa do briquete é palha de carnaúba, vamos tê-la como referência, usando a composição em 80% desse resíduo e 20% de capim elefante.

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN, 2012), o PCS da lenha catada no Brasil é de 3.300 Kcal/Kg. Este valor, logicamente, corresponde a um valor médio de lenha de várias espécies estudadas em vários biomas nacionais, algumas presentes também no semiárido, como as espécies frutíferas arbóreas mangueira (*Mangifera indica* L.) e cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). Por esse motivo, consideramos relevante levá-lo em consideração na comparação com o briquete que será produzido no Baixo-Açu potiguar. Porém, é fundamental a utilização de parâmetros técnicos locais, já que sabidamente o poder calorífico médio das espécies da caatinga é superior ao estabelecido pelo Balanço Nacional.

Dentre as espécies mais energéticas do semiárido que representam o extremo de poder calórico da lenha da região destacam-se a jurema preta (*Mimosa hostilis* Benth.) e a algaroba (*Prosopis juliflora* L.). Assim, para que as comparações de custo de aquisição da lenha e do briquete ficassem mais próximas da realidade local, foram considerados também o preço da energia das duas espécies acima. Deve-se ressaltar, no entanto, que das duas espécies locais indicadas para o contraste de preço de aquisição,

apenas uma, a algaroba, pode ser comercializada sem o Documento de Origem Florestal (DOF) por se tratar de uma espécie exótica ao bioma. No caso da jurema preta, toda a produção de lenha deve ser oriunda de Plano de Manejo Florestal devidamente licenciado pelos órgãos ambientais e transportada com o referido DOF, práticas geralmente não respeitadas na região o que torna a atividade de corte e comercialização dessa madeira ilegal.

As Tabelas 39, 40 e 41 mostram a comparação de preços de aquisição da unidade energética de calor (Kcal) das lenhas genérica, de jurema preta e de algaroba respectivamente, de acordo com as variações de umidade e, conseqüentemente, de Poder Calorífico Útil (PCU) de cada uma delas. Os valores encontrados para o kcal dessas biomassas a cada teor de umidade são cotejados com os preços do kcal do briquete com 80% de palha de carnaúba e 20 % de capim elefante. Os PCUs foram calculados a partir dos PCS abaixo:

- PCS da lenha catada = 3.300 kcal/kg (MME,2012);
- PCS da lenha de jurema preta = 4.150 kcal/kg (OLIVEIRA *et al*, 1999; CUNHA, 2012);
- PCS da lenha de algaroba = 4.935 kcal/kg (OLIVEIRA *et al*, 1999; PEREIRA e LIMA, 2002; CUNHA, 2012)
- PCS do briquete composto 80% de palha de carnaúba e 20% de capim elefante = 4318 kcal/KG (SANTOS, 2012);
- PCS do briquete composto 100% de palha de carnaúba = 4395 kcal/KG (SANTOS, 2012);

Para fins de cálculo, SANTOS E TAVARES (2012), estabeleceram os seguintes coeficientes técnicos para os briquetes de carnaúba puros e em composição com capim elefante:

- % de H na palha de carnaúba = 5,61%
- % de H no capim-elefante = 6,48%
- % de umidade na palha de carnaúba = 9,98%
- % de umidade no capim elefante = 9,73%

Aplicando-se a fórmula 14, obtivemos os seguintes valores para os Poderes Caloríficos Inferiores dos materiais testados:

- PCI da lenha catada = 2.976 kcal/kg;
- PCI da lenha de jurema = 3.826 kcal/kg;
- PCI da lenha de algaroba = 4.611 kcal/kg;
- PCI do briquete composto 100% de palha de carnaúba = 4.092 kcal/kg
- PCI do briquete composto 80% de palha de carnaúba e 20% de capim elefante = 3.994 kcal/KG.

Conforme os dados acima indicam, o PCI do briquete com 100% de carnaúba e 80% de carnaúba + 20% de capim-elefante são 37% e 34% maiores respectivamente do que o PCI da lenha catada, obtido através do PCS definido pelo BEN e que na região . Este resultado é coerente com os alcançados por Morais (2007), em um dos poucos trabalhos sobre o consumo específico de lenha e briquete de madeira em indústrias de cerâmica vermelha no Brasil. Segundo ele, o rendimento da lenha nos fornos de Goiás era 31,45% menor do que o rendimento do briquete.

Tomando como média um rendimento do briquete de palha de carnaúba pura e em composição com capim-elefante, podemos estabelecer um rendimento médio a favor do uso do briquete como biocombustível de 35% a mais em relação à lenha. Ou seja: para se ter a mesma quantidade de energia contida em 1 tonelada de briquete de palha de carnaúba é necessário adquirir 35% a mais de lenha em peso. No caso dos consumidores de lenha legal do Baixo-Açu, que compra a tonelada de lenha legal por R\$ 166,67, a despesa que teriam que fazer para obter com este combustível a mesma quantidade de energia que teriam com briquete seria de:

$$\text{R\$ } 166,67 + 35\% = \text{R\$ } 225,00$$

Já o PCI da lenha de jurema preta é apenas 4,39% inferior do que o do briquete misto, o que faz mudar o cálculo do preço da tonelada de energia desse energético florestal.

$$\text{R\$ } 166,67 + 4,39\% = \text{R\$ } 174,00$$

No caso da lenha da algaroba, cujo PCI é 15,45% superior ao do briquete, o preço da respectiva tonelada de energia é bem inferior aos das demais biomassas, conforme o cálculo abaixo.

$$\text{R\$ } 166,67 - 15,45\% = \text{R\$ } 141,00$$

De acordo com os cálculos acima, pode-se afirmar que R\$ 225,00, R\$ 174,00 e R\$ 141,00 são o preço da “tonelada de energia” das lenhas genérica, de jurema preta e de algaroba equivalentes à “tonelada de energia” fornecida pelo briquete misto de palha de carnaúba e capim-elefante.

Não se pode deixar de considerar, no entanto, que além da umidade intrínseca à biomassa que é descontada no cálculo do PCI, os materiais são submetidos à umidade externa. Como o briquete é um produto manufacturado, a umidade pode ser controlada em qualquer parte do ano. Com uma estocagem adequada é possível manter um padrão de fornecimento de energia por tonelada, de modo que o consumidor saiba exatamente o que está adquirindo. Já com a lenha essa precisão não é possível. A lenha é disponibilizada tal qual encontrada na natureza. Na estação chuvosa, por exemplo, ela é vendida úmida, com um poder calorífico inferior àquele comum durante a estiagem. Quanto mais úmida a biomassa, menor é seu Poder Calorífico Útil. Essa é a real quantidade de energia térmica que o biocombustível sólido irá fornecer na sua utilização como fonte de geração e manutenção de calor. O entendimento desse aspecto é fundamental na hora de optar por um ou outro combustível.

Na Tabela 39, é mostrada a comparação dos preços da energia do briquete misto (80% de palha de carnaúba e 20% de capim-elefante) com os preços da energia da lenha catada. O PCU do briquete foi calculado em 3.627 kcal/kg, de acordo com os parâmetros definidos por Tavares e Santos (2012); já o PCU da lenha catada foi calculado a partir do PCS que consta no BEN - Balanço Energético Nacional (MME, 2012) para a lenha catada em todo o Brasil de uma forma geral.

Como se pode observar, a relação custo benefício da lenha em relação ao briquete diminui conforme aumenta o seu teor de umidade, a ponto de o briquete se mostrar bem mais viável economicamente a partir de um teor de umidade da lenha próximo a 10% (a média de umidade para a madeira, de acordo com o BEN é de 25%).

Tabela 39 - Equivalência de preços da energia oriunda da lenha e do briquete na região do Baixo-Açu

TEOR DE UMIDADE %	LENHA R\$ (energia/t)	BRIQUETE R\$ (energia/t)	BRIQUETE PE (R\$/kcal)	Diferença de preços
0	R\$ 225,00/t (PCU = 2.976 Kcal/kg) PE = R\$ 0,0000756/Kcal	250,00	0,0000689	8,83
		275,00	0,0000758	0,28
		300,00	0,0000827	9,40
		325,00	0,0000896	18,52
		350,00	0,0000965	27,64
10	R\$ 225,00/t (PCU = 2.941 Kcal/kg) PE = R\$ 0,0000859/ Kcal	250,00	0,0000689	19,80
		275,00	0,0000758	11,78
		300,00	0,0000827	3,76
		325,00	0,0000896	4,26
		350,00	0,0000965	12,28
20	R\$ 225,00/t (PCU = 2.261 Kcal/kg) PE = R\$ 0,0000995/ Kcal	250,00	0,0000689	30,74
		275,00	0,0000758	23,81
		300,00	0,000087	16,88
		325,00	0,0000896	9,96
		350,00	0,0000965	3,03
30	R\$ 225,00/t (PCU = 1.903Kcal/kg) PE = R\$ 0,0001182/ Kcal	250,00	0,0000689	41,70
		275,00	0,0000758	35,87
		300,00	0,0000827	30,04
		325,00	0,0000896	24,21
		350,00	0,0000965	18,38
40	R\$ 225,00/t (PCU = 1.546 kcal/kg) PE=R\$ 0,0001455/kcal	250,00	0,0000689	52,64
		275,00	0,0000758	47,90
		300,00	0,0000827	43,17
		325,00	0,0000896	38,43
		350,00	0,0000965	33,69
50	R\$ 225,00/t (PCU = 1.188 kcal/kg) PE = R\$ 0,0001894	250,00	0,0000689	63,61
		275,00	0,0000758	59,97
		300,00	0,0000827	56,33
		325,00	0,0000896	52,69
		350,00	0,0000965	49,05

*As marcações em vermelho expressam vantagem percentual do briquete em relação à lenha; os valores em preto expressam a vantagem da lenha sobre o briquete.

Na Tabela 40 é exposta a equivalência do preço da energia, em kcal/kg, do briquete em relação à lenha de jurema preta (*Mimosa hostilis*, *Benth*), espécie típica do Bioma Caatinga, bastante valorizada na região como lenha devido ao seu alto PCS. O PCU da lenha da jurema preta foi calculado a partir da média dos PCS definidos pelos estudos de Oliveira *et al* (1999) e Cunha (2012) e se mostrou ligeiramente mais baixo do que o do briquete misto de palha de carnaúba e capim-elefante. Para teores de

umidade de 40% a jurema preta perde em custo-benefício para o briquete vendido a R\$ 250,00 e R\$ 300,00; com umidade a partir de 50% verifica-se a clara vantagem do briquete sobre a lenha nativa de jurema preta.

Tabela 40 - Equivalência de preços da energia oriunda da lenha de jurema preta e do briquete na região do Baixo-Açu

TEOR DE UMIDADE %	LENHA R\$ (energia/t)	BRIQUETE R\$ (energia/t)	BRIQUETE PE (R\$/kcal)	Diferença de preços
0	R\$ 174,00/t (PCU = 3.826 kcal/kg) PE = R\$ 0,0000455/Kcal	250,00	0,0000689	51,56
		275,00	0,0000758	66,72
		300,00	0,0000827	81,87
		325,00	0,0000896	97,03
		350,00	0,0000965	112,19
10	R\$ 174,00/t (PCU = 3.383 Kcal/kg) PE = 0,0000514/ Kcal	250,00	0,0000689	34,01
		275,00	0,0000758	47,41
		300,00	0,0000827	60,81
		325,00	0,0000896	74,22
		350,00	0,0000965	87,62
20	R\$ 174,00/t (PCU = 2.941Kcal/kg) PE = 0,0000592/ Kcal	250,00	0,0000689	16,50
		275,00	0,0000758	28,15
		300,00	0,0000827	39,80
		325,00	0,0000896	51,45
		350,00	0,0000965	63,10
30	R\$ 174,00/t (PCU = 2.498Kcal/kg) PE = R\$ 0,0000697/ Kcal	250,00	0,0000689	1,05
		275,00	0,0000758	8,85
		300,00	0,0000827	18,75
		325,00	0,0000896	28,64
		350,00	0,0000965	38,54
40	R\$ 174,00/t (PCU = 2.056kcal/kg) PE = R\$ 0,0000846/kcal	250,00	0,0000689	18,55
		275,00	0,0000758	10,41
		300,00	0,0000827	2,27
		325,00	0,0000896	5,88
		350,00	0,0000965	14,02
50	R\$ 174,00/t (PCU = 1.613kcal/kg) PE = R\$ 0,0001079	250,00	0,0000689	36,10
		275,00	0,0000758	29,71
		300,00	0,0000827	23,32
		325,00	0,0000896	16,93
		350,00	0,0000965	10,54

*As marcações em vermelho expressam vantagem percentual do briquete em relação à lenha; os valores em preto expressam a vantagem da lenha sobre o briquete.

Na Tabela 41 repetimos o mesmo exercício com a lenha da algaroba (*Prosopis Juliflora*), uma das preferidas dos consumidores de energéticos florestais também pelo seu alto poder calorífico. Mais uma vez, calculamos a média dos PCS da algaroba contidos nos trabalhos de Oliveira et al (1999), Pereira e Lima (2002) e Cunha (2012) para comparar os preços do kcal de energia de acordo com os teores de umidade apresentados.

Tabela 41 - Equivalência de preços da energia oriunda da lenha de algaroba e do briquete na região do Baixo-Açu

TEOR DE UMIDADE %	LENHA R\$ (energia/t)	BRIQUETE R\$ (energia/t)	BRIQUETE PE (R\$/kcal)	Diferença de preços
0	R\$ 141,00/t (PCU = 4.611 kcal/kg) PE = R\$ 0,0000306/Kcal	250,00	0,0000689	125,41
		275,00	0,0000758	147,95
		300,00	0,0000827	170,49
		325,00	0,0000896	193,03
		350,00	0,0000965	215,57
10	R\$ 141,00/t (PCU = 4.090Kcal/kg) PE = 0,0000345/ Kcal	250,00	0,0000689	99,94
		275,00	0,0000758	119,93
		300,00	0,0000827	139,93
		325,00	0,0000896	159,92
		350,00	0,0000965	179,91
20	R\$ 141,00/t (PCU = 3.569 Kcal/kg) PE = 0,0000395/ Kcal	250,00	0,0000689	74,47
		275,00	0,0000758	91,92
		300,00	0,0000827	109,36
		325,00	0,0000896	126,81
		350,00	0,0000965	144,26
30	R\$ 141,00/t (PCU = 3.048 Kcal/kg) PE = 0,0000463/ Kcal	250,00	0,0000689	49,00
		275,00	0,0000758	63,90
		300,00	0,0000827	78,80
		325,00	0,0000896	93,70
		350,00	0,0000965	108,60
40	R\$ 141,00/t (PCU = 2.527kcal/kg) PE = 0,0000558/kcal	250,00	0,0000689	23,53
		275,00	0,0000758	35,88
		300,00	0,0000827	48,24
		325,00	0,0000896	60,59
		350,00	0,0000965	72,94
50	R\$ 141,00/t (PCU = 2.006 kcal/kg) PE = 0,0000703/kcal	250,00	0,0000689	1,94
		275,00	0,0000758	7,87
		300,00	0,0000827	17,68
		325,00	0,0000896	27,48
		350,00	0,0000965	37,29

*As marcações em vermelho expressam vantagem percentual do briquete em relação à lenha; os valores em preto expressam a vantagem da lenha sobre o briquete.

A análise da Tabela 41 nos permite chegar à conclusão que, diante de um PCU tão alto como o da algaroba, torna-se muito difícil sua substituição pela lenha artificial, uma vez que a própria natureza dotou esse vegetal das características que a tecnologia tenta acrescentar às biomassas artificiais, como é o caso do briquete. Contudo, há que se considerar que, como no Rio Grande do Norte não existem florestas energéticas de algaroba, o fato de a lenha dessa árvore apresentar uma relação custo-benefício excepcional não significa que hoje seja possível atender, com ela, a uma parcela considerável da demanda por lenha e carvão vegetal.

Por fim, na Tabela 42 disponibilizamos um quadro resumido com a comparação de preço da quilocaloria de energia das biomassas primárias (lenha genérica, jurema preta e algaroba) e do briquete misto de palha de carnaúba e capim-elefante que será produzido na fábrica-escola de Ipanguaçu. Se considerarmos que não existe lenha disponibilizada na natureza com zero por cento de umidade e que o teor médio de umidade do material lenhoso se situa acima dos 20% (25% de acordo com o BEN), podemos observar que a partir dessa faixa, metade das 60 simulações se mostraram favoráveis ao uso do briquete.

Tabela 42 – Relação preço do briquete / preço da lenha genérica, de jurema preta e de algaroba de acordo com os respectivos teores de umidade

Espécies de lenha R\$ 225,00/ton	Preço do briquete* (R\$/t)	Preço da energia do briquete	Teores de umidade dos diferentes tipos de lenha					
			0%	10%	20%	30%	40%	50%
Lenha catada**	250,00	0,0000689	8,83	19,80	30,74	41,70	52,64	63,61
	275,00	0,0000758	0,28	11,78	23,81	35,87	47,90	59,97
	300,00	0,0000827	9,40	3,76	16,88	30,04	43,17	56,33
	325,00	0,0000896	18,52	4,26	9,96	24,21	38,43	52,69
	350,00	0,0000965	27,64	12,28	3,03	18,38	33,69	49,05
Jurema preta	250,00	0,0000689	51,56	34,01	16,50	1,05	18,55	36,10
	275,00	0,0000758	66,72	47,41	28,15	8,85	10,41	29,71
	300,00	0,0000827	81,87	60,81	39,80	18,75	2,27	23,32
	325,00	0,0000896	97,03	74,22	51,45	28,64	5,88	16,93
	350,00	0,0000965	112,19	87,62	63,10	38,54	14,02	10,54
Algaroba	250,00	0,0000689	125,41	99,94	74,47	49,00	23,53	1,94
	275,00	0,0000758	147,95	119,93	91,92	63,90	35,88	7,87
	300,00	0,0000827	170,49	139,93	109,36	78,80	48,24	17,68
	325,00	0,0000896	193,03	159,92	126,81	93,70	60,59	27,48
	350,00	0,0000965	215,57	179,91	144,26	108,60	72,94	37,29

● Vantagem do briquete

● Vantagem da lenha

8. PERSPECTIVAS DE CONSERVAÇÃO DO BIOMA CAATINGA E DE GERAÇÃO DE TRABALHO E RENDA COM A INSTALAÇÃO DE UM APL DE BIOCOMBUSTÍVEIS ADENSADOS

Conforme o texto preliminar do PNRS - Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2011), apesar das inviabilidades técnicas e de logísticas que em grande parte das vezes impedem um maior aproveitamento dos resíduos agrossilvopastoris, estudos específicos em algumas regiões podem aumentar a participação da biomassa na matriz energética. Assim, a primeira diretriz do PNRS para a gestão dessa categoria de resíduos é o desenvolvimento de tecnologias para o seu aproveitamento.

De modo que o Projeto Caatinga Viva está totalmente aderido às propostas elencadas não só pelo PNRS como também pelo Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, o PAN-Brasil (MMA, 2004), e pelo seu equivalente estadual, o PAE-RN (SEMARH, 2010). O Projeto tem como objetivo servir de base para a proposição de políticas públicas para a promoção do desenvolvimento sustentável de áreas cujos biomas estejam ameaçados pelo desmatamento insustentável da mata nativa para fins energéticos e que, ao mesmo tempo, apresentem condições de abrigarem um APL para produção de biocombustíveis sólidos adensados, como briquetes e *pellets*, como é o caso da região do Baixo-Açu.

8.1 IMPACTOS AMBIENTAIS

Mais de 90% da lenha e do carvão vegetal consumidos no Rio Grande do Norte ainda procedem da mata nativa, explorada na maior parte das vezes de forma insustentável, com relevantes custos em sua maior parte de forma insustentável, com custos relevantes ao meio ambiente (EMPARN, 2010). Na região do Baixo-Açu, o processo de desertificação se apresenta de forma grave, constituindo-se em um problema para a continuidade das atividades econômicas locais e para a vida das pessoas de uma forma geral (Figura 55).

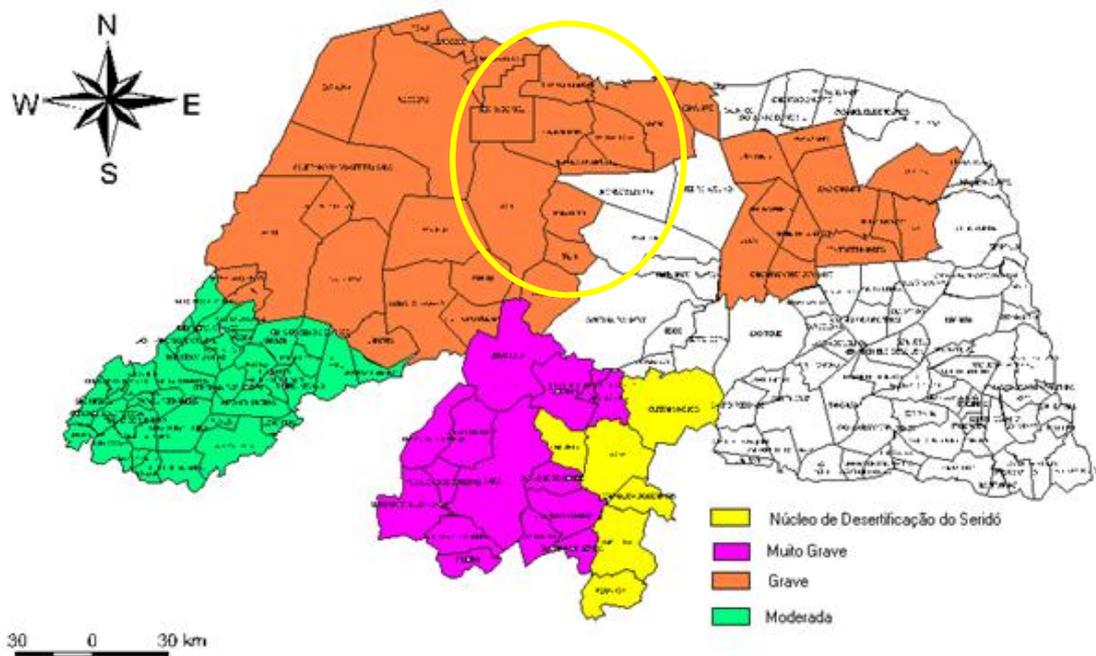


Figura 56 – Áreas de ocorrência de processo de desertificação no RN
 Fonte : CARVALHO et al.. (2009, p.9).

Viável do ponto de vista econômico e financeiro, a instalação da fábrica de briquetes de Ipanguaçu pode contribuir de forma significativa para a reversão do quadro de devastação do Bioma Caatinga na região, conforme raciocínio detalhado abaixo:

- Incremento Médio Anual da caatinga (crescimento anual da vegetação do semiárido) = 10 m³ st/ha/ano ou 2,1 t/ha/ano (GARIGLIO, 2010). ;
- Tempo de recomposição da caatinga = 15 anos (RIEGELHAUPT et al., 2010);
- 1 hectare da caatinga = 2,1 t/ha/ano x 15 = 31, 5 t de vegetação nativa;
- PCI da lenha catada = 2.976 kcal/kg (MME,2012);
- PCI do briquete composto por 80% de palha de carnaúba e 20% de capim elefante = 3.983 kcal/KG (SANTOS,2012), 34% superior ao PCI da lenha; logo,
- Logo, 4.800t de briquete = 6.432 t de lenha (4.800 t + 34%);
- 31,5 t de lenha ----- 1ha
 6.432 t de lenha x = **204,19 ha (área que deixará de ser devastada com a instalação da fábrica de briquetes de Ipanguaçu);**
- Demanda total por lenha = 569.929,21 m³st/a ou 119.685,13 t/a;

- N° de fábricas necessárias para suprir a demanda total por lenha = $119.685 \text{ t} / 4.800 \text{ t} = 25$;
- **Área que deixaria de ser devastada por ano com 25 fábricas de briquetes operando na região = 5.104,76 ha/ano.**

Outra solução para equilibrar a balança oferta-demanda por lenha seria implantar um plano de manejo eficiente da vegetação da caatinga de modo a suprir toda essa demanda por energéticos nos nove municípios que compõem o Baixo-Açu. O plano de manejo consiste na divisão de um terreno em um número x de talhões igual ao número de anos que a vegetação cortada leva para voltar ao estado original. A demanda de cada ano é suprida pelo desmatamento de apenas um talhão. Para que a mata se recomponha, no ano seguinte é cortada a mata do 2º talhão e assim por diante, até retornar ao primeiro, já com a vegetação em ponto de corte novamente.

Conforme visto acima, o tempo necessário para a caatinga se recompor é de 15 anos em média (RIEGELHAUPT *et al.*, 2010). Isso significa que para atender à demanda por lenha, o responsável pelo plano de manejo teria que fazer o corte em 15 talhões de 204,19 ha, o que exigiria uma propriedade de 3.062,85 ha (30,62 km²) para se igualar à oferta de apenas uma fábrica de briquetes durante todo esse tempo.

Se o objetivo fosse fazer plano de manejo para suprir todo o mercado, seria necessário dispor de uma área de 76.571,25 ha (3.062,85 ha x 25 fábricas) ou 765 km² praticamente a área ocupada pelo município de Macau. Obviamente, não é possível se dispor de uma área contínua de tal tamanho, logo, a execução de plano de manejo da caatinga com objetivo de suprir, de forma legal, toda a demanda por energéticos da região é absolutamente inviável, o que justificaria a criação de um APL de produção de biocombustíveis adensados na região do Baixo-Açu.

8.2 GERAÇÃO DE TRABALHO E RENDA

A despeito de suas potencialidades, os municípios do Baixo-Açu, tomados em conjunto, apresentam um percentual de pobres maior do que a média estadual, de 56,73%, contra 52,27% do Rio Grande do Norte (IBGE, 2010), que está, por sua vez, entre os estados mais pobres do País (Figura 54).

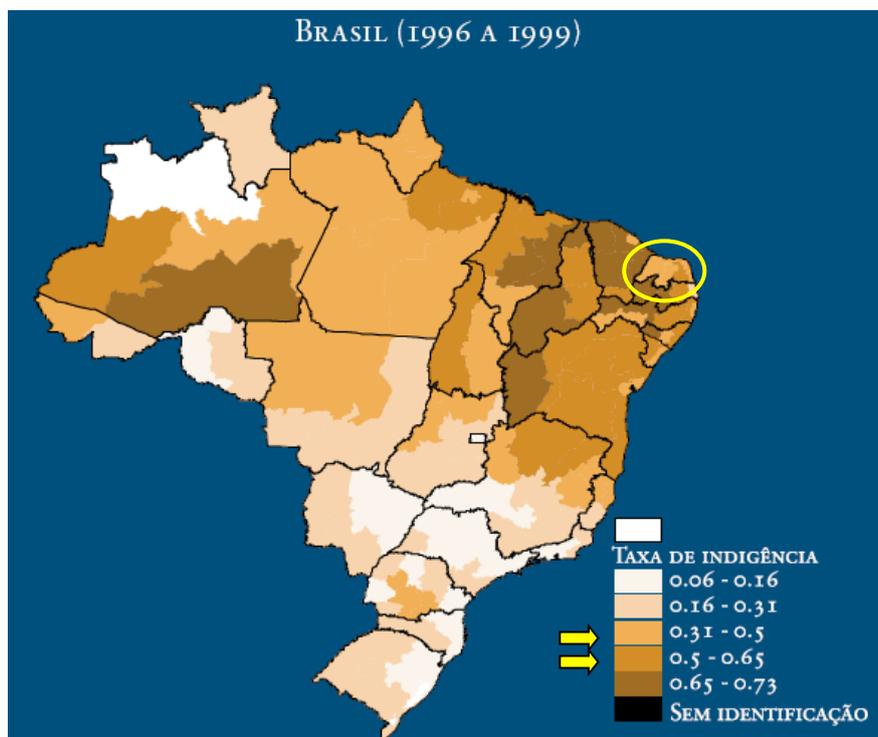


Figura 57- Nível de indigência por mesorregião (CPS/FGV, 2001, *apud* MMA, 2004))

Dentro dessa perspectiva, a criação de mais um segmento – o da bioenergia – para participar da cadeia produtiva principalmente da Indústria de Cerâmica Vermelha, pode ser uma forma eficiente de resolver o problema do desequilíbrio entre oferta e demanda de lenha na região e, ao mesmo tempo, promover a geração novos postos de trabalho e preservação dos já existentes, dinamizando a economia dos nove municípios estudados.

A instalação da fábrica-escola de briquetes de Ipanguaçu pode contribuir com com mais de R\$ 1,4 milhão ao ano à economia da região, dos quais: R\$ 112.135,00 pagos em salários a sete funcionários; R\$ 80.640,00 pagos a carnaubeiros (considerando o valor da palha em R\$ 15,00/t) e R\$ 107.520,00 a agricultores, fornecedores de capim-elefante. O lucro líquido, estimado entre R\$ 156 mil e R\$ 680 mil também seria gasto, em grande parte, na própria região.

Além de contribuir para a economia do Baixo-Açu, a fábrica-escola funcionaria como o embrião de um Arranjo Produtivo Local voltado à produção de biocombustíveis adensados. Partindo-se do princípio da substituição total da lenha pelo briquete e

ignorando a pequena oferta computada pelo IBGE de madeira nativa (70.564,75 m³st/ano ou 14.818,60 t/a), a demanda total por lenha na região, incluindo a transformada em carvão vegetal, é de 569.929,21 m³ st/ano ou 119.685,13 t/ano. Para atendê-la, seriam necessárias 25 fábricas de briquete com a mesma capacidade de produção da fábrica-escola (4.800 t/ano).

Com um preço médio de venda do briquete estimado em R\$ 300,00 a tonelada, a expectativa de faturamento anual das empresas do APL seria de R\$ 30.240.000,00; o número de empregos diretos gerados seria em torno de 175, que receberiam cerca de R\$ 2,8 milhões ao ano em salários, além dos salários indiretos de prestadores de serviço; a produção de briquetes absorveria todo o resíduo da produção de cera de carnaúba disponível (30.310 t), gerando R\$ 454,65 mil de uma renda que não existia antes para cerca de 1000 carnaubeiros da região; haveria ainda a necessidade de inclusão dos agricultores da região na nova atividade econômica, como produtores de espécies vegetais energéticas para complementar a quantidade de biomassa necessária para atender a toda demanda de lenha e carvão vegetal da região.

Para suprir as cinco fábricas de briquete misto de palha de carnaúba com capim-elefante, seriam necessários 6.720 t/ano deste último; para suprir totalmente as outras 20 fábricas de capim-elefante como matéria-prima exclusiva, seriam necessárias mais 134.400 t, totalizando 141.120 t a serem plantadas na região. Vendidas a R\$ 80,00 a tonelada, a quantidade de dinheiro gerada, por ano, para produção de biomassa para fins energéticos no Baixo-Açu poderia ultrapassar R\$ 11 milhões ao ano.

De acordo com os estudos de Tavares e Santos (2012), expostos no capítulo 5 deste trabalho, o capim-elefante se apresenta como uma espécie de gramínea que reúne as qualidades requeridas para o processo de adensamento ligno-celulósico com bons índices de produtividade e baixos custos de produção no campo. Como essa espécie de gramínea pode alcançar, com irrigação e manejo adequados, uma produtividade de 80t/ha, seriam necessários 1.764 hectares/ano (141.121 t / 80 t/ha) para cultivo do capim para, associadamente à palha de carnaúba, produzir briquetes suficientes para os consumidores residenciais e industriais locais, de modo a interromper o desmatamento do bioma caatinga.

Divididos em módulos de três hectares, tamanho padrão das propriedades onde se desenvolve a agricultura familiar, a produção de capim-elefante pode gerar ocupação e renda para 588 famílias de pequenos agricultores. Caso sejam plantados em escala

empresarial, as culturas de capim poderão ocupar quase 6 pivôs centrais de irrigação, com 100 hectares cada.

Os cálculos acima ilustram uma situação ideal, que dificilmente se concretizaria matematicamente da mesma forma. Contudo, eles servem para mostrar que, devido às suas características, de seu potencial hídrico e gerador de resíduos agroindustriais, a região do Baixo-Açu pode abrigar um APL de produção de biocombustíveis que pode contribuir significativamente para um salto na qualidade de vida dos seus moradores tanto no aspecto econômico quanto no ambiental.

9. CONCLUSÃO

A implantação de um *cluster* de produção de briquetes na região do Baixo-Açu mostrou-se viável nesse estudo, partindo-se do pressuposto de que o briquete misto composto de 80% de palha de carnaúba e 20% de capim-elefante tenha o comportamento esperado nos fornos das indústrias do Baixo-Açu, em especial das fábricas de telhas, tijolos e lajotas, que são as maiores consumidoras de lenha da região. O combustível seria produzido para suprir o próprio mercado local, com uma tendência fortemente compradora de um produto capaz de reduzir ou acabar com a dependência da lenha, cuja demanda é de 119.685,134 t/ ano, com cada vez mais dificuldade de ser atendida.

A quantidade de matéria-prima principal (palha de carnaúba) é de 30.300 t, capaz de suprir cinco fábricas de briquetes de igual porte. Para compor o *blend* do briquete que se pretende produzir na fábrica-escola, serão necessários também 1.344 t/a de capim-elefante, distribuídos em 16,8 ha plantados com sistema de irrigação, em propriedades próximas às fábricas, gerando trabalho e renda para carnaubeiros e agricultores.

As análises dos 50 fluxos de caixa da fábrica-escola e da fábrica x comprovaram retorno do capital investido (*Payback*) em cinco ou menos anos; Taxas Internas de Retorno bem acima de 10% aa e VPLs bastante próximos do valor do investimento inicial, no décimo ano de operação da fábrica, muitos até superando-os.

Entre os maiores gastos, destacam-se aqueles feitos com frete (média de 28%); em segundo lugar vêm as despesas com compra de matéria-prima (média de 23%).

Constatou-se que para a fábrica-escola o valor de venda da tonelada de briquete a R\$ 250,00 e a R\$ 275,00 é inviável para os cinco preços de matéria-prima estudados; a venda por R\$ 300,00 só não é viável a partir de certo ponto da faixa de preço da matéria-prima acima R\$ 56,00/t, chegando a R\$ 61,60/t já inviável.

Para a fábrica x apenas a venda a R\$ 250,00 torna o negócio inviável em todas as simulações; a venda a R\$ 275,00 também só é inviável a partir de certo ponto da faixa de preço da matéria-prima acima R\$ 56,00/t, chegando a R\$ 61,60/t já inviável.

Para evitar problemas com a elevação continuada de preços das matérias-primas, tais como o relatado pelo Sr. Luís Carlos Vieira, proprietário da Fábrica Leneco, que começou recebendo a serragem de madeira como doação e hoje paga R\$ 20,00/t, é recomendável que se estabeleça contratos de fornecimentos garantindo o preço por um

período de tempo considerável de modo a permitir a gestão dos custos de produção. Em relação ao capim-elefante, além do contrato de fornecimento, é recomendável que as plantações se localizem o mais perto possível da fábrica, para reduzir ao máximo os custos com transporte.

Recomenda-se também que os futuros empreendedores do ramo de briquetagem invistam na divulgação das qualidades intrínsecas do briquete como biocombustível (poder calorífico elevado, padronização de forma e de tamanho, facilidade de manuseio e estocagem etc) e a sua importância para a preservação do Bioma Caatinga.

Uma fábrica com produção anual de 4.800 t de briquetes evitaria o desmatamento de 204,19 ha/ano da caatinga; 25 fábricas do mesmo porte evitaria a destruição de 5.104,75 ha/a. Como o tempo de regeneração total de uma área de caatinga desmatada é de 15 anos, ao longo desse tempo uma fábrica evitaria o desmatamento de 3.062,85 ha/a (30,62km²) e 25 fábricas evitariam a destruição de 76.571,25 ha (765,71 Km²).

Em relação à geração de emprego e renda, a instalação de apenas uma fábrica do porte do modelo estudado poderia contribuir com com mais de R\$ 1,4 milhão ao ano à economia da região do Baixo-Açu, dos quais: R\$ 112.135,00 pagos em salários a sete funcionários; R\$ 80.640,00 pagos a carnaubeiros (considerando o valor da palha em R\$ 15,00/t) e R\$ 107.520,00 a agricultores, fornecedores de capim-elefante. O lucro líquido, estimado entre R\$ 156 mil e R\$ 680 mil também seria gasto, em grande parte, na própria região.

Porém, considerando que, em tese, a demanda por combustível suporta 25 fábricas de igual porte, um *cluster* capaz de suprir todo esse mercado teria potencial para gerar 175 novos empregos diretos e injetar anualmente na economia da região cerca de R\$ 30 milhões, dos quais R\$ 2,8 milhões ao ano em salários - R\$ 455 mil pagos aos fornecedores de palha de carnaúba, que venderiam os resíduos suficientes a cinco fábricas, além de cerca de R\$ 11 milhões ao ano pagos aos produtores de capim-elefante para suprir a demanda das outras 20 fábricas.

Como sugestões formuladas a partir desse estudo para incentivar a produção de biocombustíveis sólidos no Rio Grande do Norte e em especial na região do Baixo-Açu estão: i) a concessão de incentivos fiscais para dar às empresas iniciantes no ramo um mínimo de competitividade diante de mercados organizados como do petróleo, eletricidade e gás natural; ii) um maior rigor por parte dos órgãos ambientais no cumprimento da lei que proíbe o corte e comércio ilegal de lenha, de modo a

desestimular a contravenção por parte dos maiores consumidores do combustível e iii) a criação de convênios com universidades e outros centros tecnológicos para o desenvolvimento das tecnologias de adensamento ligno-celulósico.

Como recomendação de pesquisas futuras na área de biocombustíveis sólidos adensados, propõe-se: i) o estudo do comportamento de briquetes e pellets nos diversos tipos de fornos utilizados no Brasil – especialmente nos fornos das indústrias de cerâmica vermelha; ii) o estudo da viabilidade econômico-financeira de instalação de plantas de briquetes ou pellets em outras áreas degradadas e/ou sob processo de desertificação e nas regiões do País onde se desenvolva atividades geradoras de resíduos ligno-celulósicos e iii) estudo da produção de briquetes com diferentes composições de biomassas, tanto puras, quanto em *blends* (misturas de várias biomassas).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Atlas de energia elétrica do Brasil*. Brasília: Aneel, 2008. 236 p. Disponível em < http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689>. Acesso em 14/08/2012.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. *Dados estatísticos mensais*. Disponíveis em <http://www.anp.gov.br/?pg=59236&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1353246877251>. Acesso em 18/11/2012.

ALBAGLI, S. e BRITO, J. *Arranjos Produtivos Locais: Uma nova estratégia de ação para o SEBRAE – Glossário de Arranjos Produtivos Locais*. RedeSist, 2002. Disponível em < www.ie.ufrj.br/redesist>. Acesso em 10/08/2012.

ALBANO, G.P. & SÁ, A.J. Vale do Açu: passagem do extrativismo da carnaúba para a monocultura de banana. *Revista de Geografia*. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v.26, n.3, set/dez. de 2000. Disponível em <<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewPDFInterstitial/203/176>>. Acesso em 08/08/2012.

ALBUQUERQUE, V. Lula inaugura Termoçu em Alto do Rodrigues. *Tribuna do Norte*. Edição de 19 de setembro de 2008. Disponível em <<http://tribunadonorte.com.br/noticia/lula-inaugura-usina-termoacu-em-alto-do-rodrigues/87636>>. Acesso em 09/07/2012.

ALMEIDA A. N. *et al.* Demanda de briquete de madeira. *Revista Floresta*, Curitiba, PR, v. 41, n. 1, p. 73-78, jan./mar. 2011. Disponível em <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/viewArticle/21183>>. Acesso em 10/09/2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. *Processo de fabricação da cerâmica vermelha*. Disponível em <<http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=45>>. Acesso em 13/08/2012.

BACCELLI JÚNIOR, G. *Avaliação do processo industrial da cerâmica vermelha na região do Sériado - RN*. 196f. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Disponível em <http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde_arquivos/10/TDE-2010-12-28T070837z-3214/Publico/GilbertoBJ_TESE_capa%20ate%20pg200.pdf>. Acesso em julho de 2012.

BELUSSI, F. In search of a useful theory of spatial clustering. In: DRUID SUMMER CONFERENCE 2004 ON INDUSTRIAL DYNAMICS, INNOVATION AND DEVELOPMENT, 2004, Elsinore, Denmark, 49p. Disponível em < www2.druid.dk/conferences/viewpaper.php?id=2388&cf=16>. Acesso em outubro de 2012.

BRAGA, R. *Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará*. 4. Ed. Natal: Editora Universitária, UFRN, 1976.

BRAGA, Roberto. *Fundamentos e técnicas de administração financeira*. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1989.

BRAND, M.A. *Energia de biomassa florestal*. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2010. .

BRESSER-PEREIRA, L.C. O modelo Harrod-Domar e a substitutibilidade de fatores. *Revista Estudos Econômicos Estudos Econômicos*, v.5, n (3). São Paulo: Universidade de São Paulo, setembro 1975. Disponível em <<http://bresserpereira.org.br/papers/1975/75.ModeloHarrod-Domar.pdf>> . Acesso em 22/01/2013.

BRESSER-PEREIRA, L.C. *Desenvolvimento, crescimento e salário*. Textos para Discussão da Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, texto nº 169. Rio de Janeiro: FGV, 2008. Disponível em <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/1896/TD169.pdf?sequence=1>> . Acesso em 22/01/2013

BRIGHAM, E. F. *et al. Administração financeira: teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 2001.

CÂMARA SETORIAL DA CARNAÚBA. *A carnaúba: preservação e sustentabilidade*. Manual. Fortaleza: Câmara Setorial da Carnaúba, 2009. Disponível em <http://www.portaldacarnauba.org.br/producao_cientifica/producao_cientifica.xhtml>. Acesso em 12/08/2012.

CARASCHI & GARCIA. A expansão do mercado de pellets de madeira. *Revista da Madeira*, edição 131, maio de 2012. Disponível em <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1600&subject=Pellets&title=A%20expans%20do%20mercado%20de%20Pellets%20de%20Madeira>. Acesso em 03/07/2012.

CARDOSO A. S. *et al.* Vantagens comparativas e restrições comerciais : uma avaliação do comércio Brasil/Alemanha em 2001. *Revista Economia Contemporânea*. Rio de Janeiro, set/dez de 2005. 585-614. Disponível em <www.scielo.br/pdf/rec/v9n3/v9n3a05.pdf>. Acesso em 23/12/2012.

CARVALHO *et al.* *Capim-elefante: produção e utilização*. Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Embrapa.1997.

CARVALHO *et al.* *Caracterização das áreas de ocorrência de desertificação no Rio Grande do Norte*. Natal: [s.n] 2000.

CARVALHO O.O. *et al.* *Perfil Industrial da cerâmica vermelha no Rio Grande do Norte*. Natal: Federação das Indústrias do Rio Grande do Norte, 2001. CD-ROM.

CARVALHO, F. P. A.de. *Eco-eficiência na produção de pó e cera de carnaúba no município de Campo Maior (PI)*. 157f. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2005.

CARVALHO, J. B. de M. *Ensaio sobre a carnaubeira*. 2 ed. Natal: EMPARN, 1982.

CASSIOLATO, J.E. & LASTRES, H. M. M. (eds). *Globalização e Inovação Localizada: experiências de sistemas locais do Mercosul*. Brasília: IBCT/MCT, 1999. Disponível em < www.ie.ufrj.br/redesist/P1/texto/NT01.PDF>. Acesso em 13/08/2012.

CAVALCANTI, S. L.B. *Rio Grande do Norte: indicadores básicos e indústria*. Natal: Federação das Indústrias do Rio Grande do Norte, 2012. Disponível em < http://www.fiern.org.br/images/PDF/Publicacoes/Estudos_Pesquisas/rn_indicadores_basicos_industria_04_2012.pdf>. Acesso em 08/07/2012.

CHIAVENATTO, I. *Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor*. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

COELHO, J. M. *Perfil de argilas para Cerâmica Vermelha: relatório técnico 32*. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2009. Disponível em < http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P23_RT32_Perfil_da_Argila.pdf>. Acesso em 05/03/2012.

CBH - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU. *Características físicas da bacia*. Disponível em < <http://www.cbhpiancopiranhasacu.org.br/site/a-bacia/>>. Acesso em 07/07/2012.

COSTA, L.G.A. Conjuntura Agrícola: Rio Grande do Norte. In: CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (ORG). *Agricultura e abastecimento alimentar: políticas públicas e mercado agrícola*. Brasília: CONAB, 2009. p. 493 – 501.

COUTO, L. *et al. Produção de pellets de madeira: o caso da Bio Energy no Espírito Santo*. Revista Biomassa & Energia v1, n1, p 45-52. 2004.

CTGAS / SEBRAE-RN. *Diagnóstico da indústria de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Norte*. CTGAS-ER, SEBRAE-RN, Natal, 2012.

CUNHA, A.B. *Análise das propriedades físicas, mecânicas e energéticas da parte aérea e tronco de algaroba (Prosopis Juliflora)*. 2012. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal). Universidade de Brasília, DF, 2012. Disponível em <http://bdm.bce.unb.br/bitstream/10483/4438/1/2012_AndreBarretoCunha.pdf>. Acesso em novembro de 2012.

DALLABRIDA, V.R. *Desenvolvimento regional: por que algumas regiões se desenvolvem e outras não*. Santa Cruz do Sul, RS: Editora da UNISC, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. *Perímetro irrigado do Baixo-Açu*. Disponível em < http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/rn/baixo_acu.htm>. Acesso em 07/07/2012.

DIAS, J. *Utilização da biomassa: avaliação de resíduos e utilização de pellets em caldeiras domésticas*. Dissertação de Mestrado-Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2002. Disponível em < <http://enersilva.navegantes.info/areasubir/articulos/>>

Tesis%20Mestrado%20Joao%20Dias.pdf>. Acesso em 13/07/2012.

DIXON, J. *The Economics of Dryland Management*. London: Earthscan Publications, 1989.

EMBRAPA. *Briquetagem e peletização de resíduos florestais*. Folder. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2012.

FEISTEL P. R. & HIDALGO A.B. *Mudanças na estrutura do comércio exterior brasileiro: a questão das vantagens comparativas*. Artigo apresentado no 38º Encontro Nacional de Economia. Salvador, dezembro de 2010. Disponível em < <http://www.anpec.org.br/encontro2010/inscricao/arquivos/000-33ea5e3b1f03f4c7112692790ad10e9a.pdf> >. Acesso em 20/12/2012.

FEISTEL P. R. & HIDALGO A.B. O intercâmbio comercial Brasil-China: a questão das vantagens comparativas. *Revista Análise Econômica* ano 30, n.57, p. 175-203. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em < <http://seer.ufrgs.br/AnaliseEconomica/article/view/16464> >. Acesso em 29/11/2012.

FELIPE, José Lacerda Alves *et al.* *Atlas, Rio Grande do Norte: espaço geo-histórico e cultural*. João Pessoa, PB: Editora Grafset, 2006.

FERNANDES J. L. R. de. *As interfaces entre o Plano Diretor (PD) Municipal e o planejamento de Arranjo Produtivo Local (APL): o caso de Tambaú, no Estado de São Paulo (2003-2008)*. 232f. Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano e Regional. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

FILIPPETTO, D. *Briquetagem de resíduos vegetais: viabilidade técnico-econômica e potencial de mercado*. Dissertação de mestrado acadêmico em Planejamento de Sistemas Energéticos. São Paulo, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

FRANCELINO, Márcio R. *et al.* Contribuição da caatinga na sustentabilidade de projetos de assentamentos no sertão norte-rio-grandense. *Revista Árvore*, Viçosa, 27 (1): 79-86, 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n1/15925.pdf>. Acesso em 05/09/2012.

FURTADO, C.. *A economia brasileira*. Rio de Janeiro: A Noite, 1954.

_____. *A Operação Nordeste*. Rio de Janeiro: Instituto Superior de Estudos Brasileiros, 1959.

_____. *O mito do desenvolvimento econômico*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

_____. *Os desafios da nova geração*. *Revista de Economia Política*, vol. 24, n. 4 (96). São Paulo: Editora 34. Disponível em < <http://www.rep.org.br/pdf/96-1.pdf> >. Acesso em 17/09/2012.

GARCIA, R. *Vantagens competitivas de empresas em aglomerações industriais: um estudo aplicado à indústria brasileira de calçados e sua inserção nas cadeias produtivas*

globais. 189f. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

GARIGLIO *et al.* *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga*. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

GENTIL, L. V. B. *Tecnologia e economia do briquete de madeira*. 197f. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal. Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2008.

GITMAN, L. J. *Princípios da Administração Financeira*. 10. ed. essencial. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

GUIMIERO, R.G. *Diálogo das teses do subdesenvolvimento de Rostow, Nurkse e Myrdal com a teoria do desenvolvimento de Celso Furtado*. 144f. Dissertação de Mestrado em Ciência Política. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2011.

GUJARATI, D. *Econometria básica*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HALL, D.O. *et al.* *Visão geral de energia e biomassa*. In: ROSILLO–CALLE *et al.* *Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira*. Campinas: UNICAMP, 2005. p.25-67.

HEILBRONER, R. *A História do pensamento econômico*. São Paulo: Nova Cultural Ltda, 1996. Coleção os Economistas.

HIDALGO, Álvaro Barrantes. *O Intercâmbio Comercial Nordeste-China: Desempenho e Perspectivas*. Artigo Ren . Volume 42 nº 4-Outubro a Dezembro de 2011.

HILMANN, M. Ponto de equilíbrio aplicado a sistemas de produção de arroz irrigado. Artigo. *Revista ConTexto*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, 2º semestre 2001. Disponível em <<http://seer.ufrgs.br/ConTexto/search/authors/view?firstName=Mark&middleName=&lastName=Hillmann&affiliation=&country=BR>> . Acesso em 5/09/2012.

HOFFELDER, J. *Pellets de bagaço de cana na matriz energética*. 41f. Trabalho de conclusão do curso de bacharelado de Engenharia Química. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, julho de 2011. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/37074>>. Acesso em 12/08/09.

HOFFMAN, R. *Estatística para economistas*. 4 ed rev. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

IBGE. *Área Territorial Oficial*. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#geociencias>. Acesso em 20/06/2012.

_____. *Censo Agropecuário 2006*. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006_segunda_apuracao/default_tab_pdf.shtm>. Acesso em 11/09/2011.

_____. *Mapa da Pobreza e da Desigualdade dos Municípios Brasileiros, 2003*. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 10/07/2012.

_____. *Pesquisa da Produção Agrícola Municipal, 2000-2010*. Disponível em < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=18&i=P>>. Acesso em 11/09/2011.

_____. *Pesquisa da Produção da Extração e da Vegetal e da Silvicultura, 2006-2010*. Disponível em < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pevs/default.asp?o=36&i=P>>. Acesso em 11/09/2011.

_____. *Produto Interno Bruto dos Estados, 2010*. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/estados/topwindow.htm?1> > . Acesso em 10/09/2012.

_____. *Produto Interno Bruto dos Municípios, 2010*. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 18/12/2012.

_____. *Censo Agropecuário 1995-96*. Disponível em < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/1995_1996/default.shtm>. Acesso em 10/09/2011.

_____. *Censo Demográfico 2010*. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em 10/09/2011.

_____. *Mapa de Biomas, 2004*. Disponível em <ftp://geofpt.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/biomas.pdf>. Acesso em 20/06/2012.

_____. *Pesquisa da Pecuária Municipal, 2000-2010*. Disponível em < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=73&z=p&o=34>>. Acesso em 11/09/2011.

IDEMA. *Anuário Estatístico do Rio Grande do Norte*. Natal, v.26, 1999.

_____. *Diretrizes para política de controle da desertificação no Rio Grande do Norte*. Natal, 2004.

IGLIORI, D.C. *Economia dos clusters industriais e desenvolvimento*. São Paulo: Iglu Editora, 2001. 152 p.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA. *Panorama da Indústria da Cerâmica Vermelha no Brasil*. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em < http://redladrilleras.net/documentos_galeria/PANORAMA%20DA%20INDUSTRIA%20DE%20CERAMICA.pdf>. Acesso em 13/08/2012.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Energy balances of non-oecd countries 2003 – 2004*. Paris: OECD, 2006.

IPEA. *Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil*. Brasília, 1998. Disponível em http://www.pnud.org.br/IDH/Atlas1998.aspx?indiceAccordion=1&li=li_Atlas1998. Acesso em 12/02/06.

JACOBS, J. *A natureza das economias*. São Paulo: Editora Beca, 2001.

KAREKESI, S. *et al. Traditional Biomass Energy: improving its use and moving to modern energy use*. International Conference for Renewable Energies, 2004, Bonn. Thematic Background Paper, Alemanha, 2004.

KASSAI, J.C. *et al. Retorno de Investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

KEYNES, J. M. *A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda*. Coleção Os Economistas. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1996,

LIMA, G. *Cenário sobre o pó e a cera de carnaúba - período: novembro/2011*. Conjuntura mensal. Conab: Fortaleza, 2011. Disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_11_29_10_29_54_conjuntura_sobre_carnauba__2011_-_ceara.pdf>. Acesso em 03/07/2012.

MAIA I. S. de *et al. Território da pesca e aquicultura: a experiência do Assu – Mossoró no semiárido potiguar*. Trabalho apresentado no I Seminário Nacional de Geocologia e Planejamento Territorial. Universidade Federal de Sergipe, de 11 a 13 de abril de 2012. Disponível em < http://anais.geoplan.net.br/trabalhos_formatados/ > Acesso em 12/08/2012.

MANFREDINI, C. e SATTTLER, M. *Estimativa da energia incorporada a*

MARKUSEN, A. Áreas de atração de investimentos em um espaço econômico cambiante: uma tipologia de distritos industriais. *Revista Nova Economia*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, v.5, n.2, dezembro de 1995. Disponível em <<http://ideas.repec.org/a/nov/artigo/v5y1995i2p9-44.html>>. Acesso em outubro de 2010.

MARSHALL, A. *Princípios de Economia*. Coleção Os Economistas. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

MARTINS, Eliseu. *Contabilidade de Custos*. 7ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MATALLO JÚNIOR, Heitor. *Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas*. Brasília: UNESCO, 2001

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. *Nova Delimitação do Semi-árido Brasileiro*. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. Brasília, 2005. Disponível em <<http://www.mi.gov.br/desenvolvimentoregional/publicacoes/delimitacao.asp>>. Acesso em 22/06/2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA . *Balanço Energético Nacional 2012: Ano base 2011*. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2012. Disponível em <https://ben.epe.gov.br/>. Acesso em 15/07/2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Balanço Energético Nacional 2006: ano base 2005*. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2006. Disponível em <https://ben.epe.gov.br/>. Acesso em 15/07/2012.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. *Subsídios para a elaboração do plano de desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva da indústria de cerâmica vermelha*. Brasília, DF, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Instrução Normativa Ibama Nº 1/1996*. Diário Oficial da União nº 174, de 6 de setembro de 1996.

_____. *Monitoramento dos Biomas Brasileiros : caatinga*. Brasília, 2010. Disponível em <http://jornalescolar.org.br/wp-content/uploads/2010/04/monitoramentobiomascaatinga.pdf>

_____. *Panorama da desertificação no Rio Grande do Norte*. Natal: Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, 2005.

_____. *Plano Nacional de Resíduos Sólidos: versão preliminar para consulta pública*. Brasília, 2011. Disponível em < http://www.cnrh.gov.br/pnrs/documentos/consulta/versao_Preliminar_PNRS_WM.pdf> Acesso em 12/08/2012.

_____. *Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca*. Brasília, 2004. Disponível em < www.ibama.gov.br/rn/wp-content/files/2009/05/PAN_BRASIL.pdf> . Acesso em julho de 2011.

_____. *Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca do Rio Grande do Norte: PAE-RN*. Natal: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte. 2010.

MYRDAL, K. G. *An american dilemma: the negro problem and modern democracy* New York: Harper & Brothers, 1944.

_____. *Teoria econômica e regiões subdesenvolvidas*. Rio de Janeiro: Editora Saga, 1965.

MORAIS, D. M. *Briquetes de resíduos ligno-celulósicos como potencial energético para a queima de blocos cerâmicos: aplicação em uma indústria de cerâmica vermelha que abastece o Distrito Federal*. Tese de doutorado em Estruturas e Construção Civil. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. Disponível em < <http://repositorio.bce.unb.br/handle/10482/3574?mode=full>>. Acesso em 20/12/2012.

MOURA, D. *Cera de carnaúba: proposta de preço mínimo safra 2006/2007*. Natal: Conab.

MOURA, F. *Análise econômica da atividade extrativista da carnaúba no município de Carnaubais, RN*. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Ciências Econômicas da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Açu, 2010.

NOBRE, Marcos; AMAZONAS, Maurício (Org.). *Desenvolvimento sustentável: a Institucionalização de um conceito*. Brasília: Ed. IBAMA, 2002.

NOGUEIRA, L. A. H. *Bioenergias e Sustentabilidade: nexos e métodos*. São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, C. M. de. *Wood Pellets Brasil*. Curitiba: Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa, 2012. Disponível em < http://media.wix.com/ugd//09c803_24ea825b8184644b715809e41b68642c.pdf>. Acesso em 14/08/2012.

OLIVEIRA, L. de *et al.* *Consumo específico de lenha no setor residencial do semi-árido paraibano*. Trabalho apresentado no III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 1988, São Paulo. Anais do III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, São Paulo, 1988. p. 387-91.

OLIVEIRA, M.R. de *et al.* *Estudo das condições de cultivo da algaroba e jurema preta e determinação do PC*. *Revista de Ciência & Tecnologia*, São Paulo, Editora Unimep, v.14, p. 93-104, novembro de 1999.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.

OSAVA, M. *Capim-elefante, novo campeão em biomassa no Brasil*. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em <http://www.ips.org/ipsbrasil.net/nota.php?idnews=3292>. Acesso em 22/11/2012.

PEREIRA, J.C.D e LIMA, P.C.F. *Comparação da qualidade da madeira de seis espécies de algarobeira para a produção de energia*. Embrapa Florestas, Boletim de Pesquisa, Colombo, PR, n.45, p. 99-107, julho/dezembro de 2002.

PERSSON, G. *Speech at World Bioenergy 2006: Proceedings*. 2^a World Conference on Pellets. Ed. SVEBIO. Jonkoping, 2006.

PFALTZGRAFF, P. A. dos S. & MIRANDA TORRES, F. S. DE. *Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte*. Recife: CPRM, 2010. 227 p. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Geodiversidade_RN.pdf>. Acesso em 20/10/2012.

QUIRINO, W. F. *Briquetagem de resíduos ligno-celulósicos*. Ed. IBAMA - Circular Técnica do LPF. Vol 1. Nr 2. 1991.

REVISTA DA MADEIRA. *Cresce presença de energia renováveis*. Curitiba: Lettech Editora e Gráfica. Edição 132, outubro de 2012, p. 12-13.

RIBEIRO, M. J. *et al.* Aspectos fundamentais sobre a extrusão de massas de cerâmicas vermelhas. *Revista Cerâmica Industrial*, nº8, janeiro/fevereiro de 2003. São Paulo, p. 37-42. Disponível em < http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v08n01/v8n1_6.pdf>. Acesso em 18/10/2012.

RIEGELHAUP, E. *et al.* O manejo florestal na caatinga: resultados da experimentação. In: GARIGLIO *et al.* *Uso sustentável e Conservação dos Recursos da Caatinga*. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

RIEGELHAUP, E. *Revisão e atualização da oferta e demanda de energéticos florestais no Nordeste: Relatório Final do Consultor – Projeto TCP/BRA/2909*. Brasília, 2004. Não publicado.

RIEGELHAUP, E.M & PAREYNE, F.G.C. A questão energética. In: GARIGLIO *et al.* *Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente-Serviço Florestal Brasileiro, 2010, p.65-75.

RODRIGUEZ, O. *A teoria do Subdesenvolvimento da CEPAL*. Rio de Janeiro: Ed. Forense-Universitária, 1981.

ROSSILO-CALLE, F. Uma breve análise do potencial da biomassa no Brasil. *Revista Biomassa & Energia*, V1, N 3, 2004, p. 225-236.

SANTOS, F.C.N *et al.* *Caracterização morfológica e Cadastro dos açudes na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu-Rn*. Documentos. EMPARN Natal, 2005. Disponível em < www.emparn.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/.../Doc_28.pdf>. Acesso em 29/07/2012.

SANTOS, H.G. *et al.* *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

SANTOS L.D. *Concorrência e cooperação em Arranjos Produtivos Locais: o caso do polo de Informática de Ilhéus, BA*. 150f. Dissertação de Mestrado em Economia. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005. Disponível em < www.bibliotecadigital.ufba.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=260>. Acesso em outubro de 2010.

SANTOS, S. H. *Carcinicultura do Rio Grande do Norte quer retomar liderança*. Diário de Natal. Edição de 4 de maio de 2012.

SANTOS, T. E. *Potencial de uso de biomassa vegetal para produção de briquetes na região do Baixo-Açu, no Rio Grande do Norte*. 47f. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Bioprocessos, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, dezembro de 2012.

SCHUMPETER, J. A. *A teoria do desenvolvimento econômico*. Coleção Os Economists. São Paulo: Nova Cultural Ltda, 1997.

SEBRAE-RN. *Diagnóstico da Indústria de Cerâmica Vermelha do Rio Grande do Norte*. Natal, 2012. Disponível em <www.rn.agenciasebrae.com.br/anexo_download.kmf?cod=680>. Acesso em 20/10/2012.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO RN. *História dos comitês de bacias do Rio Grande do Norte*. Disponível em <<http://www.semarh.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/semarh/programas/gerados/comitesdebacias.asp>>. Acesso em 10/03/2012.

SEPLAN - SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E FINANÇAS DO RIO GRANDE DO NORTE. *Perfil do Estado do Rio Grande do Norte*. Natal, 2002. 85 p. Disponível em <http://www.idema.rn.gov.br/governo/secretarias/idema/perfilrn/>.

SERRANO, D.M.C. *Avaliação do Potencial de Produção e Exportação de Pellets Combustível no Polo Florestal da Região Sul do Brasil*. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, SP, 2009. Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000471207>>. Acesso em 13/12/2012.

SILVA FILHO G. E & CARVALHO E. B. S. *A Teoria do Crescimento Endógeno e o Desenvolvimento Endógeno Regional: investigação das convergências em um cenário cepalino*. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 32, n. Especial p. 467-482, novembro 2001, p.467-482.

SILVA, A. M. da. *Keynes e a Teoria Geral*. In: KEYNES, J. M. *A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda*. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1996, p 5-22.

SILVA, Paulo *et al.* *Consumo de energéticos florestais do setor domiciliar no Estado de Pernambuco*. Recife: IBAMA, 1993.

SINDICATO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE GÁS LIQUEFEITO DO PETRÓLEO. *GLP no Brasil: perguntas frequentes*. Volume 2. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em <http://www.aiglp.com/arq/downloads/Miolo_Cartilha_Sindigas_vol2_FINAL.pdf>. Acesso em 03/08/2012.

SOARES D. G. et al. *Rendimento de dois tipos de fornos de carvoejamento do sertão pernambucano: estudo de caso*. Boletim Técnico do Projeto GEF Caatinga. Disponível em http://www.plantasdonordeste.org/belgica/belgica/arq_site/. Acesso em 12/12/2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. *Fatos e números do Brasil Florestal*. São Paulo, SP, 2008. Disponível em <<http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf>>. Acesso em 28/11/2012.

SOUZA, I. de. Elementos da Economia do RN. In: *Diário do Rio Grande do Norte* (fascículo). Natal: Diário de Natal, 1999. Projeto LER.

SOUZA S.R. *et al.* Levantamento de autos de infração pelo Ibama/RN relacionados aos empreendimentos de cerâmica no estado do rio grande do norte. *Revista Holos*, Natal: ano 22, outubro de 2006.

TAVARES & SANTOS. *Potencial de uso de biomassa vegetal para produção de briquetes na região do Baixo-Açu, no Rio Grande do Norte*. Trabalho apresentado no 7º Congresso Internacional de Bioenergia, de 30 de outubro a 2 de novembro de 2012, no Centro de Exposições Imigrantes, São Paulo. Disponível no CD dos Anais do Congresso.

THEK, G.& OBERNBERGER, I. *Wood pellets production costs under Austrian and in comparison to Swedish framework conditions*. *Biomass and Bioenergy*, Graz, Austria, n.27, 671–693, jul 2003.

UHLIG, A. *Lenha e carvão vegetal no Brasil: balanço oferta-demanda e métodos para a estimativa do consumo*. 156f. Tese de Doutorado do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia – EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008. Disponível em < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-14052008-113901/pt-br.php>>. Acesso em 12/09/2012.

VEIGA, J. E. *Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI*. 3ª. Ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. .

VERSIANI, F. R. A Teoria Geral e a economia do subdesenvolvimento. *Revista Pesquisa e Planejamento Econômico*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas - IPEA, v.16, n.2, agosto de 1986. Disponível em < <http://ppe.ipea.gov.br/index.php/ppe/issue/view/108>>. Acesso em 23/01/2013.

VIEIRA, S & HOFFMANN, R. *Estatística Experimental*. São Paulo: Editora Atlas, 1989.

VIDAL, A.C.F. e HORA, A.B. *Perspectivas do setor de biomassa de madeira para a geração de energia*. In: BNDES Setorial 33, 2011. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3308.pdf>. Acesso em 03/07/2012.

WESTON, F. J. & BRINGHAM, E. F. *Fundamentos de administração financeira*. 10ª Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário padarias

- 1) empresa –
- 2) proprietário –
- 3) endereço –
- 4) tempo de funcionamento –
- 5) horário de funcionamento –
- 6) nº de funcionários –
- 7) faixa salarial –
- 8) gasto com diárias de terceirizados -
- 9) valor total da folha salarial –
- 10) quantidade mensal de farinha processada
- 11) consumo mensal de lenha
- 12) valor do metro estéreo de lenha
- 13) como é obtida a lenha
- 14) procedências do combustível utilizado (raio de busca) –
- 15) tem sentido dificuldade em conseguir lenha de locais mais perto?

APÊNDICE B - Questionário sobre o perfil das cerâmicas do Baixo Açu

- 1) Empresa –
- 2) Proprietário –
- 3) Endereço –
- 4) Tempo de funcionamento –
- 5) Horário de funcionamento –
- 6) N° de funcionários –
- 7) Faixa salarial –
- 8) Gasto com diárias de terceirizados -
- 9) Valor total da folha salarial –
- 10) Produtos fabricados e respectivos pesos na produção total-
- 11) Quantidade mensal de peças fabricadas -
- 12) Valor de venda do milheiro de cada produto por categoria –
- 13) Tipo(s) e quantidades de fornos –
- 14) Capacidade de queima de cada forno (quantos milheiros queimam de uma só vez)
- 15) Tempo de queima de cada fornada e intervalo entre fornadas –
- 16) Combustível utilizado – lenha
- 17) Eficiência do(s) forno(s) (quantidade de lenha queimada por milheiro) –
- 18) Percentual de produtos de 1ª, 2ª e 3ª classes em cada fornada-
 - a) 1ª –
 - b) 2ª –
 - c) 3ª -
- 19) Consumo mensal de lenha –
- 20) Procedências do combustível utilizado (raio de busca) –
- 21) Modo de obtenção da lenha –
- 22) Preço do m st de lenha –
- 23) Modo de obtenção do barro e preço da carrada –
- 24) Consumo mensal de barro –

- 25) Custo de produção de um milheiro de cada um dos produtos produzidos –
- 26) Custo da lenha na produção de um milheiro –
- 27) Receita anual (2011) –
- 28) Expectativa da Receita Anual para 2012 -
- 29) Tem sentido dificuldade em conseguir lenha de locais mais perto?
- 30) Tem planos de expansão da produção nos próximos 2 anos?
- 31) Tem planos de mudar os atuais fornos? Em caso positivo, para qual?
- 32) Conhecimento sobre briquetes e pellets -
- 33) Opinião sobre briquetes –
- 34) Conhecimento sobre a fábrica de briquetes que está sendo construída no Campus Ipanguaçu –
- 35) Questionamentos acerca desse empreendimento –

APÊNDICE IV - Preço do parque fabril de uma planta de briquetagem

Máquinas	
1 Moega de alimentação/moinho	32.400,00
1 Tubulação ciclone	11.500,00
1 Pannel de comando/briquetadeira	17.500,00
1 Motor de acionamento/briquetadeira	17.500,00
1 Pannel de comando geral	36.500,00
1 Ciclone 1.200 mm	15.500,00
1 Picador de disco PDF-180/4 facas c/ tanque	38.000,00
1 Briquetadeira BL-95/210	165.000,00
1 Moega de alimentação/briquetadeira	25.000,00
1 Fornalha pirolítica 1000 kcal/h	94.500,00
1 Secador rotativo 1.500 kg/h	158.000,00
1 Moinho de martelo 980 p/acionamento 50 cv	38.500,00
1 Moega de alimentação/secador 250x10500mm	32.500,00
1 Moega de alimentação/fornalha 180x7.500 mm	32.500,00
1 Exaustor de tiragem 800mm e 30 cv	22.500,00
1 Motor de acionamento/moinho de martelo	6.500,00
2 Peneira 6mm/moinho 300mm	600,00
INVESTIMENTO TOTAL	744.000,00

APÊNDICE E - Modelo de Regressão Linear – VPL 5 ANOS- Fábrica-escola

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	5,6414E+11	5,6414E+11	7363,629088	2,75915E-29
Venda_Briquete	1	7,96638E+12	7,96638E+12	103983,8481	6,38045E-42
Residuals	22	1685458239	76611738,15		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-7587	-7048	-2936	-1,774E-13	2067	15460

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-3909690,478	18649,86035	-209,6364479	8,27721E-38
Compra_Biomassa	-18967,95807	221,0419121	-85,81159064	2,75915E-29
Venda Briquete	15966,34795	49,5133883	322,4652665	6,38045E-42

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
8752,813157	22	0,999802459	0,999784501

APÊNDICE F - Modelo de Regressão Linear – VPL 10 ANOS- Fábrica-escola

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	1,43639E+12	1,43639E+12	7300,032473	3,03456E-29
Venda_Briquete	1	2,10179E+13	2,10179E+13	106817,5318	4,74716E-42
Residuals	22	4328825822	196764810,1		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-11920	-11460	-4491	-2,728E-13	3057	24430

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-5334509,815	29888,32946	-178,4813642	2,84604E-36
Compra_Biomassa	-30266,56132	354,242518	-85,44022749	3,03456E-29
Venda Briquete	25934,02791	79,35032402	326,8295149	4,74716E-42

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
14027,28805	22	0,999807254	0,999789731

APÊNDICE G - Modelo de Regressão Linear – VPL 15 ANOS- Fábrica-escola

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	2,18632E+12	2,18632E+12	7502,121188	2,24913E-29
Venda_Briquete	1	3,22224E+13	3,22224E+13	110568,0385	3,24794E-42
Residuals	22	6411378109	291426277,7		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-15320	-14440	-5304	-9,122E-14	3115	29770

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-6212329,606	36374,10206	-170,7899097	7,49591E-36
Compra_Biomassa	-37340,77807	431,1132049	-86,6147862	2,24913E-29
Venda_Briquete	32111,02335	96,5693579	332,5177266	3,24794E-42

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
17071,21196	22	0,999813705	0,999796769

APÊNDICE H - Modelo de Regressão Linear – VPL 20 ANOS- Fábrica-escola

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	2,72694E+12	2,72694E+12	7638,872717	1,84483E-29
Venda_Briquete	1	4,03759E+13	4,03759E+13	113103,5307	2,53114E-42
Residuals	22	7853592831	356981492,3		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-17740	-15890	-5692	-4,002E-13	3086	33080

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-6758387,214	40257,86849	-167,8774229	1,09406E-35
Compra_Biomassa	-41702,72729	477,1443891	-87,40064483	1,84483E-29
Venda_Briquete	35944,78751	106,8803432	336,3086836	2,53114E-42

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
18893,95386	22	0,999817827	0,999801266

APÊNDICE I - Modelo de Regressão Linear – TIR 5 ANOS- Fábrica-escola

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	380,88	380,88	207,1023233	1,12756E-12
Venda_Briquete	1	4821,62	4821,62	2621,740979	2,23717E-24
Residuals	22	40,46	1,839090909		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-2,88	-0,92	0,14	-5,004E-18	1,02	1,96

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-85,96	2,889545419	-29,74862393	2,90904E-19
Compra_Biomassa	-0,492857143	0,034247476	-14,39105011	1,12756E-12
Venda_Briquete	0,3928	0,007671435	51,20293916	2,23717E-24

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
1,35613086	22	0,992282985	0,991581438

APÊNDICE J - Modelo de Regressão Linear – TIR 10 ANOS- Fábrica-escola

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	233,28	233,28	298,7287544	2,74811E-14
Venda_Briquete	1	3120,5	3120,5	3995,983702	2,23587E-26
Residuals	22	17,18	0,780909091		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-1,84	-0,6	0,1	-6,661E-18	0,72	1,36

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-54,4	1,882903947	-28,89154282	5,44983E-19
Compra_Biomassa	-0,385714286	0,022316558	-17,28377142	2,74811E-14
Venda Briquete	0,316	0,004998909	63,21379361	2,23587E-26

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
0,883690608	22	0,994903529	0,994440213

APÊNDICE K - Modelo de Regressão Linear – TIR 15 anos- Fábrica-escola

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	169,28	169,28	491,3139842	1,53793E-16
Venda_Briquete	1	2492,18	2492,18	7233,240106	3,35644E-29
Residuals	22	7,58	0,344545455		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-0,92	-0,46	0,02	-1,808E-17	0,38	1,12

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-44,44	1,250694353	-35,53226246	6,3045E-21
Compra_Biomassa	-0,328571429	0,014823482	-22,16560363	1,53793E-16
Venda Briquete	0,2824	0,00332046	85,0484574	3,35644E-29

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R^2</i>	<i>R^2 Ajustado</i>
0,586979944	22	0,997160028	0,996901848

APÊNDICE L - Modelo de Regressão Linear – TIR 20 anos- Fábrica-escola

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	165,62	165,62	740,5772358	1,96401E-18
Venda_Briquete	1	2191,22	2191,22	9798,138211	1,20115E-30
Residuals	22	4,92	0,223636364		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-0,76	-0,26	-0,04	3,19E-18	0,34	1

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-38,42	1,007625472	-38,12924652	1,36774E-21
Compra_Biomassa	-0,325	0,011942581	-27,21354875	1,96401E-18
Venda_Briquete	0,2648	0,002675138	98,98554547	1,20115E-30

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
0,472902066	22	0,997916808	0,997727427

APÊNDICE M - Modelo de Regressão Linear – Payback - Fábrica-escola

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	9,176328	9,176328	11,0960885	0,003030011
Venda_Briquete	1	89,298248	89,298248	107,9801488	5,97648E-10
Residuals	22	18,193728	0,826987636		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-1,034	-0,682	-0,1832	-3,338E-18	0,376	2,583

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	16,8784	1,937659379	8,710715713	1,39687E-08
Compra_Biomassa	0,0765	0,02296553	3,331079179	0,003030011
Venda_Briquete	-0,053456	0,005144279	-10,39134971	5,97648E-10

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
0,909388606	22	0,844055949	0,829879217

APÊNDICE N - Modelo de Regressão Linear – VPL – 5 anos – fábrica x

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	5,89757E+11	5,89757E+11	43,93337596	1,15286E-06
Venda_Briquete	1	7,62746E+12	7,62746E+12	568,2004114	3,3037E-17
Residuals	22	2,95326E+11	13423887284		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-337000	-15830	2694	6,7E-13	20940	396900

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-3321660,123	246869,2939	-13,45513681	4,28311E-12
Compra_Biomassa	-19393,82211	2925,944737	-6,628225702	1,15286E-06
Venda_Briquete	15623,01715	655,4116211	23,83695474	3,3037E-17

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
115861,5004	22	0,965307005	0,962153097

APÊNDICE O - Modelo de Regressão Linear – TIR – 10 anos – fábrica x

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	305,3248374	305,3248374	45,36801151	9,0553E-07
Venda_Briquete	1	3807,51928	3807,51928	565,7567199	3,45823E-17
Residuals	22	148,0590883	6,72995856		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-7,112	-0,644	0,2772	-4,278E-18	0,4654	8,893

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-51,24305602	5,52756835	-9,270451811	4,70273E-09
Compra_Biomassa	-0,441273694	0,065513857	-6,735578038	9,0553E-07
Venda_Briquete	0,349056753	0,014675104	23,78564104	3,45823E-17

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
2,594216367	22	0,965251713	0,962092778

APÊNDICE P - Modelo de Regressão Linear – VPL – 10 anos

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	1,525E+12	1,525E+12	43,28912316	1,28717E-06
Venda_Briquete	1	2,00865E+13	2,00865E+13	570,1824731	3,1839E-17
Residuals	22	7,75022E+11	35228252026		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-546200	-25560	4350	5,548E-13	33750	642900

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-4566419,947	399920,3223	-11,41832433	1,026E-10
Compra_Biomassa	-31186,16072	4739,936441	-6,579447025	1,28717E-06
Venda Briquete	25352,88977	1061,745763	23,87849394	3,1839E-17

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
187691,9072	22	0,965380042	0,962232773

APÊNDICE Q - Modelo de Regressão Linear – VPL – 15 anos- fábrica x

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	2,32517E+12	2,32517E+12	43,09055695	1,33195E-06
Venda_Briquete	1	3,08002E+13	3,08002E+13	570,7969239	3,14772E-17
Residuals	22	1,18712E+12	53960017870		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-676100	-31600	5378	-4,942E-12	41710	795600

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-5339317,864	494953,009	-10,78752481	2,98674E-10
Compra_Biomassa	-38508,27521	5866,28304	-6,564339795	1,33195E-06
Venda Briquete	31394,37515	1314,047401	23,89135668	3,14772E-17

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
232292,957	22	0,965402684	0,962257474

APÊNDICE R - Modelo de Regressão Linear – VPL – 20 anos – fábrica x

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	2,90534E+12	2,90534E+12	44,49296348	1,04856E-06
Venda_Briquete	1	3,86113E+13	3,86113E+13	591,3006484	2,16421E-17
Residuals	22	1,43658E+12	65298883592		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-743400	-35170	6078	-5,028E-13	46640	875500

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-5826697,18	544478,5868	-10,70142577	3,46745E-10
Compra_Biomassa	-43045,27785	6453,270192	-6,670304601	1,04856E-06
Venda Briquete	35150,54353	1445,532523	24,31667429	2,16421E-17

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
255536,4624	22	0,966554859	0,963514392

APÊNDICE S - Modelo de Regressão Linear – TIR – 5 anos – fábrica x

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	449,6536602	449,6536602	44,07072147	1,12625E-06
Venda_Briquete	1	5600,687818	5600,687818	548,9254837	4,76301E-17
Residuals	22	224,4660444	10,20300202		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-8,365	-1,004	0,1907	4,776E-17	0,7363	10,83

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-80,31402532	6,805999498	-11,80047476	5,4821E-11
Compra_Biomassa	-0,535508091	0,080666081	-6,638578272	1,12625E-06
Venda Briquete	0,423346206	0,018069202	23,42915883	4,76301E-17

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
3,194213834	22	0,964227422	0,960975369

APÊNDICE T - Modelo de Regressão Linear – TIR – 15 anos – fábrica x

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	258,2999578	258,2999578	45,70622563	8,56078E-07
Venda_Briquete	1	3237,123876	3237,123876	572,8096725	3,03234E-17
Residuals	22	124,3287757	5,651307984		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-6,742	-0,5775	0,1628	6,139E-18	0,3692	8,188

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-42,89225282	5,065267836	-8,46791408	2,26847E-08
Compra_Biomassa	-0,405872044	0,060034578	-6,76063796	8,56078E-07
Venda Briquete	0,321850841	0,013447745	23,93344255	3,03234E-17

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
2,377247985	22	0,965652687	0,962530204

APÊNDICE U - Modelo de Regressão Linear – TIR – 20 anos – fábrica x

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	241,2706865	241,2706865	45,4206019	8,9764E-07
Venda_Briquete	1	3038,858823	3038,858823	572,082746	3,07347E-17
Residuals	22	116,8622801	5,311921824		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-6,631	-0,5508	0,1276	-3,914E-17	0,3285	7,934

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	-40,0867567	4,91081715	-8,162950375	4,21705E-08
Compra_Biomassa	-0,392264721	0,058203997	-6,739480833	8,9764E-07
Venda Briquete	0,311838872	0,013037695	23,91825132	3,07347E-17

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
2,304760687	22	0,965598304	0,962470877

APÊNDICE X - Modelo de Regressão Linear – Payback – fábrica x

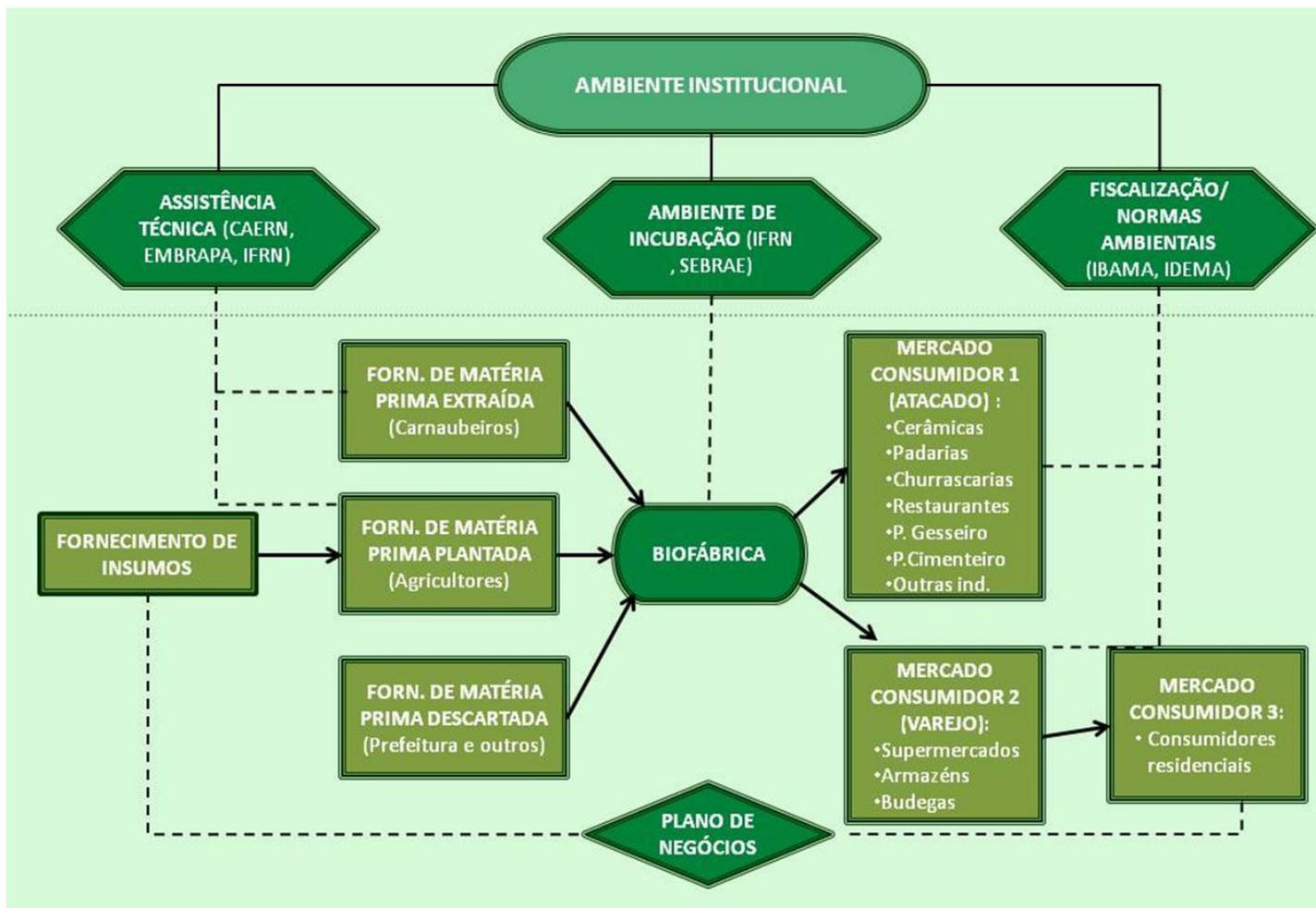
<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
Compra_Biomassa	1	3,830912	3,830912	13,57495664	0,001298073
Venda_Briquete	1	35,921288	35,921288	127,2882089	1,28737E-10
Residuals	22	6,208496	0,282204364		

<i>Resíduos</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-0,8228	-0,384	-0,132	-5,004E-18	0,3356	1,382

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat. T</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	11,0596	1,131904506	9,770788914	1,83766E-09
Compra_Biomassa	0,049428571	0,013415561	3,684420801	0,001298073
Venda_Briquete	-0,033904	0,003005086	-11,28220763	1,28737E-10

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
0,531229107	22	0,864917276	0,852637029

APÊNDICE X - Fluxograma de um APL de biocombustíveis sólidos adensados



ANEXOS

ANEXO I - Lavoura temporária na região do Baixo-Açu

Município	Culturas	Variável X Ano							
		Área plantada (Hectares)		Área plantada (Percentual)		Área colhida (Hectares)		Área colhida (Percentual)	
		2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Açu	Total	1.086	360	100,00	100,00	1.026	190	100,00	100,00
	Algodão herbáceo (em caroço)	200	0	18,42	0,00	140	-	13,65	-
	Batata-doce	20	0	1,84	0,00	20	-	1,95	-
	Feijão (em grão)	350	150	32,23	41,67	350	60	34,11	31,58
	Melancia	80	45	7,37	12,50	80	45	7,80	23,68
	Melão	6	40	0,55	11,11	6	40	0,58	21,05
	Milho (em grão)	400	100	36,83	27,78	400	20	38,99	10,53
	Sorgo (em grão)	-	10	-	2,78	-	10	-	5,26
	Tomate	30	15	2,76	4,17	30	15	2,92	7,89
Afonso Bezerra	Total	1.925	258	100,00	100,00	1.525	72	100,00	100,00
	Algodão herbáceo (em caroço)	1.000	0	51,95	0,00	600	-	39,34	-
	Feijão (em grão)	600	120	31,17	46,51	600	24	39,34	33,33
	Mandioca	20	-	1,04	-	20	-	1,31	-
	Melancia	5	10	0,26	3,88	5	10	0,33	13,89
	Melão	-	10	-	3,88	-	10	-	13,89
	Milho (em grão)	300	100	15,58	38,76	300	10	19,67	13,89
	Sorgo (em grão)	-	10	-	3,88	-	10	-	13,89
	Tomate	-	8	-	3,10	-	8	-	11,11
Alto do Rodrigues	Total	1.648	240	100,00	100,00	1.608	85	100,00	100,00
	Algodão herbáceo (em caroço)	409	0	24,82	0,00	369	-	22,95	-
	Batata-doce	35	-	2,12	-	35	-	2,18	-
	Feijão (em grão)	670	100	40,66	41,67	670	25	41,67	29,41
	Melancia	30	-	1,82	-	30	-	1,87	-
	Melão	200	-	12,14	-	200	-	12,44	-
	Milho (em grão)	300	100	18,20	41,67	300	20	18,66	23,53
	Sorgo (em grão)	-	40	-	16,67	-	40	-	47,06

continua

ANEXO I - Lavoura temporária na região do Baixo-Açu

(continuação)

Município	Culturas	Variável X Ano							
		Área plantada (Hectares)		Área plantada (Percentual)		Área colhida (Hectares)		Área colhida (Percentual)	
		2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Carnaub	Total	837	1.115	100,00	100,00	822	184	100,00	100,00
	Algodão herbáceo (em caroço)	50	10	5,97	0,90	35	-	4,26	-
	Feijão (em grão)	300	580	35,84	52,02	300	58	36,50	31,52
	Melancia	25	65	2,99	5,83	25	65	3,04	35,33
	Melão	100	10	11,95	0,90	100	10	12,17	5,43
	Milho (em grão)	350	420	41,82	37,67	350	21	42,58	11,41
	Sorgo (em grão)	-	20	-	1,79	-	20	-	10,87
	Tomate	12	10	1,43	0,90	12	10	1,46	5,43
Ipanguaçu	Total	1.310	1.674	100,00	100,00	1.290	673	100,00	100,00
	Algodão herbáceo (em caroço)	320	400	24,43	23,89	300	400	23,26	59,44
	Batata-doce	10	0	0,76	0,00	10	-	0,78	-
	Feijão (em grão)	300	614	22,90	36,68	300	123	23,26	18,28
	Melancia	200	30	15,27	1,79	200	30	15,50	4,46
	Melão	60	5	4,58	0,30	60	5	4,65	0,74
	Milho (em grão)	400	600	30,53	35,84	400	90	31,01	13,37
	Sorgo (em grão)	-	20	-	1,19	-	20	-	2,97
Tomate	20	5	1,53	0,30	20	5	1,55	0,74	
Itajá	Total	327	85	100,00	100,00	327	31	100,00	100,00
	Batata-doce	12	0	3,67	0,00	12	-	3,67	-
	Feijão (em grão)	120	50	36,70	58,82	120	20	36,70	64,52
	Melancia	5	5	1,53	5,88	5	5	1,53	16,13
	Melão	10	-	3,06	-	10	-	3,06	-
	Milho (em grão)	180	30	55,05	35,29	180	6	55,05	19,35
Macau	Total	320	400	100,00	100,00	320	175	100,00	100,00
	Feijão (em grão)	140	150	43,75	37,50	140	15	43,75	8,57
	Melão	-	150	-	37,50	-	150	-	85,71
	Milho (em grão)	180	100	56,25	25,00	180	10	56,25	5,71

continua

ANEXO I - Lavoura temporária na região do Baixo-Açu

(continuação)

Município	Culturas	Variável X Ano							
		Área plantada (Hectares)		Área plantada (Percentual)		Área colhida (Hectares)		Área colhida (Percentual)	
		2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Pendências - RN	Total	850	305	100,00	100,00	750	55	100,00	100,00
	Algodão herbáceo (em caroço)	250	0	29,41	0,00	150	-	20,00	-
	Feijão (em grão)	300	150	35,29	49,18	300	30	40,00	54,55
	Melancia	-	5	-	1,64	-	5	-	9,09
	Milho (em grão)	300	150	35,29	49,18	300	20	40,00	36,36
Porto do Mangue - RN	Total	1.070	360	100,00	100,00	1.070	31	100,00	100,00
	Feijão (em grão)	600	100	56,07	27,78	600	20	56,07	64,52
	Mandioca	70	0	6,54	0,00	70	-	6,54	-
	Melancia	-	60	-	16,67	-	6	-	19,35
	Milho (em grão)	400	200	37,38	55,56	400	5	37,38	16,13

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2011.

ANEXO II - Lavoura permanente na região do Baixo-Açu

Município	Lavoura permanente	Variável X Ano							
		Área plantada (Hectares)		Área plantada (Percentual)		Área colhida (Hectares)		Área colhida (Percentual)	
		2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Açu - RN	Total	1.432	779	100,00	100,00	1.432	779	100,00	100,00
	Banana (cacho)	100	240	6,98	30,81	100	240	6,98	30,81
	Castanha de caju	1.050	250	73,32	32,09	1.050	250	73,32	32,09
	Coco-da-baía	20	50	1,40	6,42	20	50	1,40	6,42
	Goiaba	7	2	0,49	0,26	7	2	0,49	0,26
	Laranja	6	-	0,42	-	6	-	0,42	-
	Limão	4	2	0,28	0,26	4	2	0,28	0,26
	Mamão	5	15	0,35	1,93	5	15	0,35	1,93
Afonso Bezerra - RN	Total	107	122	100,00	100,00	107	122	100,00	100,00
	Banana (cacho)	3	25	2,80	20,49	3	25	2,80	20,49
	Castanha de caju	80	50	74,77	40,98	80	50	74,77	40,98
	Limão	1	-	0,93	-	1	-	0,93	-
	Mamão	2	10	1,87	8,20	2	10	1,87	8,20
	Manga	21	37	19,63	30,33	21	37	19,63	30,33
Alto do Rodrigues - RN	Total	220	838	100,00	100,00	220	838	100,00	100,00
	Banana (cacho)	174	751	79,09	89,62	174	751	79,09	89,62
	Castanha de caju	10	-	4,55	-	10	-	4,55	-
	Coco-da-baía	3	36	1,36	4,30	3	36	1,36	4,30
	Goiaba	6	15	2,73	1,79	6	15	2,73	1,79
	Mamão	25	20	11,36	2,39	25	20	11,36	2,39
	Manga	2	16	0,91	1,91	2	16	0,91	1,91

continua

ANEXO II - Lavoura permanente na região do Baixo-Açu

(continuação)

Município	Lavoura permanente	Variável X Ano							
		Área plantada (Hectares)		Área plantada (Percentual)		Área colhida (Hectares)		Área colhida (Percentual)	
		2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Carnaubais	Total	440	844	100,00	100,00	440	844	100,00	100,00
	Goiaba	3	0	0,68	0,00	3	-	0,68	-
	Banana (cacho)	125	154	28,41	18,25	125	154	28,41	18,25
	Castanha de caju	80	500	18,18	59,24	80	500	18,18	59,24
	Coco-da-baía	5	-	1,14	-	5	-	1,14	-
	Laranja	3	-	0,68	-	3	-	0,68	-
	Limão	2	0	0,45	0,00	2	-	0,45	-
	Mamão	2	10	0,45	1,18	2	10	0,45	1,18
	Manga	220	180	50,00	21,33	220	180	50,00	21,33
Ipanguaçu	Total	1.227	1.373	100,00	100,00	1.227	1.373	100,00	100,00
	Banana (cacho)	560	786	45,64	57,25	560	786	45,64	57,25
	Castanha de caju	100	50	8,15	3,64	100	50	8,15	3,64
	Coco-da-baía	25	10	2,04	0,73	25	10	2,04	0,73
	Goiaba	15	5	1,22	0,36	15	5	1,22	0,36
	Laranja	20	-	1,63	-	20	-	1,63	-
	Limão	2	2	0,16	0,15	2	2	0,16	0,15
	Mamão	5	20	0,41	1,46	5	20	0,41	1,46
	Manga	500	500	40,75	36,42	500	500	40,75	36,42
Itajá - RN	Total	39	36	100,00	100,00	39	36	100,00	100,00
	Banana (cacho)	10	10	25,64	27,78	10	10	25,64	27,78
	Castanha de caju	8	8	20,51	22,22	8	8	20,51	22,22
	Coco-da-baía	10	6	25,64	16,67	10	6	25,64	16,67
	Goiaba	-	2	-	5,56	-	2	-	5,56
	Manga	11	10	28,21	27,78	11	10	28,21	27,78

continua

ANEXO II - Lavoura permanente na região do Baixo-Açu

(continuação)

Município	Lavoura permanente	Variável X Ano							
		Área plantada (Hectares)		Área plantada (Percentual)		Área colhida (Hectares)		Área colhida (Percentual)	
		2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Macau - RN	Total	420	115	100,00	100,00	420	115	100,00	100,00
	Castanha de caju	400	100	95,24	86,96	400	100	95,24	86,96
	Coco-da-baía	20	10	4,76	8,70	20	10	4,76	8,70
	Goiaba	-	2	-	1,74	-	2	-	1,74
	Manga	-	3	-	2,61	-	3	-	2,61
Pendências	Total	13	22	100,00	100,00	13	22	100,00	100,00
	Banana (cacho)	5	-	38,46	-	5	-	38,46	-
	Castanha de caju	8	-	61,54	-	8	-	61,54	-
	Manga	-	22	-	100,00	-	22	-	100,00
Porto do Mangue	Total	228	650	100,00	100,00	228	650	100,00	100,00
	Banana (cacho)	3	-	1,32	-	3	-	1,32	-
	Castanha de caju	215	650	94,30	100,00	215	650	94,30	100,00
	Coco-da-baía	10	-	4,39	-	10	-	4,39	-

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2011.

ANEXO III - Rebanhos do NE, RN e o Baixo-Açu

Grande Região, Unidade da Federação e Município	Tipo de rebanho (cabeças)	Ano	
		2000	2010
Nordeste	Bovino	22.566.644	28.762.119
	Equino	1.400.180	1.367.895
	Asinino	1.141.294	906.606
	Muar	690.331	627.421
	Suíno	7.140.280	6.197.109
	Caprino	8.741.488	8.458.578
	Ovino	7.762.475	9.857.754
	Galos, frangas, frangos e pintos	76.503.803	98.560.546
	Galinhas	36.107.663	40.890.451
Rio Grande do Norte	Bovino	803.948	1.064.575
	Equino	38.618	43.112
	Asinino	60.089	53.598
	Muar	20.686	20.722
	Suíno	130.900	192.553
	Caprino	325.031	405.983
	Ovino	389.706	583.661
	Galos, frangas, frangos e pintos	2.075.389	2.529.135
	Galinhas	1.840.208	2.080.823
Açu	Bovino	9.929	18.692
	Equino	213	579
	Asinino	719	577
	Muar	79	156
	Suíno	665	1.164
	Caprino	7.872	9.781
	Ovino	5.841	16.331
	Galos, frangas, frangos e pintos	10.793	10.334
	Galinhas	7.048	7.394
Afonso Bezerra	Bovino	4.675	4.351
	Equino	143	235
	Asinino	317	224
	Muar	52	102
	Suíno	464	685
	Caprino	3.446	8.596
	Ovino	2.144	4.026
	Galos, frangas, frangos e pintos	2.512	2.446
	Galinhas	1.119	982

continua

ANEXO III - Rebanhos do NE, RN e Baixo-Açu

(continuação)

Grande Região, Unidade da Federação e Município	Tipo de rebanho (cabeças)	Ano	
		2000	2010
Alto do Rodrigues	Bovino	3.636	2.876
	Equino	83	140
	Asinino	222	156
	Muar	45	71
	Suíno	521	300
	Caprino	1.467	859
	Ovino	3.017	1.753
	Galos, frangas, frangos e pintos	1.837	1.709
	Galinhas	1.583	838
	Carnaubais	Bovino	5.198
Equino		209	306
Asinino		303	173
Muar		39	75
Suíno		537	507
Caprino		1.254	1.754
Ovino		4.373	3.974
Galos, frangas, frangos e pintos		3.031	2.432
Galinhas		1.715	969
Ipanguaçu	Bovino	6.498	10.843
	Equino	165	253
	Asinino	217	216
	Muar	88	94
	Suíno	588	760
	Caprino	2.133	3.531
	Ovino	4.913	6.248
	Galos, frangas, frangos e pintos	2.743	2.867
	Galinhas	1.821	1.071
Itajá	Bovino	917	1.635
	Equino	29	70
	Asinino	206	104
	Muar	10	23
	Suíno	196	263
	Caprino	827	2.003
	Ovino	662	2.504
	Galos, frangas, frangos e pintos	1.577	1.482
	Galinhas	927	898

continua

ANEXO III - Rebanhos do NE, RN e Baixo-Açu

(continuação)

Grande Região, Unidade da Federação e Município	Tipo de rebanho (cabeças)	Ano	
Macau	Bovino	651	2.587
	Equino	91	163
	Asinino	106	123
	Muar	17	34
	Suíno	324	394
	Caprino	2.230	3.085
	Ovino	2.514	2.053
	Galos, frangas, frangos e pintos	1.840	2.043
	Galinhas	1.579	1.076
Pendências - RN	Bovino	5.538	5.395
	Equino	159	281
	Asinino	215	165
	Muar	79	90
	Suíno	474	399
	Caprino	1.601	2.389
	Ovino	5.277	2.906
	Galos, frangas, frangos e pintos	1.793	1.650
	Galinhas	1.280	772
Porto do Mangue - RN	Bovino	889	1.734
	Equino	19	82
	Asinino	72	97
	Muar	22	36
	Suíno	63	142
	Caprino	101	884
	Ovino	345	1.438
	Galos, frangas, frangos e pintos	151	373
	Galinhas	103	217

Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal, IBGE, 2011.

ANEXO IV– População do Baixo-Açu por faixa etária

Município	Grupos de idade	Variável X Ano			
		População residente (Pessoas)		População residente (Percentual)	
		2000	2010	2000	2010
Açu	0 a 4 anos	4.767	4.154	9,95	7,80
	5 a 9 anos	4.719	4.417	9,85	8,30
	10 a 14 anos	5.706	5.103	11,91	9,59
	15 a 19 anos	5.522	4.786	11,53	8,99
	20 a 24 anos	4.457	5.279	9,30	9,92
	25 a 29 anos	3.803	4.910	7,94	9,22
	30 a 34 anos	3.870	4.250	8,08	7,98
	35 a 39 anos	3.529	3.874	7,37	7,28
	40 a 44 anos	2.493	3.795	5,20	7,13
	45 a 49 anos	1.748	3.346	3,65	6,29
	50 a 54 anos	1.835	2.239	3,83	4,21
	55 a 59 anos	1.330	1.780	2,78	3,35
	60 a 64 anos	978	1.740	2,04	3,27
	65 a 69 anos	961	1.149	2,01	2,16
	70 a 74 anos	880	929	1,84	1,75
	75 a 79 anos	533	479	1,11	0,90
80 anos ou mais	-	-	-	-	
Afonso Bezerra	0 a 4 anos	1.105	931	10,17	8,59
	5 a 9 anos	1.031	1.008	9,49	9,30
	10 a 14 anos	1.322	1.066	12,17	9,83
	15 a 19 anos	1.207	1.055	11,11	9,73
	20 a 24 anos	923	1.069	8,49	9,86
	25 a 29 anos	864	855	7,95	7,88
	30 a 34 anos	766	700	7,05	6,46
	35 a 39 anos	742	674	6,83	6,22
	40 a 44 anos	522	708	4,80	6,53
	45 a 49 anos	370	661	3,40	6,10
	50 a 54 anos	399	434	3,67	4,01
	55 a 59 anos	364	351	3,35	3,23
	60 a 64 anos	385	355	3,54	3,28
	65 a 69 anos	233	313	2,15	2,88
	70 a 74 anos	232	217	2,13	2,00
	75 a 79 anos	172	153	1,58	1,41
80 anos ou mais	-	-	-	-	

continua

ANEXO IV– População do Baixo-Açu por faixa etária

continuação

Município	Grupos de idade	Variável X Ano			
		População residente (Pessoas)		População residente (Percentual)	
		2000	2010	2000	2010
Alto do Rodrigues	0 a 4 anos	887	1.003	9,34	8,15
	5 a 9 anos	888	1.039	9,35	8,44
	10 a 14 anos	1.059	1.062	11,15	8,63
	15 a 19 anos	1.079	1.041	11,36	8,46
	20 a 24 anos	973	1.271	10,24	10,33
	25 a 29 anos	828	1.208	8,72	9,82
	30 a 34 anos	785	1.083	8,26	8,80
	35 a 39 anos	701	917	7,38	7,45
	40 a 44 anos	504	917	5,31	7,45
	45 a 49 anos	314	776	3,31	6,31
	50 a 54 anos	365	553	3,85	4,49
	55 a 59 anos	288	285	3,03	2,32
	60 a 64 anos	202	394	2,13	3,20
	65 a 69 anos	191	227	2,01	1,84
	70 a 74 anos	170	204	1,79	1,66
	75 a 79 anos	131	146	1,38	1,19
80 anos ou mais	-	-	-	-	
Carnaubais	0 a 4 anos	837	803	10,22	8,22
	5 a 9 anos	794	848	9,69	8,69
	10 a 14 anos	965	905	11,78	9,27
	15 a 19 anos	980	854	11,96	8,75
	20 a 24 anos	737	951	9,00	9,74
	25 a 29 anos	605	950	7,39	9,73
	30 a 34 anos	625	727	7,63	7,45
	35 a 39 anos	612	671	7,47	6,87
	40 a 44 anos	442	656	5,40	6,72
	45 a 49 anos	286	634	3,49	6,49
	50 a 54 anos	251	451	3,06	4,62
	55 a 59 anos	280	310	3,42	3,18
	60 a 64 anos	187	256	2,28	2,62
	65 a 69 anos	133	254	1,63	2,60
	70 a 74 anos	157	135	1,92	1,38
	75 a 79 anos	123	91	1,50	0,94
80 anos ou mais	-	-	-	-	

continua

ANEXO IV– População do Baixo-Açu por faixa etária

(continuação)

Município	Grupos de idade	Variável X Ano			
		População residente (Pessoas)		População residente (Percentual)	
		2000	2010	2000	2010
Ipanguaçu - RN	0 a 4 anos	1.249	1.242	10,47	8,96
	5 a 9 anos	1.219	1.386	10,22	10,00
	10 a 14 anos	1.487	1.295	12,47	9,35
	15 a 19 anos	1.454	1.245	12,19	8,99
	20 a 24 anos	1.222	1.402	10,25	10,12
	25 a 29 anos	907	1.371	7,61	9,89
	30 a 34 anos	857	1.178	7,19	8,50
	35 a 39 anos	784	911	6,57	6,57
	40 a 44 anos	559	824	4,69	5,95
	45 a 49 anos	442	766	3,71	5,53
	50 a 54 anos	436	570	3,65	4,12
	55 a 59 anos	320	389	2,69	2,81
	60 a 64 anos	198	449	1,66	3,24
	65 a 69 anos	218	227	1,83	1,64
	70 a 74 anos	192	217	1,61	1,56
	75 a 79 anos	167	133	1,40	0,96
80 anos ou mais	-	-	-	-	
Itajá - RN	0 a 4 anos	687	586	10,99	8,45
	5 a 9 anos	644	649	10,31	9,36
	10 a 14 anos	800	670	12,80	9,67
	15 a 19 anos	753	659	12,05	9,51
	20 a 24 anos	674	734	10,79	10,59
	25 a 29 anos	512	651	8,19	9,39
	30 a 34 anos	477	634	7,63	9,15
	35 a 39 anos	393	477	6,29	6,88
	40 a 44 anos	285	445	4,56	6,42
	45 a 49 anos	205	357	3,28	5,15
	50 a 54 anos	223	234	3,57	3,37
	55 a 59 anos	146	202	2,33	2,92
	60 a 64 anos	108	201	1,73	2,89
	65 a 69 anos	123	133	1,97	1,93
	70 a 74 anos	95	123	1,51	1,77
	75 a 79 anos	37	91	0,59	1,31
80 anos ou mais	-	-	-	-	

continua

ANEXO IV– População do Baixo-Açu por faixa etária

(continuação)

Município	Grupos de idade	Variável X Ano			
		População residente (Pessoas)		População residente (Percentual)	
		2000	2010	2000	2010
Macau - RN	0 a 4 anos	2.374	2.140	9,24	7,39
	5 a 9 anos	2.396	2.246	9,32	7,76
	10 a 14 anos	2.525	2.495	9,82	8,62
	15 a 19 anos	2.645	2.479	10,29	8,56
	20 a 24 anos	2.307	2.425	8,98	8,38
	25 a 29 anos	2.045	2.474	7,96	8,55
	30 a 34 anos	2.213	2.352	8,61	8,12
	35 a 39 anos	2.108	2.141	8,20	7,40
	40 a 44 anos	1.564	2.217	6,09	7,66
	45 a 49 anos	983	2.261	3,82	7,81
	50 a 54 anos	1.052	1.516	4,10	5,24
	55 a 59 anos	877	1.048	3,41	3,62
	60 a 64 anos	808	1.036	3,14	3,58
	65 a 69 anos	503	573	1,96	1,98
	70 a 74 anos	535	500	2,08	1,73
	75 a 79 anos	420	404	1,63	1,40
80 anos ou mais	-	-	-	-	
Pendências - RN	0 a 4 anos	1.059	1.037	9,29	7,72
	5 a 9 anos	1.165	1.116	10,22	8,31
	10 a 14 anos	1.234	1.236	10,82	9,20
	15 a 19 anos	1.195	1.197	10,48	8,91
	20 a 24 anos	1.019	1.271	8,94	9,46
	25 a 29 anos	859	1.198	7,53	8,92
	30 a 34 anos	922	1.065	8,09	7,93
	35 a 39 anos	850	978	7,46	7,28
	40 a 44 anos	550	947	4,82	7,05
	45 a 49 anos	413	859	3,62	6,40
	50 a 54 anos	491	634	4,30	4,72
	55 a 59 anos	357	386	3,13	2,87
	60 a 64 anos	366	404	3,21	3,01
	65 a 69 anos	227	369	1,99	2,75
	70 a 74 anos	285	318	2,50	2,37
	75 a 79 anos	239	146	2,10	1,09
80 anos ou mais	-	-	-	-	

continua

ANEXO IV – População do Baixo-Açu por faixa etária

(continuação)

Município	Grupos de idade	Variável X Ano			
		População residente (Pessoas)		População residente (Percentual)	
		2000	2010	2000	2010
Porto do Mangue - RN	0 a 4 anos	499	436	12,28	8,37
	5 a 9 anos	493	503	12,13	9,64
	10 a 14 anos	448	568	11,02	10,89
	15 a 19 anos	409	523	10,06	10,02
	20 a 24 anos	375	478	9,23	9,16
	25 a 29 anos	301	437	7,41	8,38
	30 a 34 anos	332	440	8,17	8,43
	35 a 39 anos	274	353	6,74	6,77
	40 a 44 anos	173	349	4,26	6,69
	45 a 49 anos	157	284	3,86	5,44
	50 a 54 anos	189	189	4,65	3,62
	55 a 59 anos	91	181	2,24	3,47
	60 a 64 anos	72	162	1,78	3,10
	65 a 69 anos	91	114	2,23	2,19
	70 a 74 anos	59	45	1,46	0,87
	75 a 79 anos	57	58	1,41	1,12
80 anos ou mais	-	-	-	-	

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 2000 e 2010.

ANEXO V - População do Baixo-Açu por sexo e situação de domicílio

Município	Sexo	Situação do domicílio	Variável X Ano			
			População residente (Pessoas)		População residente (Percentual)	
			2000	2010	2000	2010
Açu	Total	Total	47.904	53.227	100,00	100,00
		Urbana	34.645	39.359	72,32	73,95
		Rural	13.259	13.868	27,68	26,05
	Homens	Total	23.579	26.141	49,22	49,11
		Urbana	16.646	19.031	34,75	35,75
		Rural	6.933	7.110	14,47	13,36
	Mulheres	Total	24.325	27.086	50,78	50,89
		Urbana	17.999	20.328	37,57	38,19
		Rural	6.326	6.758	13,21	12,70
Afonso Bezerra	Total	Total	10.867	10.844	100,00	100,00
		Urbana	6.500	5.759	59,81	53,11
		Rural	4.367	5.085	40,19	46,89
	Homens	Total	5.401	5.451	49,70	50,27
		Urbana	3.122	2.735	28,73	25,22
		Rural	2.279	2.716	20,97	25,05
	Mulheres	Total	5.466	5.393	50,30	49,73
		Urbana	3.378	3.024	31,08	27,89
		Rural	2.088	2.369	19,21	21,85
Alto do Rodrigues	Total	Total	9.499	12.305	100,00	100,00
		Urbana	6.482	8.873	68,24	72,11
		Rural	3.017	3.432	31,76	27,89
	Homens	Total	4.840	6.165	50,95	50,10
		Urbana	3.225	4.388	33,95	35,66
		Rural	1.615	1.777	17,00	14,44
	Mulheres	Total	4.659	6.140	49,05	49,90
		Urbana	3.257	4.485	34,29	36,45
		Rural	1.402	1.655	14,76	13,45
Carnaubais	Total	Total	8.192	9.762	100,00	100,00
		Urbana	2.104	4.757	25,68	48,73
		Rural	6.088	5.005	74,32	51,27
	Homens	Total	4.065	4.896	49,62	50,15
		Urbana	985	2.330	12,02	23,87
		Rural	3.080	2.566	37,60	26,29
	Mulheres	Total	4.127	4.866	50,38	49,85
		Urbana	1.119	2.427	13,66	24,86
		Rural	3.008	2.439	36,72	24,98

continua

ANEXO V - População do Baixo-Açu por sexo e situação de domicílio

(continuação)

Município	Sexo	Situação do domicílio	Variável X Ano			
			População residente (Pessoas)		População residente (Percentual)	
			2000	2010	2000	2010
Ipanguaçu	Total	Total	11.924	13.856	100,00	100,00
		Urbana	4.352	5.383	36,50	38,85
		Rural	7.572	8.473	63,50	61,15
	Homens	Total	6.102	7.002	51,17	50,53
		Urbana	2.147	2.642	18,01	19,07
		Rural	3.955	4.360	33,17	31,47
	Mulheres	Total	5.822	6.854	48,83	49,47
		Urbana	2.205	2.741	18,49	19,78
		Rural	3.617	4.113	30,33	29,68
Itajá	Total	Total	6.249	6.932	100,00	100,00
		Urbana	5.128	5.701	82,06	82,24
		Rural	1.121	1.231	17,94	17,76
	Homens	Total	3.155	3.543	50,49	51,11
		Urbana	2.571	2.871	41,14	41,42
		Rural	584	672	9,35	9,69
	Mulheres	Total	3.094	3.389	49,51	48,89
		Urbana	2.557	2.830	40,92	40,83
		Rural	537	559	8,59	8,06
Macau	Total	Total	25.700	28.954	100,00	100,00
		Urbana	18.612	22.015	72,42	76,03
		Rural	7.088	6.939	27,58	23,97
	Homens	Total	12.594	14.182	49,00	48,98
		Urbana	8.939	10.586	34,78	36,56
		Rural	3.655	3.596	14,22	12,42
	Mulheres	Total	13.106	14.772	51,00	51,02
		Urbana	9.673	11.428	37,64	39,47
		Rural	3.433	3.344	13,36	11,55
Pendências	Total	Total	11.401	13.432	100,00	100,00
		Urbana	8.944	10.574	78,45	78,72
		Rural	2.457	2.858	21,55	21,28
	Homens	Total	5.685	6.693	49,86	49,83
		Urbana	4.435	5.237	38,90	38,99
		Rural	1.250	1.456	10,96	10,84
	Mulheres	Total	5.716	6.739	50,14	50,17
		Urbana	4.509	5.337	39,55	39,73
		Rural	1.207	1.402	10,59	10,44

ANEXO V - População do Baixo-Açu por sexo e situação de domicílio

(continuação)

Município	Sexo	Situação do domicílio	Variável X Ano			
			População residente (Pessoas)		População residente (Percentual)	
			2000	2010	2000	2010
Porto do Mangue	Total	Total	4.064	5.217	100,00	100,00
		Urbana	2.285	3.027	56,23	58,02
		Rural	1.779	2.190	43,77	41,98
	Homens	Total	2.106	2.730	51,82	52,33
		Urbana	1.121	1.551	27,58	29,73
		Rural	985	1.179	24,24	22,60
	Mulheres	Total	1.958	2.487	48,18	47,67
		Urbana	1.164	1.476	28,64	28,29
		Rural	794	1.011	19,54	19,38

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 2000 e 2010.

ANEXO V - População do Baixo-Açu por Sexo e Situação de Domicílio

Tab. 11 –						
Município	Sexo	Situação do domicílio	Variável X Ano			
			População residente (Pessoas)		População residente (Percentual)	
			2000	2010	2000	2010
Açu - RN	Total	Total	47.904	53.227	100,00	100,00
		Urbana	34.645	39.359	72,32	73,95
		Rural	13.259	13.868	27,68	26,05
	Homens	Total	23.579	26.141	49,22	49,11
		Urbana	16.646	19.031	34,75	35,75
		Rural	6.933	7.110	14,47	13,36
	Mulheres	Total	24.325	27.086	50,78	50,89
		Urbana	17.999	20.328	37,57	38,19
		Rural	6.326	6.758	13,21	12,70
Afonso Bezerra - RN	Total	Total	10.867	10.844	100,00	100,00
		Urbana	6.500	5.759	59,81	53,11
		Rural	4.367	5.085	40,19	46,89
	Homens	Total	5.401	5.451	49,70	50,27
		Urbana	3.122	2.735	28,73	25,22
		Rural	2.279	2.716	20,97	25,05
	Mulheres	Total	5.466	5.393	50,30	49,73
		Urbana	3.378	3.024	31,08	27,89
		Rural	2.088	2.369	19,21	21,85
Alto do Rodrigues - RN	Total	Total	9.499	12.305	100,00	100,00
		Urbana	6.482	8.873	68,24	72,11
		Rural	3.017	3.432	31,76	27,89
	Homens	Total	4.840	6.165	50,95	50,10
		Urbana	3.225	4.388	33,95	35,66
		Rural	1.615	1.777	17,00	14,44
	Mulheres	Total	4.659	6.140	49,05	49,90
		Urbana	3.257	4.485	34,29	36,45
		Rural	1.402	1.655	14,76	13,45
Carnaubais - RN	Total	Total	8.192	9.762	100,00	100,00
		Urbana	2.104	4.757	25,68	48,73
		Rural	6.088	5.005	74,32	51,27
	Homens	Total	4.065	4.896	49,62	50,15
		Urbana	985	2.330	12,02	23,87
		Rural	3.080	2.566	37,60	26,29
	Mulheres	Total	4.127	4.866	50,38	49,85
		Urbana	1.119	2.427	13,66	24,86
		Rural	3.008	2.439	36,72	24,98
Ipanguaçu - RN	Total	Total	11.924	13.856	100,00	100,00
		Urbana	4.352	5.383	36,50	38,85
		Rural	7.572	8.473	63,50	61,15
	Homens	Total	6.102	7.002	51,17	50,53

		Urbana	2.147	2.642	18,01	19,07	
		Rural	3.955	4.360	33,17	31,47	
	Mulheres	Total	5.822	6.854	48,83	49,47	
		Urbana	2.205	2.741	18,49	19,78	
		Rural	3.617	4.113	30,33	29,68	
Itajá - RN	Total	Total	6.249	6.932	100,00	100,00	
		Urbana	5.128	5.701	82,06	82,24	
		Rural	1.121	1.231	17,94	17,76	
	Homens	Total	3.155	3.543	50,49	51,11	
		Urbana	2.571	2.871	41,14	41,42	
		Rural	584	672	9,35	9,69	
	Mulheres	Total	3.094	3.389	49,51	48,89	
		Urbana	2.557	2.830	40,92	40,83	
		Rural	537	559	8,59	8,06	
	Macau - RN	Total	Total	25.700	28.954	100,00	100,00
			Urbana	18.612	22.015	72,42	76,03
			Rural	7.088	6.939	27,58	23,97
Homens		Total	12.594	14.182	49,00	48,98	
		Urbana	8.939	10.586	34,78	36,56	
		Rural	3.655	3.596	14,22	12,42	
Mulheres		Total	13.106	14.772	51,00	51,02	
		Urbana	9.673	11.428	37,64	39,47	
		Rural	3.433	3.344	13,36	11,55	
Pendências - RN		Total	Total	11.401	13.432	100,00	100,00
			Urbana	8.944	10.574	78,45	78,72
			Rural	2.457	2.858	21,55	21,28
	Homens	Total	5.685	6.693	49,86	49,83	
		Urbana	4.435	5.237	38,90	38,99	
		Rural	1.250	1.456	10,96	10,84	
	Mulheres	Total	5.716	6.739	50,14	50,17	
		Urbana	4.509	5.337	39,55	39,73	
		Rural	1.207	1.402	10,59	10,44	
	Porto do Mangue - RN	Total	Total	4.064	5.217	100,00	100,00
			Urbana	2.285	3.027	56,23	58,02
			Rural	1.779	2.190	43,77	41,98
Homens		Total	2.106	2.730	51,82	52,33	
		Urbana	1.121	1.551	27,58	29,73	
		Rural	985	1.179	24,24	22,60	
Mulheres		Total	1.958	2.487	48,18	47,67	
		Urbana	1.164	1.476	28,64	28,29	
		Rural	794	1.011	19,54	19,38	