



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO**



**EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DESENVOLVIMENTO REGIONAL
PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

**POTENCIAL DAS BIOMASSAS DISPONÍVEIS NO NORDESTE
BRASILEIRO COMO FONTES ALTERNATIVAS DE GERAÇÃO
DE ENERGIA**

Autora: Ana Mercedes Corrêa Machado

Orientador: Alceu Pedrotti

Co-orientador: Prof. Dr. Roberto Rodrigues de Souza

Fevereiro – 2010
São Cristóvão – Sergipe
Brasil



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO



EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DESENVOLVIMENTO REGIONAL
PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

POTENCIAL DAS BIOMASSAS DISPONÍVEIS NO NORDESTE BRASILEIRO COMO FONTES ALTERNATIVAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de **Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente**.

Autora: Ana Mercedes Corrêa Machado

Orientador: Prof. Dr. Alceu Pedrotti

Co-orientador: Prof. Dr. Roberto Rodrigues de Souza

Fevereiro – 2010
São Cristóvão – Sergipe
Brasil

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

M149p Machado, Ana Mercedes Corrêa
Potencial das biomassas disponíveis no nordeste brasileiro como fontes alternativas de geração de energia / Ana Mercedes Corrêa Machado. – São Cristóvão, 2010.
xviii, 93 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Programa Regional de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2010.

Orientador: Prof. Dr. Alceu Pedrotti

1. Desenvolvimento sustentável.
 2. Biodiversidade.
 3. Energia alternativa.
 4. Etanol.
- I. Título.

CDU 620.91(812/813)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO**



**EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DESENVOLVIMENTO REGIONAL
PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

**POTENCIAL DAS BIOMASSAS DISPONÍVEIS NO NORDESTE BRASILEIRO
COMO FONTES ALTERNATIVAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA**

Dissertação de Mestrado defendida por Ana Mercedes Corrêa Machado e aprovada em 11 de fevereiro de 2010 pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Alceu Pedrotti - Orientador
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Prof. Dr. Arisvaldo Mello Júnior
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Prof. Dr. Gregório Guirado Faccioli
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Prof. Dr. Alceu Pedrotti - Orientador
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Prof. Dr. Roberto Rodrigues de Souza – Co-orientador
Universidade Federal de Sergipe - UFS

É concedida ao Núcleo responsável pelo mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe permissão para disponibilizar, reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias.

Ana Mercedes Corrêa Machado – Autora
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Prof. Dr. Alceu Pedrotti
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Prof. Dr. Roberto Rodrigues de Souza – Co-orientador
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Aos meus queridos filhos, Ciro e Ana Gabriela, para que este trabalho possa estimulá-los a descobrir o prazer pela pesquisa como forma de contribuição para a humanidade.

AGRADECIMENTOS

A elaboração deste trabalho não representa apenas a conclusão de um curso, é também um momento ímpar para reflexão de tudo que vivenciamos ao longo dessa caminhada. Então, cabe agradecer a todas as pessoas que contribuíram de forma positiva para esta conquista:

A Deus, fonte de luz que ilumina os caminhos da minha vida.

Aos meus queridos pais e avós (in memorian), pelos valores morais e humanos que formaram o meu ser.

Aos meus amados filhos, pelo carinho e compreensão dos meus momentos ausentes para me dedicar totalmente ao trabalho.

À minha querida irmã, que muitas vezes me substituiu como mãe enquanto estava ausente no decorrer do curso.

Ao meu querido irmão e demais familiares, pelas palavras de incentivo sempre acreditando na minha capacidade.

A Paulo Duarte, pelas palavras de força que serviram de estímulos para a continuidade desta jornada.

Ao Prof. Dr. Alceu Pedrotti, que gentilmente me aceitou como orientanda, acreditando no meu projeto e que muito contribuiu com críticas, sugestões, conhecimentos, que culminou na minha aprendizagem e na elaboração desta obra.

Ao Prof. Dr. Roberto Rodrigues Souza, pelas orientações e apoio no desenvolvimento deste trabalho.

À Profª. Mª José Nascimento Soares, coordenadora do PRODEMA, pela dedicação, carinho e apoio à turma 2008.

A todos os professores do PRODEMA, pela dedicação e contribuições para a aprendizagem na área de Desenvolvimento e Meio Ambiente.

A Najó e Julieta, pela dedicação à turma 2008.

A todos os colegas da turma 2008, que juntos compartilhamos momentos de dificuldades e descontração.

À colega Gislene Diniz, pelo compartilhamento dos momentos de estudo, alegrias, angústias e principalmente pela amizade construída.

Ao colega Cleriston, pela amizade e palavras de incentivo nas horas de grandes dificuldades.

Ao colega Marcos Menezes do IFS, que muito me ajudou na pesquisa de campo.

À técnica da EMDAGRO, Gilza Diniz, pelas valiosas informações e por ter proporcionado contato com a Cooperativa dos Produtores de Farinha de Mandioca do Município de Campo do Brito.

Ao presidente da cooperativa, Sr. Carlos Lapa Santos, pelas valiosas informações e por gentilmente ter permitido o desenvolvimento da pesquisa na sua casa de farinha.

Ao gerente do Banco do Brasil (agência Campo do Brito), Sr. João Rogério, pelas valiosas informações prestadas.

Ao Sr. José Ivanilson Tavares, técnico do SEBRAE, por ter proporcionado contato com as associações dos apicultores de Sergipe.

Ao ITPS, por gentilmente ter feito as análises químicas das amostras de algaroba.

Ao IFS, pela liberação parcial das minhas atividades docentes para que eu pudesse cursar o mestrado.

À UFS, pela oportunidade de realização do Mestrado, contribuindo mais uma vez para minha formação profissional e humana.

RESUMO

O Aquecimento Global causado pela emissão de Gases de Efeito Estufa, principalmente o CO₂ (dióxido de carbono) oriundo dos combustíveis fósseis, e a destruição das florestas através de desmatamentos e queimadas, gerou grandes transformações no Meio Ambiente, chegando a interferir nos fenômenos naturais. Energias Alternativas menos poluentes e renováveis têm sido apontadas como uma das soluções para mitigar o problema. O Brasil, para atender o compromisso firmado no Protocolo de Kyoto e por possuir tecnologia avançada para a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, vem ampliando sua área de plantio, muitas vezes substituindo culturas tradicionais, na tentativa de manter a liderança do mercado internacional. Assim, o presente trabalho objetivou apontar outras matérias-primas possíveis de obtenção de etanol dentro da biodiversidade da região Nordeste, em particular Sergipe, com aproveitamento de resíduos e biomassas subexploradas, no sentido de agregar valor, respeitando as tradições populares, como alternativa de Desenvolvimento para a região dentro dos princípios da sustentabilidade. Em Sergipe, levantou-se a potencialidade para produção de etanol a partir da manipueira, resíduo gerado no processamento da mandioca das casas de farinha do município de Campo do Brito; determinou-se o número de microdestilarias possíveis de serem implantadas; verificou-se a viabilidade econômica no período de 10 anos de produção. Fez-se um estudo voltado para a obtenção do etanol a partir do resíduo do sisal oriundo do beneficiamento da fibra nos municípios de maior produção localizados no Estado da Bahia, no qual determinou-se o número de microdestilarias possíveis de implantação e a viabilidade econômica. Levantou-se o potencial energético para produção de etanol a partir de algaroba e a capacidade de implantação de microdestilarias na região Nordeste. De acordo com os resultados, verificou-se a viabilidade para a produção de etanol a partir destas biomassas disponíveis na região Nordeste como fonte alternativa de energia menos poluente.

Palavras-chaves: Biodiversidade; Desenvolvimento Sustentável; Energia Alternativa.

ABSTRACT

The global warming caused by emission of greenhouse gases, especially CO₂ (carbon dioxide) comes from fossil fuels and the destruction of forests through deforestation and burning, has generated major changes in the environment, getting to interfere with natural phenomena. Alternative energy and less polluting sources have been identified as one of the solutions to mitigate the problem. Brazil, to meet the commitment made in Kyoto Protocol and has advanced technology to produce ethanol from sugar cane, has increased its acreage, often replacing traditional cultures, in order to maintain the leadership in the international market. The present study aimed to point out other possible raw materials for production of ethanol in the Northeast region's biodiversity, particularly in Sergipe, with the utilization of waste and underexploited biomass in order to add value, while the folk traditions, as an alternative development for the region within the principles of sustainability. In Sergipe, estimated the potential for ethanol production from cassava wastewater, waste generated in the processing of cassava flourmills in the city of Campo do Brito, we determined the number of possible micro-distilleries to be operating; verified the production possibility in a 10 years period. It was studied the potential to get ethanol from the waste of sisal fiber came from the most producers municipalities in the State of Bahia, where determined the number of possible micro-distilleries and economic feasibility. It was estimated the production potential of ethanol from mesquite and the capability to roll out micro-distilleries in the Northeast. According to the results, was found the feasibility of ethanol production from these biomasses available in the Northeast as an alternative source of cleaner energy.

Keywords: Biodiversity; Sustainable Development; Alternative Energy Sources.

SUMÁRIO

	Página
NOMENCLATURA	xiv
LISTA DE FIGURAS	xvi
LISTA DE TABELAS	xvii
LISTA DE GRÁFICOS	xviii
CAPÍTULO 1	2
1.0 - INTRODUÇÃO	2
1.1 – AS HIPÓTESES DA PESQUISA	5
CAPÍTULO 2	7
2.0 – RELAÇÕES ENTRE ENERGIA ALTERNATIVA E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	7
2.1 – A ENERGIA E O MEIO AMBIENTE	11
2.2 – O ETANOL COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA RENOVÁVEL	15
2.2.1 – As matérias-primas para obtenção de etanol por via fermentativa	16
2.2.2 – O ciclo do etanol no Brasil	17
CAPÍTULO 3	25
3.0 - PERSPECTIVA ENERGÉTICA A PARTIR DE RESÍDUOS DE CASAS DE FARINHA DA REGIÃO NORDESTE	25
3.1 - A CULTURA DA MANDIOCA (<i>Manihot esculenta Crantz</i>)	25
3.2 – UTILIZAÇÃO DA MANDIOCA PARA FIM ENERGÉTICO	27
3.3 - APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DAS “CASAS DE FARINHA” DO MUNICÍPIO DE CAMPO DO BRITO - SERGIPE COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA	33
3.4 – MATERIAL E MÉTODOS	34
3.5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
3.5.1 – Viabilidade da microdestilaria de álcool de manipueira	42
3.5.2 - Avaliação do interesse dos agricultores pela implantação de microdestilarias	47
3.6 – CONCLUSÕES	48
CAPÍTULO 4	51

4.0 – SISAL COMO FONTE DE ETANOL E PROMOTOR DE DESENVOLVIMENTO PARA O SEMI-ÁRIDO BAIANO	51
4.1 – OBJETIVOS DA PESQUISA	56
4.2 – MATERIAL E MÉTODOS	56
4.3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.3.1 – Viabilidade da microdestilaria	60
4.4 – CONCLUSÕES	61
CAPÍTULO 5	64
5.0 – A ALGAROBA COMO FONTE DE ETANOL E PROMOTORA DE DESENVOLVIMENTO PARA O SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE	64
5.1 - UTILIZAÇÃO DA ALGAROBA PARA FIM ENERGÉTICO	67
5.2 – OBJETIVOS DA PESQUISA	69
5.3 – MATERIAL E MÉTODOS	70
5.4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	71
5.5 – CONCLUSÕES	73
CAPÍTULO 6	76
6.0 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS	82
ANEXO	89
Questionário nº1 (aplicado junto aos apicultores da região do Semi-Árido de Sergipe)	90
Questionário nº2 (aplicado junto aos proprietários das “casas de farinha” do município de Campo do Brito - SE).	92

NOMENCLATURA

Siglas:

ADEMA	Administração Estadual do Meio Ambiente
ANP	Agência Nacional de Petróleo
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CIID	Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo
CNAL	Conselho Nacional do Alcool
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CO₂	Dióxido de Carbono
COP - 15	United Nations Climate Change Conference Copenhagen 2009
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ECO – 92	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMDAGRO	Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe
EPI	Equipamento de Segurança Individual
FAPIS	Federação Apícola de Sergipe
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GEE	Gases de Efeito Estufa
IFS	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
ITPS	Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PNA	Plano Nacional de Agroenergia
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Alcool
PRODIESEL	Programa Nacional do Diesel
PRONAF	Programa Nacional de Agricultura Familiar
PVC	Policloreto de Vinila
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SINDIFIBRA	Sindicato das Indústrias de Fibras Vegetais no Estado da Bahia
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente

LISTA DE FIGURAS

Número	Título	Página
3.1	Aspecto da etapa inicial do processamento da mandioca em pequenas agroindústrias de Campo do Brito – SE	37
3.2	Atividades de preparação dos fornos a lenha empregados no processamento da mandioca em Campo do Brito – SE	39
3.3	Tanque de decantação de manipueira	40
3.4	Descarte da manipueira no solo	41
3.5	Coluna de destilação e retificação em aço inox da microdestilaria	47
5.1	Vagens de Algaroba	64

LISTA DE TABELAS

Número	Título	Página
3.1	Informações técnicas da microdestilaria	42
3.2	Orçamento das máquinas e equipamentos da microdestilaria	43
3.3	Demonstrativo do pagamento do financiamento	43
3.4	Determinação do custo de produção do álcool	44
3.5	Determinação do lucro obtido por litro de álcool no período de 10 anos	44
3.6	Determinações da movimentação financeira no período de 10 anos	45
4.1	Estimativas da quantidade de resíduos gerados após desfibramento no período 2003 – 2007 (produção da região Nordeste)	57
4.2	Estimativa da produção de etanol (litros) a partir de resíduos de sisal no período 2003 – 2007	58
4.3	Áreas plantadas (hectares) das culturas da cana-de-açúcar e do sisal na região Nordeste no ano de 2006	59
4.4	Capacidades de geração de etanol, período 2003 a 2007, dos maiores produtores de sisal	59
4.5	Estimativas da Receita Líquida Anual (R\$)	60
5.1	Análises do farelo seco de vagens de algaroba	72

LISTA DE GRÁFICOS

Número	Título	Página
3.1	Distribuição Percentual da dimensão da área das propriedades	36
3.2	Movimentação financeira da microdestilaria (período de 10 anos)	45
3.3	Receita líquida anual no período de 10 anos	46

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.0 - INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos e o crescimento populacional implicam diretamente no aumento do consumo de energia que tem grande influência sobre o Meio Ambiente. As mudanças climáticas causadas pelo Aquecimento Global refletem bem o crescimento desta demanda. O aumento do efeito estufa gerado pela emissão de gases poluentes, principalmente do CO₂ (dióxido de carbono), resultantes das reações químicas produzidas na queima dos combustíveis fósseis e a destruição das florestas através de desmatamentos e queimadas são os maiores responsáveis pelo Aquecimento Global, que compromete a vida do planeta Terra (SEBRAE, 2009).

As fontes alternativas de energia têm sido apontadas como solução para minimizar o problema do Aquecimento Global. Energias reconhecidas como “limpas”, que não geram CO₂, como a eólica e a solar e as energias menos impactantes oriundas de recursos renováveis, biodiesel e etanol, tendo como matéria-prima as biomassas; todas estas fontes são possíveis de serem geradas no Brasil, principalmente na região Nordeste devido a sua grande extensão de terras agricultáveis, rica biodiversidade, e a presença do sol forte com bastante luminosidade durante quase todo o ano (Sachs, 2002).

O Brasil, por possuir tecnologia avançada, ocupa posição de liderança na produção de etanol e vem expandindo em larga escala o plantio de cana-de-açúcar, não só nas regiões tradicionais, mas também começa a atingir outras áreas trocando culturas variadas pelos canaviais devido ao incentivo de rentabilidade, reproduzindo práticas de monocultura. Porém, com sua biodiversidade, tem todas as condições de aproveitar as culturas populares, para desenvolver tecnologias em busca de energia alternativa dentro dos princípios da sustentabilidade ambiental e social, com melhor distribuição de áreas territoriais, implicando numa maior autonomia, desenvolvendo a região, fixando o homem na terra, evitando o êxodo rural.

Segundo Leff (2001), o Desenvolvimento Sustentável é um paradigma dentro de uma visão holística que tem como sustentáculo três principais dimensões: o social, o ambiental e o econômico. E o desafio está na mudança da relação social com o Meio

Ambiente. Para isso, é necessária uma mudança de valores, fundamentada na valorização da diversidade cultural e étnica.

Na questão do Aquecimento Global tem-se o entendimento de que a busca de alternativas energéticas menos poluentes é fundamental para salvar o planeta, mas o preço não pode ser o acúmulo de riquezas nas mãos de poucos, levando ao aumento da miséria humana. Lembrando-se que o etanol pode ser obtido por diversas fontes de biomassas, pode-se desenvolver tecnologias e políticas públicas que venham beneficiar pequenos produtores.

A partir dessas concepções, este trabalho tem como desafio apontar caminhos para o desenvolvimento de tecnologias de obtenção de etanol dentro da biodiversidade do Nordeste Brasileiro, no sentido de valorizar as tradições populares agregando valor às suas culturas, como alternativa de Desenvolvimento Sustentável para pequenos produtores.

As principais biomassas regionais pesquisadas foram escolhidas baseadas no potencial de aproveitamento perante as condições ambientais, econômicas e sociais, considerando seu uso compatível com a conservação do Meio Ambiente, são elas: a mandioca, o sisal e a algaroba.

Com o propósito de apresentar o trabalho de investigação das potenciais fontes de biomassas existentes na região Nordeste, de forma mais concentrada no Estado de Sergipe, para obtenção de etanol, estruturou-se esta dissertação da seguinte forma:

Este primeiro capítulo apresenta o processo de construção da pesquisa desde a escolha do tema, como as hipóteses que norteiam a investigação a ser alcançada no desenvolvimento do trabalho.

O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica mediante aprofundamento bibliográfico, destacando as concepções filosóficas do Desenvolvimento Sustentável e a Energia Alternativa frente à problemática do Aquecimento Global, que subsidiaram a pesquisa.

O terceiro capítulo é dedicado ao estudo da mandioca, cultura tradicional da região Nordeste. Apresenta a caracterização das explorações de processamento da

mandioca e sua relação com potenciais aproveitamentos de seus subprodutos para geração de fontes alternativas de energia. A área de estudo foi o município de Campo do Brito, que é o maior produtor de farinha de mandioca do Estado de Sergipe, onde é gerado um volume acentuado de manipueira, resíduo altamente degradante ao Meio Ambiente, que constitui fonte potencial para obtenção do etanol.

O quarto capítulo apresenta o estudo do potencial da cultura do sisal para a produção de potenciais fontes de energia alternativa, destacando as maiores áreas de concentração dessa espécie vegetal e a capacidade de aproveitamento de resíduo para obtenção do etanol.

No quinto capítulo tem-se um estudo voltado para a algaroba, planta exótica introduzida na região do Semi-Árido na década de 40, como estratégia de combate à seca. Suas vagens ricas em sacarose constituem fonte para obtenção do etanol, contudo atualmente são empregadas apenas na alimentação animal, podendo-se agregar valor através da agroenergia, como uma alternativa de desenvolvimento para a região.

No sexto capítulo apresentam-se as principais conclusões obtidas no decorrer da pesquisa, a exemplo da identificação das potencialidades de fontes alternativas de energia e como estas podem contribuir para o Desenvolvimento e o Meio Ambiente, a partir do aproveitamento da biodiversidade, sobretudo utilizando resíduos, agregando valor às matérias-primas que atualmente são descartadas. O aproveitamento da manipueira, resíduo da mandioca, não só irá apontar caminhos para resolver o problema da poluição que ocorre na zona rural do município de Campo do Brito em Sergipe, como também em outras localidades, visto que, a fabricação da farinha de mandioca é uma atividade tradicional de pequenos agricultores em toda a extensão da região Nordeste. Soluções para o aproveitamento dos resíduos do sisal, que é uma cultura pertinente a pequenos agricultores, com maior concentração no Estado da Bahia, vivendo muitas vezes em condições de extrema pobreza precisando urgentemente de alternativas para uma vida mais digna. Já a algaroba acabou fazendo parte da paisagem do Semi-Árido, sendo uma espécie vegetal pertencente ao cotidiano do homem do campo. Este trabalho busca contribuir com sugestões que possam subsidiar Políticas Públicas voltadas para a melhoria da qualidade de vida dos pequenos agricultores e da Sustentabilidade Ambiental.

1.1 – AS HIPÓTESES DA PESQUISA

a) Na biodiversidade da região Nordeste existem culturas com potencial energético que possam ser utilizadas para a produção do etanol de modo ambientalmente equilibrado e economicamente viável, além de tecnicamente eficiente.

b) As biomassas escolhidas para o desenvolvimento da pesquisa são relevantes para a preservação das práticas sócio-ambientais dos pequenos produtores das áreas estudadas, considerando as condições edafoclimáticas e sócio culturais da mesma.

c) Nas áreas de estudo existe possibilidade de agregar valor a resíduos que poluem o ambiente, transformando-os em matérias-primas para gerar etanol.

d) O nível de aceitação em termos de sustentabilidade cultural das comunidades locais será evidente para as tecnologias propostas para a produção de etanol.

e) A implantação de pequenas agroindústrias (microdestilarias) para obtenção de etanol nas áreas estudadas propiciará condições para o Desenvolvimento Sustentável, melhorando a qualidade de vida dos agricultores.

CAPÍTULO 2

RELAÇÕES ENTRE ENERGIA ALTERNATIVA E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2.0 - RELAÇÕES ENTRE ENERGIA ALTERNATIVA E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O processo acelerado de industrialização ocorrido a partir do período Pós II Guerra Mundial gerou grandes transformações no Meio Ambiente, apresentando sinais de degradação tanto nas paisagens como na qualidade do ar, chegando a interferir nos fenômenos naturais com proporções globais. Este processo, fruto de um sistema econômico que visa apenas o lucro e que beneficia poucos, além de causar desequilíbrio do ambiente natural, fez alargar cada vez mais as diferenças sociais. Dentro desse cenário, em meados do Século XX, começou a surgir por parte de alguns seguimentos da sociedade um movimento de conscientização da necessidade de preservação e continuidade da vida no planeta Terra.

Segundo Castells (2000), a consciência ambiental deu seus primeiros sinais nos anos 60 com a publicação da obra de Rachel Carson, “Primavera Silenciosa”, que serviu de influência para dar início a uma série de eventos voltados para as questões ambientais. Em 1970, foi criado o “Clube de Roma” que culminou em 1972 na Conferência de Estocolmo, Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, onde surgiu a expressão “Desenvolvimento Sustentável”, voltado para a idéia da sustentabilidade do planeta. Em 1983, formou-se a “Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento” que elaborou e publicou o livro “Our Common Future (Nosso Futuro Comum)”, conhecido como Relatório de Brundtland, por ter como presidente da comissão a Primeira Ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. Nesse relatório definiu-se e solidificou-se o conceito de Desenvolvimento Sustentável como sendo: “[...] aquele que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991).

Dagnino (2002) comenta que os anos 70 foram marcados por vários movimentos que questionavam a ética e a cultura global da sociedade existente e sua relação com a natureza. O repensar do papel da ciência na busca por estilos alternativos de vida ligados a tecnologias alternativas, para uma sociedade mais justa, mais harmônica e sustentável.

Castells (2000) cita as principais organizações ambientalistas: o “Grupo dos Dez”, que surgiu no início da década de 80 nos Estados Unidos com o objetivo de preservar a vida selvagem; “Não no meu Quintal”, surgiu também nos Estados Unidos em 1978, mas tomou grande proporção na década de 80, caracterizada pela mobilização de comunidades locais em defesa do seu espaço contra agentes poluidores; Earth first!, “Ecofeminismo” fundado nos Estados Unidos no final da década de 70 em defesa do princípio do respeito absoluto pela natureza como fundamento da libertação tanto do patriarcalismo como do industrialismo, vê as mulheres como vítimas da mesma violência patriarcal infligida à natureza; o “Greenpeace”, que é a maior organização ambiental do mundo, é a principal responsável pela popularização de questões ambientais globais, tendo sua marca caracterizada por desenvolver protestos sem uso da violência. “Die Grünen (Política Verde)”, são os partidos políticos “verdes” que fazem oposição aos modelos políticos tradicionais, cujo primeiro foi fundado na Alemanha em 1980.

Melo e Souza (2004) destaca que em meados dos anos 80, logo após o fim da ditadura militar, começou a surgir no Brasil um tipo de ambientalismo mais ligado às questões sociais tendo como destaque a luta dos camponeses, dos seringueiros da Amazônia, dos movimentos indígenas e de pescadores, que passaram a influenciar o planejamento e a gestão das Unidades de Conservação.

Mas, segundo Leff (2001), é na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Eco-92, celebrada no Rio de Janeiro, com a participação de governantes de mais de 170 países, que ressurgiu o discurso do Desenvolvimento Sustentável, onde é elaborada a Agenda 21; instrumento norteador de ações para o Século XXI voltadas para a construção de um mundo sustentável, democrático, igualitário e mais justo, fundamentados nos limites das leis da natureza.

O Desenvolvimento Sustentável surge como um novo paradigma, uma nova maneira de pensar e agir comprometida acima de tudo com o “outro” e que exige transformação nas ações antrópicas locais que vão interferir em dimensões globais.

Silva & Mendes (2005) conceituam Desenvolvimento Sustentável como sendo:

[...] um processo de transformação que ocorre de forma harmoniosa nas dimensões espacial, social, ambiental, cultural e econômica a partir do

individual para o global. Essas dimensões são inter-relacionadas por meio de instituições que estabelecem as regras de interações e que também influenciam no comportamento da sociedade local (SILVA & MENDES, 2005, p.37).

Tendo como base esse conceito, entende-se que para alcançar o Desenvolvimento Sustentável deve-se partir do comprometimento em garantir a sobrevivência das gerações futuras, protegendo os ecossistemas e melhorando a qualidade de vida da humanidade. Para ser possível, se faz necessário desenvolver ações conjuntas onde todos os atores, sociedade civil, Estado, comunidade científica se sintam co-responsáveis na busca da sustentabilidade.

É através de uma educação transformadora que, segundo Leff (2001), se pode chegar a bons resultados para a mudança de atitudes. Através da “educação ambiental”, voltada para a interdisciplinaridade que se pode enxergar a natureza como uma grande aliada, dentro de uma vertente ideológica holística, na qual o homem se sinta parte dela fazendo uso de forma racional, preservando acima de tudo sua biodiversidade, respeitando as diferenças culturais e étnicas. Assim, as comunidades tradicionais desenvolvem um papel muito importante como guardiãs para conservação do Meio Ambiente e de sua cultura que é passada através das gerações, sendo através de pequenas ações locais dentro dos princípios da sustentabilidade que se pode atingir o global.

Com o desenvolvimento tecnológico, a sociedade necessita cada vez mais de energia para sobreviver. Os países em desenvolvimento buscam a industrialização como forma de melhorar o padrão de vida da população, tendo como consequência aumento do uso energético que implica em problemas ambientais. Dessa forma, medidas de conservação e uso racional de energia devem adquirir um significado amplo, necessitando de tomada de consciência global sobre a importância econômica, social e ambiental de conservar os recursos energéticos.

Marques et al. (2006) salientam que o crescimento no consumo mundial de energia cresceu em média entre 0 e 5% de um ano para outro, representando um aumento de 33% no período 1980 a 2003, mesmo tendo um crescimento praticamente nulo no início da década de 90.

Segundo os mesmos autores, os recursos energéticos para atender as necessidades humanas estão disponíveis na Natureza e são classificados em dois tipos: os recursos fósseis, que são finitos e reduzem à medida que são consumidos, como o petróleo, o carvão mineral, a turfa, o gás natural e o xisto betuminoso; e os recursos renováveis, oriundos de fluxos naturais como ocorrem na energia solar, na eólica, na energia das ondas do mar e na energia das biomassas.

De acordo com Rosa (2007), no processo de industrialização do Século XX, o Brasil optou pela energia hidrelétrica devido à facilidade de seus recursos hídricos, com grande crescimento no governo de Getúlio Vargas, pela política expansionista no setor elétrico, tendo continuidade no governo de Juscelino Kubitschek e no regime militar com a construção das Hidrelétricas Itaipu e Tucuruí.

Segundo o mesmo autor, as três maiores Usinas Hidrelétricas do Brasil foram construídas com o aproveitamento de mananciais distribuídos em áreas territoriais de forma eqüitativa, atendendo o desenvolvimento das regiões Norte, Nordeste e Sul. A Usina Hidrelétrica de Itaipu (rio Paraná) localizada no Estado do Paraná é uma unidade binacional, Brasil - Paraguai, considerada a maior hidrelétrica em operação no mundo. Seguida da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (rio Tocantins), 100% brasileira, localizada no Estado do Pará. E da Usina Hidrelétrica de Xingó (rio São Francisco), localizada na divisa dos Estados de Alagoas e Sergipe. A Xingó concluiu um ciclo de quase 50 anos de obras da CHESF, iniciado na década de 40, com a construção do complexo Paulo Afonso, na Bahia.

Conforme ANEEL (2005), no quadro atual brasileiro a hidroelétrica corresponde a 90% do consumo de energia e tem capacidade para atender nos próximos anos a 50% da necessidade de expansão. Porém, existe dificuldade de implantação de novas centrais geradoras, devido aos potenciais remanescentes estarem localizados em regiões com fortes restrições ambientais e socioeconômicas e distantes de grandes centros consumidores. Assim, existe uma tendência de ampliação da matriz energética voltada para fontes alternativas que vislumbrem atender as gerações futuras.

Em relação ao uso dos recursos energéticos renováveis, Rosa (2007) relata que o Brasil demonstra um maior equilíbrio comparado ao panorama mundial. Sua produção de energia em 2004 apresentou valores de 50,3% para os combustíveis fósseis e 47,8%

de fontes renováveis, enquanto a produção mundial apresentou valores de 80,3% para os combustíveis fósseis e 13,3% para as fontes renováveis.

No âmbito global Marques et al. (2006) apontam um crescimento do uso dos recursos energéticos renováveis de 17,7% em 1990 para 19,9% no ano de 2000, com perspectiva de crescimento para 22,7 % até o ano de 2010 e 29,9% até 2020.

Esses valores demonstram que o paradigma do Desenvolvimento Sustentável aos poucos vai sendo incorporado de forma globalizada, como compromisso com as gerações futuras. Porém, essa previsão até o ano 2020 não garante que o problema do Aquecimento Global esteja sanado. É preciso também haver uma mudança de hábitos por parte de todos os agentes sociais, como o simples “apagar a luz” quando sair do ambiente, fazer manutenção nos veículos de transporte e máquinas, para evitar consumo excessivo de combustível e utilizar transportes coletivos. Assim, é através de pequenas ações isoladas que poderá atingir o global. Além do desenvolvimento de Políticas Públicas que possam incentivar a produção e o uso dos recursos energéticos renováveis.

2.1 – A ENERGIA E O MEIO AMBIENTE

O “efeito estufa” sempre foi responsável pela manutenção da existência de vida no planeta Terra, através de gases presentes na atmosfera que captam parte da radiação infravermelha que a Terra devolve para o espaço, mantendo sua temperatura constante. O acelerado consumo de energia decorrente do crescimento econômico, principalmente dos países industrializados, causa desequilíbrios muitas vezes irreversíveis, pela emissão de gases poluentes que aumentam o “efeito estufa”, tendo como consequência o Aquecimento Global, provocando alterações climáticas acentuadas.

Marques et al. (2006) relatam que devido a esse processo acelerado de mudanças climáticas em 1997, em Kyoto, Japão, é assinado o Protocolo de Kyoto, que compete a uma série de países industrializados, reduzirem suas emissões de gases poluentes em 5,2%, em relação aos níveis de 1990 para o período de 2008-2012. Este protocolo é consequência de uma série de eventos internacionais envolvendo comunidades científicas e representantes de Estados para discutir e traçar ações a fim de minimizar a ameaça ao planeta. Não apenas discute e implanta medidas de redução de gases, mas

também incentiva e estabelece medidas com intuito de substituir produtos oriundos de matérias-primas fósseis, como o petróleo, por outros que provocam menos impactos, promovendo assim o uso de fontes energéticas renováveis.

SEBRAE (2009) salienta que a agropecuária com produção de resíduos e dejetos também é fonte de emissão de GEE - Gases de Efeito Estufa, com maior incidência dos gases metano e óxido nitroso. Ações voltadas para o trato e o aproveitamento dos resíduos e dejetos promovem a redução da emissão de GEE.

Segundo o mesmo autor, o relatório elaborado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, em 2007, destaca o Brasil como o terceiro colocado em projetos e em sétimo no volume de redução de emissões de GEE, dentre os países proponentes com projetos em fase de validação e aprovação pelo Comitê Executivo de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.

Apesar desses esforços para mitigar a emissão de GEE, o Brasil, segundo EMBRAPA (2008), está na quarta posição como maior emissor de gás carbônico no mundo e é justamente a derrubada de florestas e queimadas para a colheita da cana-de-açúcar que o coloca nesta posição. Já se tem dados de que 18% da Amazônia foram desmatadas.

A dinâmica nociva do “efeito estufa” refere-se à quebra do equilíbrio natural da Terra gerada pelas ações antrópicas do processo de industrialização acentuado nos últimos 40 anos, fundamentado no modelo de desenvolvimento econômico que privilegia o capital financeiro em detrimento do que Leff (2001) chama de “capital natural”. Sendo responsável por uma superexploração dos potenciais produtivos dos ecossistemas, visa à maximização dos lucros, que gera processos crescentes de impactos ambientais e desequilíbrio nos fenômenos naturais, caminhando para um colapso ecológico. Em paralelo à destruição de valores culturais, compromete a qualidade de vida da sociedade, aumentando a desigualdade entre os povos.

Segundo EMBRAPA (2008), modelos climáticos referenciados pelo IPCC - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas projetam que a temperatura média da Terra provavelmente aumentará no intervalo entre 2°C e 5,4°C, até o ano de 2100, caso permaneça com o modelo de desenvolvimento econômico voltado para o capital

financeiro. Numa visão mais otimista, prevê uma variação entre 1,4°C e 3,8°C até 2100, considerando o mundo com ênfase em soluções locais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental, fazendo uso de tecnologias diversificadas que possam reduzir a emissão dos GEE.

De acordo com o mesmo autor, as mudanças climáticas causadas pelo Aquecimento Global deverão provocar mudanças significativas na configuração da agricultura brasileira. A região Sul que hoje é restrita a culturas tropicais por causa do risco de geadas, passará a ser propícia ao plantio dessas culturas, como por exemplo, da cana-de-açúcar. Já a região do Semi-Árido Nordeste deverá ser a mais afetada, com risco de desertificação acelerada, tornando-se imprópria para a maioria das suas culturas tradicionais, como mandioca e milho. A monocultura da cana-de-açúcar que hoje apresenta uma área potencial de 6 milhões de hectares tende a se espalhar para quase 17 milhões de hectares até 2020, precisando de muito mais irrigação com o aumento das temperaturas médias.

Com este cenário, o que se pode avaliar é o alargamento das desigualdades sociais nas zonas rurais, onde a monocultura da cana-de-açúcar sobrepõe a agricultura familiar e ameaça os biomas naturais. Somado a isso, a ameaça ao Meio Ambiente pela necessidade de mais irrigação e uso de maior quantidade de insumos.

Leff (2001) comenta que a crise ambiental veio questionar as bases de produção, exigindo a reconstrução da ordem econômica que deve ser fundamentada na sustentabilidade ecológica, como condição para a sobrevivência humana.

Sachs (2002) aponta como estratégia para a resolução do problema, a necessidade de surgir uma moderna *civilização de biomassa*, fundamentada no paradigma do “B ao cubo”: *bio-bio-bio*; ou seja, sustentada no tripé, biodiversidade, biotecnologia e biomassa, como complemento ou até substituto pleno da petroquímica, trocando a energia fóssil por biocombustíveis. Reconhece os países tropicais e em particular o Brasil, devido a sua grande extensão de terras agricultáveis, abundância em recursos hídricos e rica biodiversidade, como possuidores de enorme potencial produtivo para chegarem a uma moderna civilização de biomassa, atendendo simultaneamente os critérios de relevância social, prudência ecológica e viabilidade econômica. Os três pilares do Desenvolvimento Sustentável.

Segundo ANEEL (2005), a biomassa é toda matéria orgânica de origem animal ou vegetal que pode ser utilizada na produção de energia. Atualmente no Brasil vem sendo mais utilizada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de co-geração, a exemplo do setor sucroalcooleiro que utiliza o bagaço de cana para alimentar as caldeiras das usinas; e no suprimento de eletricidade de comunidades isoladas da rede elétrica, como na Amazônia. Porém, existe uma forte tendência de crescimento a médio e longo prazo graças ao desenvolvimento de tecnologias eficientes de conversão, como obtenção do etanol e biodiesel.

SEBRAE (2009) cita alguns exemplos do uso de biomassas, em particular os resíduos, como matérias-primas para gerar energia alternativa: de produção agroextrativista, o caroço do açaí, fruto da região Norte, é transformado em carvão vegetal; a Eletrobrás, através do Projeto Ribeirinhas, desenvolvido junto a comunidade Manacupuru, no Estado do Amazonas, faz utilização da casca do fruto cupuaçu para gerar energia através do processo de gaseificação. E o uso de briquetes (combustível sólido obtido pela compressão mecânica dos resíduos) em substituição à lenha a partir de casca de arroz, cascas de castanhas, palha de milho, bagaço de cana-de-açúcar e outros.

Martins (2002) chama a atenção para os desafios acadêmicos voltados para a produção de conhecimento, especialmente considerando a necessidade de geração de tecnologias que possam responder à imensa diversidade dos agroecossistemas regionais.

De acordo com Kiill e Correia (2005), a região Nordeste do Brasil ocupa uma área de 1.640.000 Km², dos quais 60% correspondem ao Semi-Árido, cuja vegetação predominante é a caatinga. Em relação às outras áreas do País, apresenta as seguintes características: a mais forte insolação e a mais baixa nebulosidade; as mais altas médias térmicas e as mais baixas percentagens de umidade relativa; as mais elevadas taxas de evaporação e as mais escassas e irregulares precipitações pluviais. Esses aspectos físicos lhe conferem condições de grandes adversidades para a sobrevivência humana que acentua o índice de êxodo rural principalmente nos períodos de longas secas.

Sachs (2007) relata que uma das diretrizes para alcançar a sustentabilidade espacial, ou seja, uma melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e das atividades econômicas é através do processo de industrialização descentralizada,

utilizando como matéria-prima as biomassas, criando oportunidade de empregos não-agrícolas em diversas áreas rurais.

Dessa forma, a busca de fontes alternativas de energia sustentada no tripé da biodiversidade, biotecnologia e biomassa apresentado por Sachs (2002), aponta o etanol como uma boa opção para a substituição de combustíveis fósseis, oportunizando os pequenos produtores da região Nordeste de agregar valor as suas culturas tradicionais.

2.2 – O ETANOL COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA RENOVÁVEL

Segundo Solomons (2005), o etanol, também conhecido como álcool etílico, é um composto orgânico pertencente ao grupo funcional dos álcoois de fórmula molecular C_2H_5OH . Quando utilizado como combustível, apresenta a mesma propriedade química da gasolina, ou seja, quando queima (em reação de combustão) na presença de oxigênio, é convertido em dióxido de carbono, água e energia. Porém sua produção é em torno de cinco vezes menor que a gasolina, portanto menos poluente. Além disso, o método de obtenção mais utilizado é a partir de matérias-primas renováveis, as biomassas.

De acordo com o mesmo autor, obtém-se etanol por duas maneiras gerais: por via sintética e por via fermentativa. Por via sintética, o processo mais utilizado é a partir da hidratação do gás eteno (hidrocarboneto derivado do petróleo) catalisado por ácido. A via fermentativa consiste em fermentar qualquer matéria-prima que contenha açúcar ou outro carboidrato, através de enzimas presentes no fermento que promovem uma série de reações, resultando na conversão de um açúcar simples em etanol e dióxido de carbono.

Lima (2001) indica outro método de obtenção do etanol por via sintética a partir do gás etino (hidrocarboneto), de gases de petróleo e da hulha, que geralmente são empregados em países de grande reserva de petróleo, indústrias petroquímicas avançadas, pouca área de cultivo e clima desfavorável.

Wenzel (2001) distingue três fases distintas do processo fermentativo: a preparação do substrato ou mosto, a fermentação propriamente dita e a destilação para separar o etanol obtido. Estas etapas básicas de obtenção do etanol são as mesmas empregadas na fabricação de bebidas alcoólicas fermentáveis. O que difere é a etapa final da destilação, pois nas bebidas a concentração alcoólica é mais baixa e devem ser preservados alguns componentes que vão conferir o sabor e o aroma que a caracterizam.

2.2.1 - As matérias-primas para obtenção de etanol por via fermentativa

Diversas são as matérias-primas empregadas na obtenção do etanol. Sua escolha dependerá da disponibilidade do cultivo em cada região, que implica em observar a sua viabilidade econômica e eficácia do processo.

As matérias-primas para obtenção de etanol são classificadas (Wenzel, 2001; e Lima, 2001) em:

Matérias-primas açucaradas: nelas estão as diretamente fermentáveis, que contêm monossacarídeos e se limitam aos sucos de frutas, como melancia, uva, maçã abacaxi, laranja e outras. E as não diretamente fermentáveis, contendo dissacarídeos que só fermentam após hidrólise enzimática efetuada pelas enzimas hidrolíticas produzidas e excretadas pelo próprio agente da fermentação. Essas são: cana-de-açúcar, beterraba açucareira, sorgo sacarino, milho sacarino, melões e mel de abelha e outros.

Matérias-primas amiláceas e feculentas: estas não são diretamente fermentáveis, mas submetidas ao processo de sacarificação, que é a hidrólise enzimática ou ácida, vão resultar em monossacarídeos fermentáveis. Para esse processo, costuma-se empregar fungos dos gêneros *Aspergillus*. São exemplos de amiláceas: os cereais, como cevada, arroz, milho, sorgo; e de feculentas: batata, batata-doce, mandioca.

Matérias-primas celulósicas: também não são diretamente fermentáveis. Necessitam do processo de sacarificação para transformar as macromoléculas da celulose em moléculas simplificadas fermentáveis, os monossacarídeos, especificamente a glicose.

São exemplos de matérias celulósicas: as palhas e madeiras; resíduos agrícolas como cascas, caroços, sabugos; resíduos de fábricas de papéis.

Segundo Sachs (2002) o etanol de celulose a partir de resíduos agrícolas é considerado o álcool do futuro, pois não compete com os alimentos, porém é necessário desenvolvimento de tecnologias que o torne economicamente viável.

2.2.2 - O ciclo do etanol no Brasil

O Brasil é o detentor da tecnologia mais avançada do mundo para a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar e o maior exportador desse álcool (Albuquerque et al., 2008).

Esse êxito é facilmente compreensível, pois segundo SEBRAE (2005), historicamente verifica-se que a cultura da cana-de-açúcar foi a primeira atividade econômica do Brasil Colônia. Trazida da Ilha da Madeira, adaptou-se muito bem às condições de clima, solo e topografia, sendo uma das principais responsáveis pela formação da sociedade brasileira, cultura, miscigenação de raças, marcada pela grande diferenciação social entre os senhores de engenho e a mão-de-obra escrava. Com períodos de altos e baixos, a cana-de-açúcar sempre representou a força da economia agrária brasileira, por isso houve grandes avanços na tecnologia do açúcar e do álcool e no melhoramento de suas espécies para produzir mais, utilizando a mesma área plantada.

De acordo com Debeir et al. (1993), na década de 70 deu-se início a uma nova era para o cultivo da cana-de-açúcar. Foi criado em 1975, no Governo Geisel, o ProÁlcool (Programa Nacional do Álcool), com intenção de conter gastos com a importação do petróleo, onerada pelo aumento do preço do barril devido à crise ocasionada pela OPEP - Organização dos Países Exportadores de Petróleo, reduzindo assim a dependência de importação do produto. Nesse programa, o etanol foi utilizado como combustível automotivo substituindo, assim, parte do consumo da gasolina e ao mesmo tempo reduzindo a quantidade de CO₂ lançado na atmosfera gerado na

combustão, por ser menos poluente. Sendo detentor desta tecnologia, em 1978 passa a exportar álcool para os Estados Unidos e o Japão para esse fim.

Segundo SEBRAE (2005), o programa ProÁlcool continuou sendo firmemente estimulado pelo governo, pois em 1980 ocorre uma nova crise do petróleo chegando a triplicar o valor do barril. É criado o CNAL - Conselho Nacional do Álcool, órgão responsável para difundir o programa, aumentando a produção de álcool e a frota de automóveis movidos a combustível alternativo. A partir de 1986 houve uma queda considerável no preço do barril de petróleo que coincidiu com um período de escassez de recursos públicos para subsidiar o ProÁlcool. Com isso, houve uma desaceleração do programa.

Segundo o mesmo autor, a partir de 1995 começa um reaquecimento do ProÁlcool, agora não mais impulsionado pela alta do preço do petróleo, mas para atender as Políticas Públicas Ambientais Internacionais iniciadas a partir da ECO-92, que gerou o Protocolo de Kyoto, com o compromisso de redução dos GEE – Gases de Efeito Estufa na atmosfera. Um grande incentivo à produção do álcool foi a medida provisória nº. 1.662 de 28 de maio de 1998 que elevou o percentual de etanol anidro adicionado à gasolina em todo território nacional de 22% até o limite de 24%. Em 2003 foram lançados no mercado nacional os automóveis com motores “flex fuel”, que podem ser movidos a gasolina, a álcool ou a mistura dos dois. Essa tecnologia teve grande aceitação no mercado, aumentando a demanda, estimulando a expansão da cultura da cana-de-açúcar para a produção do etanol.

Segundo Silva (2007), atualmente há 50 mil produtores de cana-de-açúcar e 308 unidades de processamento industrial, todas privadas. A indústria de cana no Brasil mantém o maior sistema de produção de energia comercial de biomassa no mundo através do etanol e do uso quase total do bagaço.

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil sempre representou a atividade agrícola de maior impacto ambiental com degradação do solo, comprometimento da qualidade da água, pelo uso excessivo de insumos e poluição atmosférica, devido às queimadas das palhas aplicadas para facilitar a colheita, principalmente em áreas de grandes declividades que impedem a mecanização do sistema. Porém, com as pressões por parte dos ambientalistas acentuadas a partir da Eco – 92, o setor sucroalcooleiro vem sofrendo

modificações significativas, através de Leis ambientais, desenvolvimento científico e inovações tecnológicas, na tentativa de mitigar as agressões ao Meio Ambiente.

Segundo Rossetto (2004), ações das entidades ambientais originaram a Lei da Queima da Cana, Lei Nº 11.241/2002, que prevê redução gradativa das queimadas para a pré colheita atingindo 50% no ano de 2011, 80% em 2016 e 100% a partir de 2021 em áreas mecanizáveis. Já para as áreas não mecanizáveis devido à declividade do terreno, prevê prazos mais elásticos com 50% de redução a partir de 2026 e 100% em 2031.

Com a redução das queimadas amplia-se a cadeia produtiva da cultura da cana, pois além da utilização do bagaço proveniente das moendas, a palha que outrora queimada, passa a ser fonte de energia renovável para alimentação das caldeiras.

Ripoli et al. (2004) reconhecem a viabilidade atribuída ao uso da palha com eficiência energética em torno de 95%, pois para cada 100 unidades de energia posta na usina proveniente do palhicho, são gastos apenas 5 unidades de energia na forma de óleo diesel nas operações do seu enfardamento e recolhimento.

Além da importância sócio-econômica que representa para o país pela geração de riquezas e alta empregabilidade, a cultura da cana vem sendo apontada como fonte de sequestro de carbono através do seu processo de fotossíntese. Segundo Rodrigues (2004), a cultura da cana em todo território nacional sequestra o equivalente a 20% do CO₂ que o setor dos combustíveis fósseis emite no Brasil. Assim observa-se a existência de uma dicotomia entre os malefícios da degradação ambiental e os benefícios pelo sequestro de carbono e os de aspectos sócio-econômicos gerados pela cultura que tendem a ampliar a médio e longo prazo com os avanços tecnológicos em busca de um equilíbrio sustentável.

De acordo Sachs (2002), o Brasil como detentor da tecnologia mais avançada para produção de etanol como alternativa energética, vem se destacando no cenário internacional e é apontado como o país que possui as melhores condições para liderar o que se chama de *revolução verde*, em busca do Desenvolvimento Sustentável. Assim, deve ser aproveitada não só as potencialidades energéticas da cana-de-açúcar, como também de outras biomassas dentro da biodiversidade disponível nas áreas agricultáveis.

Para ANEEL(2005), o aproveitamento energético e racional da biomassa tende a promover o desenvolvimento de regiões menos favorecidas economicamente, por meio da criação de empregos e da geração de receita. Como exemplo o autor cita a experiência piloto da Universidade Federal do Amazonas, para substituir o óleo diesel por óleo de andiroba em gerador de energia especialmente adaptado, realizada no município de Carauari, no Amazonas.

Hentschel (2008) cita outro exemplo, apresenta proposta de produção de etanol carburante no estado de Santa Catarina em áreas isoladas, a partir da cana-de-açúcar em pequena escala, ou seja, microdestilarias com capacidade para produzir de 1.000 a 1500L/dia, sendo a produção destinada ao autoconsumo e organizada em forma de cooperativa; prática de desenvolvimento a partir da agroindústria.

De acordo com SEBRAE (2009), o governo brasileiro para atender o compromisso firmado com o Protocolo de Kyoto elaborou um plano estratégico de sustentabilidade, o PNA- Plano Nacional de Agroenergia para o período do ano de 2006 a 2011. Tendo como objetivo estimular o desenvolvimento das cadeias agroenergéticas do biodiesel, etanol, florestas energéticas e das biomassas geradas pelos resíduos agropecuários, minimizando os danos ambientais e sem competir com outras demandas destinadas à alimentação humana e animal e fertilização das terras para a produção agrícola e pecuária. As atividades desenvolvidas pelos segmentos produtivos que geram resíduos estão regulamentadas pelo SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente e CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, ligados ao Ministério do Meio Ambiente.

O Projeto de Lei nº 1.398/2003 do Congresso Nacional estabelece critérios para a produção e a comercialização de álcool hidratado automotivo pelas unidades produtoras, com capacidade de até 5 mil litros/dia. Reconhece que o atual programa de produção de álcool é concentrador de renda, deixando marginalizado o pequeno produtor. Prevê a criação de linha de crédito específica para o funcionamento de instalação de microdestilarias e uma nova norma regulamentar da ANP - Agência Nacional de Petróleo para regular a atividade de venda por cooperativas de pequenos produtores de álcool hidratado automotivo. (Projeto de Lei nº 1.398/2003).

Como fomento desse projeto, SEBRAE (2009) comenta que o PRONAF – Programa Nacional de Agricultura Familiar criou recentemente o Pronaf – ECO, que destina recursos para tecnologias de energias renováveis e tecnologias ambientais. A partir da safra 2007/2008 os pequenos agricultores poderão contar com recursos para investimentos destinados à implantação ou à recuperação de tecnologias de energias renováveis (como o uso da energia solar, eólica, biomassa, miniusinas para biocombustíveis) e a substituição da tecnologia de combustíveis fósseis para renovável nos equipamentos e máquinas agrícolas.

Segundo o mesmo autor, outra instituição com disponibilidade de recursos para financiamento dirigido ao segmento de resíduos e dejetos é a FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos.

A bioenergia é uma fonte permanente de energia tendo como benefícios a geração de emprego e renda e a inclusão social, contribuindo para o desenvolvimento do Brasil, principalmente nas regiões mais carentes. Assim, Holanda (2004) relata que paralelo ao ProÁlcool as pesquisas com biodiesel também vêm se destacando no Brasil desde a criação do ProDiesel em 1980, quando iniciado com os trabalhos do professor Expedito Parente da Universidade Federal do Ceará, autor da patente PI – 8007957, que foi a primeira patente, em termos mundiais, de biodiesel e de querosene vegetal de aviação.

O mesmo autor destaca a importância de investimentos em pesquisas voltadas para o biodiesel, pois assim como o etanol, é menos poluente podendo reduzir até 78% as emissões líquidas de gás carbônico, considerando-se a reabsorção pelas plantas. Reduz em 90% a emissão de fumaça e praticamente elimina a emissão de óxido de enxofre. Ainda relata que, atualmente a Petrobrás está fortemente empenhada em viabilizar tanto o etanol quanto o biodiesel, consolidando a liderança do Brasil na utilização de fontes de energia “limpas” e renováveis, com o apoio do “Grupo Gestor” coordenado pela Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis do Ministério de Minas e Energia, que tem a função de executar as ações relativas à gestão operacional e administrativa. Cita alguns exemplos de pesquisas voltadas para utilização do biodiesel realizadas no Brasil:

A universidade Federal do Paraná, em 1998, realizou em Curitiba uma experiência de campo com o uso do biodiesel B20, produzido a partir de ésteres de óleo de soja e testado em uma frota de 20 ônibus urbanos. A Universidade Estadual de Santa Cruz, em Ilhéus - BA implantou no ano 2000 uma planta piloto de produção de biodiesel de éster metílico a partir de óleo de dendê e gorduras residuais, testado na frota de veículos da própria universidade. Nos Estados do Rio Grande do Norte, Piauí e Ceará existem projetos pilotos para implantação de unidades processadoras de biodiesel, baseadas no óleo de mamona. A Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade de São Paulo, em Ribeirão Preto, implantaram planta piloto para a produção do biodiesel a partir de óleo comestível (resíduos de frituras) fornecidos pela Rede McDonalds. (Holanda, 2004).

Estas experiências demonstram que a biodiversidade brasileira aponta caminhos para o desenvolvimento energeticamente sustentável. A bioenergia passa a ser um elemento transformador de dimensão social e ambiental. Social, porque permite a inclusão gerando emprego e renda e (ou) atende as necessidades básicas em áreas isoladas. Ambiental, por se tratar de energia menos poluente, principalmente a partir de resíduos agrícolas que não competem com áreas destinadas às agriculturas voltadas para a alimentação. Além da importância do uso da biodiversidade para evitar a expansão descontrolada da monocultura que reduz a capacidade de resiliência das áreas degradadas. Assim, a busca de novas tecnologias para o desenvolvimento do binômio bioenergia-biodiversidade é o grande desafio que deve estar aliado a uma nova consciência voltada para a sustentabilidade ecológica, uma vez que exige responsabilidade e compromisso com as gerações futuras.

Segundo Tavares (2009), o Desenvolvimento Sustentável implica em promover o desenvolvimento econômico do país de forma que elimine as desigualdades sociais, garantindo a satisfação das necessidades básicas pela participação ativa da maioria dos indivíduos. Para tal, é necessário estabelecer limites com o nível tecnológico de exploração dos recursos naturais, considerando as especificidades de cada região para que as formas de consumo e produção não comprometam as gerações futuras.

Para a materialização da bioenergia-biodiversidade de forma sustentável é necessário o desenvolvimento de Políticas Públicas que incentivem a produção em

pequena escala, beneficiando pequenos agricultores como forma de inserí-los no sistema, não como mão-de-obra de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura, mas como participantes autônomos do processo de produção da bionergia. Dessa forma, faz-se a inclusão com justiça social, pois no Brasil até então, os lucros da produção pertencem aos grandes usineiros.

O desenvolvimento da agroindústria gera empregos não agrícolas favorecendo a permanência do homem no campo, evitando o êxodo rural que implica numa melhor distribuição territorial. A região Nordeste que concentra a maior população rural do país é onde ocorre com maior frequência o êxodo rural devido às condições edafoclimáticas, principalmente na região do Semi-Árido. Soluções que possam incentivar a permanência do homem no campo através da melhoria da qualidade de vida é fundamental para alcançar o Desenvolvimento Sustentável. Assim, a bioenergia representa uma significativa estratégia para promover um equilíbrio de sustentabilidade social e ambiental.

CAPÍTULO 3

PERSPECTIVA ENERGÉTICA A PARTIR DE RESÍDUOS DE CASAS DE FARINHA DA REGIÃO NORDESTE

3.0 - PERSPECTIVA ENERGÉTICA A PARTIR DE RESÍDUOS DE CASAS DE FARINHA DA REGIÃO NORDESTE

3.1 - A CULTURA DA MANDIOCA (*Manihot esculenta Crantz*)

A *Manihot esculenta Crantz*, popularmente conhecida como mandioca, aipim ou macaxeira é uma planta arbustiva composta de uma parte aérea e de outra subterrânea formada por raízes tuberosas que consiste na parte comestível. Cada planta pode ter de 5 a 20 raízes, variando de 8 a 20 cm de comprimento, e de 5 a 10 cm de diâmetro, podendo pesar de 100g a 5 kg. Na sua composição contém glicosídeos potencialmente hidrolisáveis a cianeto, a *linamarina* (93%) e a *lotaustralina* (7%), presentes em todos os tecidos da planta. Esses glicosídeos sofrem por ação de enzimas e temperaturas adequadas um processo natural de hidrólise, liberando ácido cianídrico altamente tóxico com efeito letal (estimado entre 1,0mg/kg e 7,0mg/kg de peso corporal). O ácido cianídrico livre é volátil a 27,5°C, sendo rapidamente volatilizado à temperatura ambiente em regiões tropicais, com isso reduz os riscos para o consumo humano quando processada com aquecimento. Por ser associada a muitos casos de intoxicação alimentar, a mandioca é geralmente classificada na linguagem popular de brava ou amarga quando apresenta níveis de ácido cianídrico superiores a 50 ppm, e em massa doce quando contém níveis inferiores a esse valor (Marcon et al., 2007).

Segundo Marcon et al.(2007), a mandioca é uma planta tipicamente brasileira originária da região amazônica. Sua denominação é de origem indígena: **mani** a índia de cuja **oca** nasceu a primeira planta. Apesar de ser originária da região amazônica há muito tempo, já era cultivada pelos índios que habitavam as caatingas do Nordeste Brasileiro e a tinham como alimento básico na sua dieta alimentar, tanto cozida em água como processada em forma de gomas, os beijos. Com a colonização do Brasil, a mandioca foi tomando impulso e tornou-se produto de subsistência útil para manutenção dos escravos. No decorrer dos tempos passou a ser alimento básico dos trabalhadores rurais e das populações de baixa renda dos grandes centros urbanos da região Nordeste. Quanto ao seu plantio, praticamente todos os produtores da mandioca são agricultores de baixa renda que destinam suas produções ao fabrico de farinha de mesa e gomas.

Os mesmos autores também relatam que no período da colonização do Brasil, no Século XVI a mandioca foi levada para a África e posteriormente no Século XVIII para a Ásia. Atualmente a África é responsável por 53% da produção mundial, seguida da Ásia, com 29,4%, e da América do Sul com 16,9%. A Nigéria é o maior produtor com 19,92% da produção total, seguida do Brasil com 11,76%, Indonésia com 9,77%, Tailândia com 9,75%, República Democrática do Congo com 8,89%, e de Gana com 5,29%. Esses países contribuem com 65% do volume mundial produzido (dados da FAO/JUN 2004 citado em Marcon et al. 2007).

De acordo com a EMBRAPA (2009b), em 1975 foi criado em Cruz das Almas – BA, o Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, pertencente a EMBRAPA, com objetivo de impulsionar pesquisas voltadas para a melhoria de qualidade e redução de custos de produção tanto da mandioca, como de outros produtos da fruticultura, como abacaxi, manga e banana, que até então eram cultivadas com caráter de subsistência e de forma empírica.

A cultura da mandioca na região Nordeste sempre ocupou lugar de destaque ao longo dos anos. De acordo com dados fornecidos por IBGE (2009), observa-se que no período do ano de 1990 a 2007, a região Nordeste aparece como a maior produtora de mandioca. O Brasil em 1990 teve um total de área plantada de 1.975.643 hectares, na qual 57,31% pertenciam à região Nordeste. Desse percentual, o Estado da Bahia se posicionou em primeiro lugar com 29%, seguido do Maranhão com 20,4% e Piauí com 11,25%. Em 1995, do total de área plantada de 2.010.471 hectares, o Nordeste contribui com 52,83%, com destaque para o Estado do Maranhão com 27,8%, seguido da Bahia com 24% e do Ceará com 18,2%. Já no ano 2000 tem um declínio para 43,5% do total da área plantada no Brasil de 1.736.680 hectares, porém, ainda permanece na liderança entre as regiões geográficas. O Estado da Bahia nesse ano destacou-se com 43,1%, seguido do Maranhão com 17,8% e do Ceará com 11,24%. Em 2005, observa-se um crescimento para 47,13% do total de 1.929.672 hectares; a Bahia aparece com 41,5%, seguido do Maranhão com 21,1% e Ceará com 10,3%. Em dados recentes do ano de 2007 o Brasil apresentou 1.941.104 hectares de área plantada, da qual o Nordeste continua em primeiro lugar com 48,70%, tendo destaque mais uma vez para o Estado da Bahia com 39,9%, seguido do Maranhão com 22,76% e Ceará com 10,54%.

Marcon et al.(2007) relatam que a mandioca além de ser empregada no consumo humano de forma rudimentar, o resíduo das casas de farinha são utilizados para a alimentação animal. Porém, com o desenvolvimento tecnológico começou a ser utilizada em indústrias têxteis, de papel e de alimentos na forma de amido de mandioca (conhecido como fécula ou polvilho doce), e o amido de mandioca fermentado (conhecido como polvilho azedo), e o amido quimicamente modificado para a indústria química e farmacêutica, a exemplo de plásticos biodegradáveis e em suturas cirúrgicas.

Segundo os mesmos autores, a mandioca muito empregada no fabrico de farinha de mesa principalmente no Nordeste Brasileiro, causa sérios problemas ambientais nas proximidades das casas de farinha pelos despejos indevidos de seus subprodutos com grande contaminação do solo, água subterrânea e superficial. Esses resíduos constituem alto índice de matéria orgânica que contribui para o aumento da Demanda Química de Oxigênio – DQO e da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO do espaço geográfico. Esse quadro negativo sobre os efluentes tende a mudar de forma expressiva, pois os pesquisadores estão voltando as suas atenções para a valorização dos resíduos, transformando-os em matérias-primas para o desenvolvimento de novos produtos.

3.2 – UTILIZAÇÃO DA MANDIOCA PARA FIM ENERGÉTICO

Com o desenvolvimento tecnológico abre-se um leque de opções para a criação de novos produtos dentro da agroindústria que possam valorizar culturas tradicionais e que contribuam para a permanência da identidade do homem do campo e o aumento da rentabilidade econômica, evitando o êxodo rural.

Segundo Albuquerque et al. (2008), devido a suas características e composição, a mandioca, espécie amilácea, se constitui em reserva bioenergética, sendo o etanol uma das perspectivas para seu aproveitamento. No ProÁlcool, na década de 70, foi apontada como uma possível matéria-prima e na atualidade volta a ser tema de congressos científicos, na busca de novas fontes de energia sustentável para o Meio Ambiente.

De acordo com o Decreto nº 76.593 de 14 de novembro de 1975, a crise ocasionada pela OPEP – Organização dos Países Exportadores de Petróleo, ocorrida na década de 70, abalou a economia dos países que dependiam da importação do petróleo

devido ao aumento do preço do barril. O Brasil, para amenizar os problemas gerados pela crise, respondeu de forma criativa apostando em sua grande extensão de áreas agricultáveis e seu clima tropical, lançando o ProÁlcool (Programa Nacional do Álcool) através do Decreto nº. 76.593 de 14 de novembro de 1975, com o objetivo de utilizar etanol como combustível automotivo, a fim de reduzir a dependência da importação de petróleo.

O Artigo 2º desse decreto aponta a mandioca como uma das matérias-primas importantes para a implantação do programa:

“Art. 2º. – A produção do álcool oriundo da cana-de-açúcar, da mandioca ou de qualquer outro insumo será incentivada através da expansão da oferta de matérias-primas, com especial ênfase no aumento da produtividade agrícola, da modernização e ampliação das destilarias existentes e da instalação de novas unidades produtoras, anexas a usinas ou autônomas, e de unidades armazenadoras” (Decreto nº. 76.593 de 14 de novembro de 1975).

O ProÁlcool, além de atender as necessidades do mercado interno e externo da política de combustíveis automotivos, tinha também caráter social como forma de democratização do programa, com objetivo de reduzir as disparidades regionais de renda através de uso diversificados de matérias-primas, de financiamentos, atribuindo aos projetos a serem implantados nas regiões tradicionalmente não cultivadas ou de baixa renda condições especiais de prazo e taxas de juros, dando oportunidade aos pequenos produtores (Decreto nº. 76.593 de 14 de novembro de 1975).

Diante dos incentivos do Governo Federal, vários estudos foram elaborados por órgãos de fomento à pesquisa para viabilizar o uso da cana-de-açúcar, da mandioca e de outras culturas para a obtenção do etanol.

De acordo com Machado e Abreu (2006), os estudos voltados para atender o programa do governo ProÁlcool tinham como objetivo amenizar os impactos econômicos gerados pela crise do petróleo na década de 70. Com o passar dos anos, muitos projetos que utilizavam variedades de matérias-primas foram abandonados, vingando os referentes à cana-de-açúcar, pois o Brasil já era detentor dessa tecnologia e contava com uma infinidade de usinas de açúcar, fato esse facilitador dos projetos. No início da década de 90, houve um declive do ProÁlcool devido à baixa do preço do barril de petróleo que levou à falta de incentivos financeiros por parte do governo.

Segundo Wenzel (2001), a obtenção do álcool a partir de matérias-primas ricas em açúcar como a cana-de-açúcar é um processo mais simples de fermentação direta por ação de leveduras, que transformam os açúcares em álcool e gás carbônico. Entretanto, no caso das matérias-primas amiláceas como a mandioca, é necessário uma prévia sacarificação, que é a hidrólise enzimática ou ácida do amido em monossacarídeos fermentescíveis, que posteriormente sofrem fermentação alcoólica. Assim sendo, o processo de obtenção do álcool via cana-de-açúcar é mais simplificado que o da mandioca.

Segundo Albuquerque et al. (2008), a evolução na produtividade da cana não foi acompanhada pela mandioca em decorrência da falta de pesquisas econômicas e tecnológicas. Assim, ocorreu uma discrepância entre o aumento da produtividade da lavoura canavieira caracterizada pela monocultura, e a mandioca caracterizada pela agricultura familiar, agravando ainda mais a concentração de renda e as disparidades regionais.

Os mesmos autores apresentam a análise de Fadel (2006) sobre a produção de álcool de mandioca: para construir uma usina de álcool de cana-de-açúcar com capacidade de moagem anual de um milhão de toneladas de cana, faz-se um investimento na ordem de R\$130 milhões a R\$140 milhões, incluindo nesse valor o parque industrial e a parte agrícola, com produção estimada de 85 milhões de litros de álcool. Com o valor desse investimento é possível construir 5 usinas de mandioca ocupando mais de 1100 produtores rurais, gerando benefícios para mais de 13 mil pessoas durante o ano e produzindo 300 milhões de litros de álcool. Esses valores se devem pelo fato de se conseguir gerar até 200 litros de álcool por tonelada de mandioca quando a produtividade atinge 28 toneladas/hectare (Albuquerque et al., 2008).

Machado e Abreu (2006) ressaltam que as batatas contêm entre 15% e 18% de material fermentescível, as batatas-doces de 22% a 26% e a mandioca de 30% a 35%, e todos esses constituem matérias-primas para obtenção do etanol, tendo em média que uma tonelada de batata produz até 95 litros e de batata-doce até 150 litros. Essa produção ratifica o valor acima citado, pois a mandioca apresenta maior percentual de material fermentescível.

Segundo EMBRAPA (2009 a), a mandioca doce, uma mutação natural coletada na Amazônia, tem alto teor de glicose que dispensa o processo de hidrólise do amido na obtenção do etanol necessário quando se usa a mandioca convencional, podendo haver uma redução de 25% do custo operacional.

De acordo com IBGE (2009), o Brasil nos últimos 5 anos (período 2003 a 2007) produziu em média 24.987.973 toneladas de mandioca, na qual a região Nordeste participou com 9.157.417 toneladas que corresponde a 36,65% do total. Considerando a quantidade possível para obtenção do álcool de mandioca, a região Nordeste teria um potencial energético estimado em 1.831.483.400 litros de etanol. Esse valor corresponde a 12,3% da produção total do Brasil safra 2004/05 que foi de 14.916.987m³ de etanol (ALCOPAR – Associação de Produtores de Álcool e Açúcar do Estado do Paraná citado por Albuquerque, et.al., 2008).

Apesar desse valor significativo de álcool de mandioca, no contexto atual obtê-lo necessitaria de projetos de ampliação do plantio da cultura, devido à competitividade com o emprego da raiz voltado para alimentação básica, principalmente nas camadas sociais mais carentes.

Segundo Marcon et al. (2007), no Brasil quase a totalidade da produção de mandioca é empregada em indústrias alimentícias, principalmente na fabricação de farinha e extração de fécula que causam sérios problemas ambientais, pois geram quantidades significativas de subprodutos com alta concentração de matéria orgânica altamente degradante ao meio ambiente, mesmo quando são empregados na alimentação animal, pois a quantidade gerada é bem maior que a demanda causando o descarte no espaço geográfico. Os resíduos gerados podem ser sólidos (casca marrom, entrecasca, crueira, fibra, bagaço e varredura) e líquidos (água de lavagem das raízes e água de prensa ou manipueira).

Camilli e Cabello (2007) relatam que o processamento de uma tonelada de raiz de mandioca para a fabricação de farinha gera entre 267 e 419 litros de manipueira que contém altas concentrações de matéria orgânica, principalmente carboidratos e glicosídeo cianogênico, tornando-a um poluente de oneroso manejo para estabilização.

Segundo Marcon et al. (2007), devido ao carreamento de sólidos solúveis das raízes, os efluentes indicam uma elevada carga orgânica variando entre 6.280 a 51.200 mg/L para o DQO – Demanda Química de Oxigênio e 1.400 a 34.300 mg/L para o DBO –Demanda Bioquímica de Oxigênio. Esses autores também colocam que além do aspecto ambiental, o despejo indevido dos subprodutos do processamento da mandioca constitui um desperdício para o produtor, quando são consideradas as quantidades geradas e a sua composição.

Bringhenti e Cabello (2005) esclarecem que o aproveitamento da manipueira para obtenção de álcool é uma boa alternativa para resolver o problema do manejo desse resíduo, pois os carboidratos presentes em sua composição podem ser convertidos em etanol. A produção de álcool a partir dos resíduos da indústria da mandioca acena como uma alternativa para transformar o resíduo amiláceo em co-produto, gerando para a indústria não só receita como todos os benefícios mercadológicos de uma “indústria limpa”.

Camilli e Cabello (2007), desenvolvendo trabalho experimental, observaram após fermentação da manipueira a formação de 31,37g/L de etanol (em torno de 3% de rendimento), utilizando processo simples de hidrólise enzimática.

Machado e Abreu (2006) relatam que uma tonelada de cana-de-açúcar produz em média 70 litros de álcool (em torno de 7% de rendimento), tendo a matéria-prima um custo de 40% do valor da produção. Desenvolver tecnologias adequadas para o uso de matérias-primas mais baratas será uma contribuição significativa na redução dos custos de produção e maior universalização do uso de etanol combustível.

A utilização da manipueira para obtenção do etanol (que é altamente poluente e que é considerada a custo zero, por ser descartada como resíduo da agroindústria) passa a ter um valor significativo diante do seu baixo rendimento em relação ao álcool da cana-de-açúcar (corresponde a 42% do valor da cana-de-açúcar). Uma tonelada de manipueira produz em média 30 litros de etanol. Assim, visando amenizar os problemas sociais e ambientais causados pela disparidade entre culturas, são necessários estudos para o desenvolvimento de tecnologias que possam levar ao aproveitamento da biodiversidade regional.

Rosado Jr. et al. (2009) fazem uma avaliação de implantação de microdestilarias a partir de cana-de-açúcar e de matérias-primas não convencionais como o sorgo sacarino, batata-doce e mandioca, como forma de incluir a agricultura familiar na produção de biocombustíveis, com os produtores organizando-se em forma de cooperativa ou associação. Para essa simulação, adotou equipamento padrão de uma microdestilaria com capacidade de produção de 35 litros/hora de etanol a 94°GL, utilizando tanto a sacarose como o amido como substrato, em funcionamento sobre um sistema de fluxo contínuo, tendo produção anual de 106.260 litros de álcool (94° GL). A microdestilaria foi projetada para um funcionamento de 12 horas diárias, necessitando de uma mão-de-obra fixa de no mínimo três pessoas, não sendo estas remuneradas, pois se tratando de cooperativa ou associação têm participação direta nos lucros. Foi considerado o uso de linhas de crédito do PRONAF.

Cabello (2009) apresenta um estudo de uma planta piloto de obtenção de etanol a partir de mandioca em usinas de pequeno porte com produção diária de 8m³/dia e produção mensal de 240m³/mês, chegando ao valor do litro de etanol de R\$ 1,10 (um real e dez centavos), atribuído ao seguinte custo operacional: 68,1% correspondem a matéria-prima (raiz de mandioca); 2,3% as enzimas amilolíticas; 3,5% aos nutrientes, ácidos e outros; 10,2% de combustível (lenha); 4,6% de energia elétrica; e 11,3% de mão-de-obra.

Na simulação de Cabello (2009) observa-se que o maior percentual do custo é referente à matéria-prima que corresponde a 68,1%, significa dizer que a obtenção com aproveitamento de resíduos amiláceos o custo cai sensivelmente, pois a matéria-prima tem custo zero.

No trabalho de Cabello (2009) se faz necessário a inclusão do preço da matéria-prima, porque o álcool é obtido diretamente da fermentação da mandioca triturada. No caso de desconsiderar o valor da matéria-prima, o custo da simulação cairia de R\$ 1,10 para R\$ 0,35. Este seria o custo do litro do álcool.

Já Delavi (2007) apresenta a viabilidade econômica de microdestilarias com o objetivo de expandir a produção do etanol a partir da cana-de-açúcar em regiões menos desenvolvidas, ampliando a cadeia produtiva com aproveitamento integral da matéria-

prima, visando a autonomia energética comunitária em cooperativas, associações e assentamentos, com geração de trabalho e renda.

3.3 - APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DAS “CASAS DE FARINHA” DO MUNICÍPIO DE CAMPO DO BRITO - SERGIPE COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA

O Município de Campo do Brito pertence ao Estado de Sergipe, Brasil, localizado na Mesorregião do Agreste Sergipano e na Microrregião do Agreste de Itabaiana, dista aproximadamente 50 Km da capital Aracaju e possui 16.122 habitantes, IBGE (2008). Uma das suas atividades econômicas é a produção de farinha de mandioca, sendo o maior produtor do Estado, possuindo 300 pequenas agroindústrias (casas de farinha) localizadas na zona rural, distribuídas nos povoados de Gameleira, Terra Vermelha, Cercado, Tabua, Limoeiro, Caatinga Redonda. Esta atividade envolve 2.500 pessoas, representando muitas vezes a única fonte de renda. Porém, o processamento da matéria-prima gera resíduo de alta carga orgânica, a manipueira, que causa danos ao Meio Ambiente.

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o potencial da região para obtenção do etanol a partir do aproveitamento desse resíduo, como forma de agregar valor e mitigar as agressões ao Meio Ambiente.

A partir do objetivo geral definiu-se os seguintes objetivos específicos:

1. Avaliou-se os impactos ambientais causados pela manipueira descartada no solo.
2. Levantou-se a produção mensal de manipueira gerada na região.
3. Verificou-se (quantificando variáveis) a conversão energética da manipueira em etanol.
4. Estimou-se a capacidade de implantação de microdestilarias para a obtenção de etanol a partir da manipueira.

5. Levantou-se junto aos pequenos agricultores a aceitação de uma proposta de implantação de microdestilarias de álcool agregando valor a este resíduo.

3.4 – MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa iniciou-se em janeiro de 2009 junto à equipe técnica da EMDAGRO do município de Itabaiana que dá assistência técnica também ao município de Campo do Brito e que prestou esclarecimentos sobre a importância da atividade de produção de farinha para a região. Em seguida a EMDAGRO possibilitou um contato com o presidente da Cooperativa dos Produtores de Farinha de Mandioca do Município de Campo do Brito Ltda., que gentilmente abriu todos os caminhos para o desenvolvimento da pesquisa.

Outro contato importante foi com o gerente do Banco do Brasil da agência de Campo do Brito que prestou informações sobre a criação da Cooperativa e da fábrica de beneficiamento de farinha pertencente à mesma que está em fase de implantação com ajuda de crédito do próprio Banco.

A pesquisa desenvolveu-se *in loco* (pesquisa de campo) durante quatro meses, de fevereiro a maio de 2009. No período da pesquisa houve participação nas reuniões da Cooperativa a fim de manter contato com diversos proprietários das casas de farinha. Na oportunidade aplicaram-se questionários com perguntas fechadas e abertas envolvendo aspectos sócio-econômicos e ambientais. Atualmente a Cooperativa é constituída por 40 membros. Aplicou-se 120 questionários que corresponde a 40% do total de proprietários de casas de farinha da região. Como as reuniões ocorriam aos domingos pela manhã, os não cooperados compareceram a convite do presidente para participarem da aplicação dos questionários.

Durante o trabalho de campo visitou-se 8 (oito) propriedades para observar as áreas degradadas pelo despejo de resíduos no solo, e como se desenvolve o processo de fabricação de farinha.

Todo o trabalho de medição e acompanhamento do processo realizou-se na casa de farinha do presidente da Cooperativa que gentilmente concedeu esta oportunidade. O levantamento do potencial para produção de etanol partiu da quantidade de mandioca que é processada por semana na região. Para cada tonelada processada mediu-se nos tanques de decantação de PVC a quantidade de manipueira gerada.

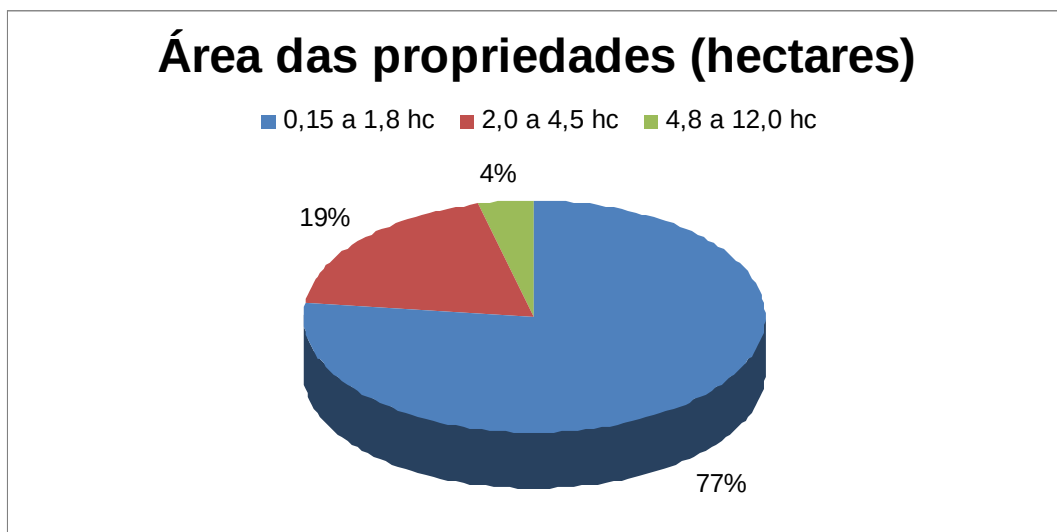
Quanto à viabilidade econômica para implantação de microdestilaria, fez-se uma simulação utilizando os dados pesquisados baseando-se nos modelos de Delavi (2007), Cabello (2009) e Rosado Jr. (2009).

Para o desenvolvimento dos cálculos, levantou-se dados diretamente nas empresas: fábricas de equipamentos para microdestilarias em Minas Gerais e Usinas do Estado de Sergipe.

3.5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a pesquisa, constatou-se que as casas de farinha estão localizadas nas propriedades dos pequenos produtores, próximas às casas de moradia. O cenário é sempre o mesmo: a casa de moradia, a casa de farinha, um curral com gado e um galinheiro. Nas propriedades desenvolvem culturas de subsistência, plantam mandioca que é predominante, milho, feijão, batata, amendoim, palma e capim (para a alimentação do gado). O que colhem utilizam no consumo e a sobra é vendida na feira das cidades de Campo do Brito e Itabaiana, porém, a mandioca é toda empregada na fabricação da farinha. As propriedades são pequenas e possuem em média área de 1,7 hectares, distribuída da seguinte forma: de 0,15 a 1,8 hectares correspondem a 76,67% do total pesquisado; de 2,0 a 4,5 hectares correspondem a 19,16%; e de 4,8 a 12,0 hectares, correspondem a 4,17%; conforme representação no gráfico 3.1.

Gráfico 3.1. Distribuição percentual da dimensão da área das propriedades.



Fonte: Dados coletado pela autora, 2009.

Os pequenos produtores de 0,15 a 1,8 hectares, que correspondem a 76,67% do total pesquisado, colheram um total de 1.050,4 toneladas de mandioca no ano de 2008; os produtores que possuem de 2,0 a 4,5 hectares que correspondem a 19,16%, colheram 694,6 toneladas de mandioca e os de 4,8 a 12 hectares, colheram 140,32 toneladas.

Apesar de toda a produção ser utilizada na fabricação de farinha, os valores acima são insignificantes em relação à produção das casas de farinha, pois todos os proprietários compram de fontes externas a mandioca, variando a compra de 80% a 100%.

A dimensão da propriedade não está diretamente relacionada à produção de farinha, a exemplo de um pequeno agricultor do povoado Gameleira, cuja propriedade mede 2,7 hectares, colheu 20 toneladas de mandioca no ano de 2008. Ele compra mensalmente uma média de 160 toneladas de mandioca, produzindo 40 toneladas de farinha. Outro do mesmo povoado tem propriedade de 3,3 hectares, colheu 50 toneladas de mandioca no ano de 2008, compra mensalmente uma média de 70 toneladas e produz 18 toneladas de farinha. Também outro proprietário do mesmo povoado possui 9,0 hectares, colheu no mesmo ano um total de 40 toneladas, compra mensalmente uma média de 50 toneladas e produz uma média de 13,5 toneladas de farinha.

Segundo a pesquisa, constatou-se pelas entrevistas que a comercialização da mandioca ocorre de 3 a 4 vezes por semana. Chegam à noite a partir das 23 horas, de 30 a 35 caminhões transportando de 18 a 25 toneladas de mandioca a depender do tamanho e das condições do estado de conservação dos mesmos. A mandioca vem dos Estados da Bahia, Alagoas, Rio Grande do Norte, Piauí, Minas Gerais e São Paulo, e de algumas cidades do Agreste de Sergipe: Boquim, Umbauba, Pedrinhas, Santa Luzia do Itanhy, Itabaianinha, Moita Bonita, Arauá, Estância, Malhador e Itaporanga d'Ajuda.

A atividade de produção de farinha é desenvolvida por mulheres responsáveis pela limpeza e descascamento da mandioca, figura 3.1, que iniciam o trabalho em torno das 2 horas da madrugada, encerrando por volta das 15 horas, sendo remuneradas por produtividade. Os homens trabalham alimentando os fornos com lenha e chegam por volta das 5 horas para acendê-los. Trabalham na moagem, prensagem, peneiração e cozimento da mandioca. Encerram suas atividades por volta das 20 horas.



Figura, 3.1 - Aspecto da etapa inicial do processamento da mandioca em pequenas agroindústrias de Campo do Brito – Se.

Fonte: Arquivo pessoal, março de 2009.

A comercialização da farinha ocorre a partir da quarta-feira. Uma pequena parte, apenas 10% fica reservada para as feiras de Itabaiana e Aracaju. A maior parte, 90%, é exportada por atravessadores para outros Estados. O preço é ditado pelos

atravessadores, que variou no 1º semestre de 2009 de R\$ 75,00 à R\$ 80,00 os sacos de 50 Kg e de R\$ 90,00 a R\$ 100,00 os sacos de 60 Kg.

Visando a otimização do sistema operacional, constatou-se que a Cooperativa com o apoio do Banco do Brasil, SEBRAE e EMDAGRO, implantou grelhas nos fornos das casas de farinha, introduzindo um mecanismo de aeração do material usado na combustão como fonte de calor, dessa forma, aumentando o poder calorífico da combustão da lenha. Isso lhe valeu o Prêmio Valores do Brasil, concedido no ano de 2008, em Brasília - DF, em comemoração aos 200 anos da Fundação do Banco do Brasil. Sua indicação partiu da própria agência do Banco por reconhecimento da qualidade do produto, por serem os maiores produtores e exportadores do Estado de Sergipe e por tentarem minimizar enquanto cooperativa consciente as agressões ao Meio Ambiente, com implantação das grelhas que reduziram 50% do uso da lenha e o tempo de cozimento, e implantação de tanques de PVC para decantação da manipueira. Além disso, faz parte do projeto de melhoria da Cooperativa a substituição da lenha por “briquetes”, lenha ecológica 100% natural, formada por sobras de madeiras e serragens que são compactadas com alta pressão, sem aglutinantes químicos.

Esta ação conjunta, entre os órgãos acima citados e a comunidade faz parte do projeto Estratégia de Desenvolvimento Regional Sustentável, idealizado pelo Banco do Brasil. O projeto iniciou em 2005, quando através de cursos de associativismo e cooperativismo promovidos pelo SEBRAE foram estimulados a transformarem a associação dos produtores de farinha em cooperativa. Uma forma de acabar com os atravessadores, permitindo a partir daí comercializar seu próprio produto diretamente com grandes redes de supermercado. Para isso, deu-se início a construção de uma fábrica com recurso doado pela Fundação Banco do Brasil, que está em fase de conclusão. Segundo o presidente da Cooperativa com a implantação da fábrica o objetivo é dobrar em 3 anos a produção de farinha na região gerando mais emprego e renda.

Convém ressaltar outras ações voltadas para a responsabilidade sócio-ambiental desenvolvidas pelo projeto: modernização tecnológica, substituindo maquinários manuais por automatizados, permitindo assim a igualdade de condições de trabalho entre os produtores rurais. Construíram casas de alvenaria para substituição de moradia

de taipa, beneficiando 550 famílias. Foi acordado entre os proprietários das casas de farinha, não implantar máquinas descascadoras a fim de garantir a ocupação da mão-de-obra das mulheres. Conscientização acerca da importância do respeito aos direitos da criança, coibindo o trabalho infantil (ação conjunta com o Conselho Tutelar). Implantação dos tanques de PVC em todas as casas de farinha a fim de armazenar a manipueira por cinco dias, para que durante o processo de decantação seja eliminado por evaporação o ácido cianídrico, permitindo seu uso na adubação e alimentação do gado.

Apesar destas medidas implantadas, observou-se *in loco* que a manipulação da lenha nos fornos é feita sem nenhum equipamento de segurança. Além da falta de máscaras e óculos de proteção, muitas vezes o homem que alimenta a fornalha está sem camisa por causa do calor, expondo a pele em contato com a fuligem, figura 3.2. Além da falta dos E.P.I. – Equipamentos de Segurança Individual, não se vê a presença de extintores de incêndio.



Figura, 3.2 - Atividade de preparação dos fornos a lenha empregados no processamento da mandioca em campo do Brito – Se.

Fonte: Arquivo pessoal, março de 2009.

A questão da poluição ambiental não se resume somente ao uso da lenha, o mais agravante são os resíduos gerados. A casca proveniente da raspagem da mandioca é dada ao gado e como a produção é em grande quantidade se vende o excedente. Já a manipueira é lançada no solo comprometendo o ecossistema, pois os tanques de decantação, figura 3.3, não são suficientes para o tempo de espera de 5 dias necessários para a eliminação do ácido cianídrico; geralmente permanece na decantação apenas dois dias, pois a produção é superior ao volume que os tanques comportam. Existem casas de farinha que chegam a produzirem 15.000 litros de manipueira por dia. Dos 120 proprietários que participaram da pesquisa, todos admitiram que lançam no solo a manipueira antes do tempo necessário para eliminar totalmente o ácido cianídrico. Eles têm consciência dos danos que causam ao meio ambiente: *“a manipueira mata a terra, onde ela passa nada nasce”*.



Figura, 3.3 - Tanque de decantação de manipueira.

Fonte: Arquivo pessoal, março, 2009.

De acordo com a pesquisa, verificou-se que a “Região de Gameleira” (como é popularmente conhecida, formada por todos os povoados produtores de farinha) recebe para ser processada em farinha por semana uma média de 2.445,62 toneladas de mandioca, tendo uma carga mensal média de 11.005,29 toneladas. Segundo o presidente

da cooperativa, para cada tonelada de mandioca processada, são gerados 400 a 500 litros de manipueira. Essa variação depende do período de seca ou de chuva. Para o período de seca a mandioca fica com maior umidade, como uma autodefesa que faz a raiz da planta captar água de lençóis freáticos. No período de chuvas moderadas ela se apresenta com menos umidade, porém, não pode ser considerado o período de chuvas intensas, pois a raiz fica encharcada não servindo para a fabricação da farinha.

Os valores apresentados acima se confirmam pela medição nos tanques de decantação durante o mês de maio de 2009. Em 5 medições feitas em dias diferentes observou-se uma média de 430 litros de manipueira por tonelada.

Para cálculo da produção mensal de manipueira, considerou-se a média da variação entre 400 a 500 litros gerados para cada tonelada de mandioca, respeitando o período das chuvas. Partindo da média mensal de 11.005,29 toneladas de mandioca processada na “Região de Gameleira”, obteve-se um valor de produção mensal de aproximadamente 5 milhões de litros de manipueira, que são lançados no solo mensalmente, degradando o Meio Ambiente, figura, 3.4.



Figura, 3.4 - Descarte da manipueira no solo.

Fonte: Arquivo pessoal, março, 2009.

Segundo Camilli e Cabello (2007), a produção do álcool da manipueira tem um rendimento em torno de 3%, considerando um processo simples de hidrólise enzimática. Assim, o potencial de produção de álcool que pode ser gerado mensalmente na “Região de Gameleira” é em média de 148.571,4 litros, ou seja, aproximadamente 150 mil litros de álcool.

3.5.1 – Viabilidade da microdestilaria de álcool de manipueira

a) Determinação do custo operacional

Para determinar o custo operacional, baseou-se na simulação de Cabello (2009); desconsiderou-se o custo da matéria-prima, por se tratar de resíduo. Assim considerou-se o valor de R\$ 0,35 para o litro do etanol.

b) Determinação do custo de Investimento

Corresponde ao custo de máquinas e equipamentos necessários para a implantação da microdestilaria. A microdestilaria para a simulação dos cálculos tem as seguintes informações técnicas, conforme tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Informações Técnicas da Microdestilaria.

Sistema de produção	Batelada
Trabalho diário	12 horas
Trabalho semanal	6 dias
Produção diária	240 litros
Produção mensal (26 dias)	6.240 litros
Produção anual	74.880 litros

Fonte: Dados da simulação, adaptação do modelo de Delavi (2007).

O orçamento das máquinas e equipamentos para implantação da microdestilaria está demonstrado na tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Orçamento das Máquinas e Equipamentos da Microdestilaria.

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL
01	01	Conj. para produção de álcool a vapor por batelada com panela de 200 e 300 lts. e coluna de destilação e retificação em aço inox AISI 304 1,2 mm com caixa de recepção de álcool. Produção de 20 litros hora.	22.900,00	22.900,00
02	01	Dorna de preparo em aço inox AISI 304, de 500 litros.	1.400,00	1.400,00
03	04	Dorna de fermentação em aço inox AISI 304 1,2 mm de 600 litros.	1.200,00	4.800,00
04	01	Caldeira automática horizontal chapeada de 80 kg/h compacta.	17.000,00	17.000,00
TOTAL			-	46.800,00

Fonte: Orçamento cedido pela fábrica, Alambiques Santa Efigênia (Minas Gerais), novembro 2009.

Considerou-se que a microdestilaria, operada em sistema de cooperativa, tem acesso ao financiamento do PRONAF, com 3 anos de carência e 5 anos para pagamento com juros 2% ao ano, (Delavi, 2007; Rosado Júnior, 2009). Assim, o preço total do litro do álcool teve valores variados, considerando os anos de carência e de pagamento do empréstimo. O cálculo para pagamento do financiamento foi diluído em 8 anos sem considerar as taxas referentes à inflação, conforme tabela 3.3.

Tabela 3.3. Demonstrativo do Pagamento do Financiamento.

Ano	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º
Juros 2% ano (R\$)	936,00	936,00	936,00	936,00	748,80	561,60	374,40	187,20
Valor anual a ser pago do capital (R\$)	-	-	-	9.360,00	9.360,00	9.360,00	9.360,00	9.360,00
TOTAL A PAGAR	936,00	936,00	936,00	10.296,00	10.108,80	9.921,60	9.732,40	9.547,20

Fonte: Dados da pesquisa.

c) Determinação do preço total do litro do álcool

Para a determinação do preço total do litro do álcool considerou-se o valor do custo operacional e do investimento, fazendo-se uma análise por um período de 10 anos. Na simulação não foram considerados índices de inflação nem reajustes de preços dos itens necessários para o processo de produção, tendo as seguintes variações de preços demonstrados na tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Determinação do Custo de Produção do Álcool.

Ano	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
Preço operacional (R\$)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Preço de investimento (R\$)	0,0125	0,0125	0,0125	0,1375	0,1350	0,1325	0,1299	0,1275	-	-
Valor total do litro de álcool	0,3625	0,3625	0,3625	0,4875	0,4850	0,4825	0,4799	0,4775	0,35	0,35

Fonte: Dados da pesquisa.

d) Determinação dos lucros

Para a determinação do lucro obtido por litro de álcool, considerou-se o valor de entrega do produtor no Estado de Sergipe, que variou em média R\$ 1,15 no ano de 2009. Fez-se a simulação para o período de 10 anos, conforme tabela 3.5.

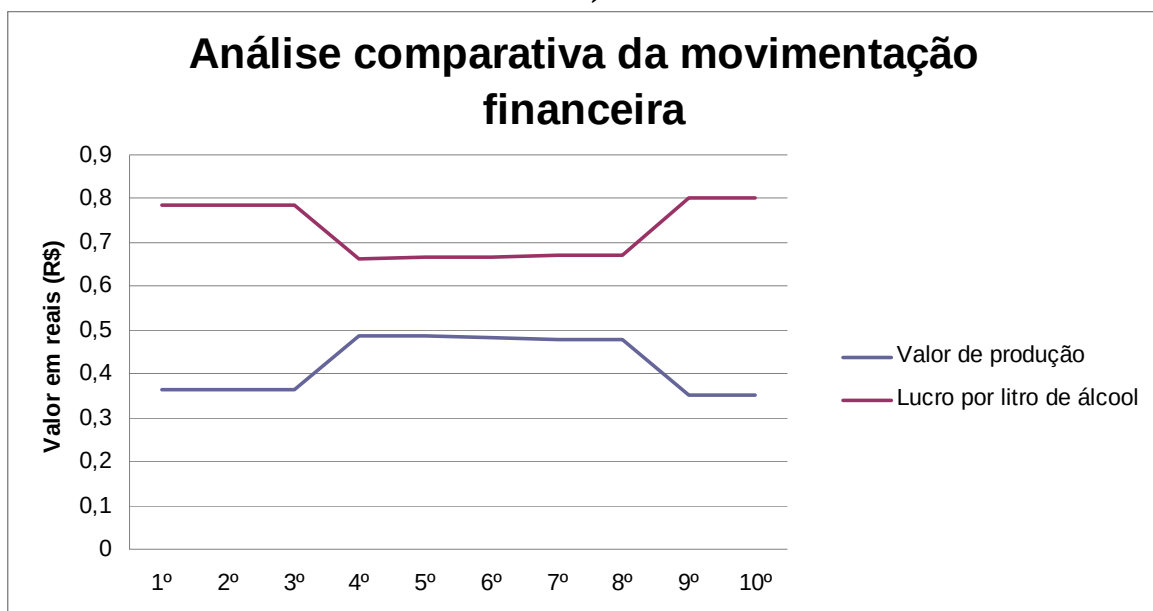
Tabela 3.5 - Determinação do Lucro Obtido por Litro de Álcool no Período de 10 Anos.

Ano	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
Litro de álcool	0,7875	0,7875	0,7875	0,6625	0,6650	0,6675	0,6701	0,6725	0,80	0,80

Fonte: Dados da pesquisa.

Fez-se uma análise comparativa da movimentação financeira no decorrer de 10 anos; concluiu-se que se obteve lucro em todo o período mesmo durante o pagamento do financiamento, como demonstra o gráfico 3.2.

Gráfico 3.2 - Movimentação Financeira da Microdestilaria (Período de 10 Anos).



Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à movimentação financeira anual da microdestilaria no período de 10 anos, considerando a produção total e desconsiderando na simulação, os encargos de impostos e inflação, chegou-se aos seguintes dados financeiros, conforme tabela 3.6.

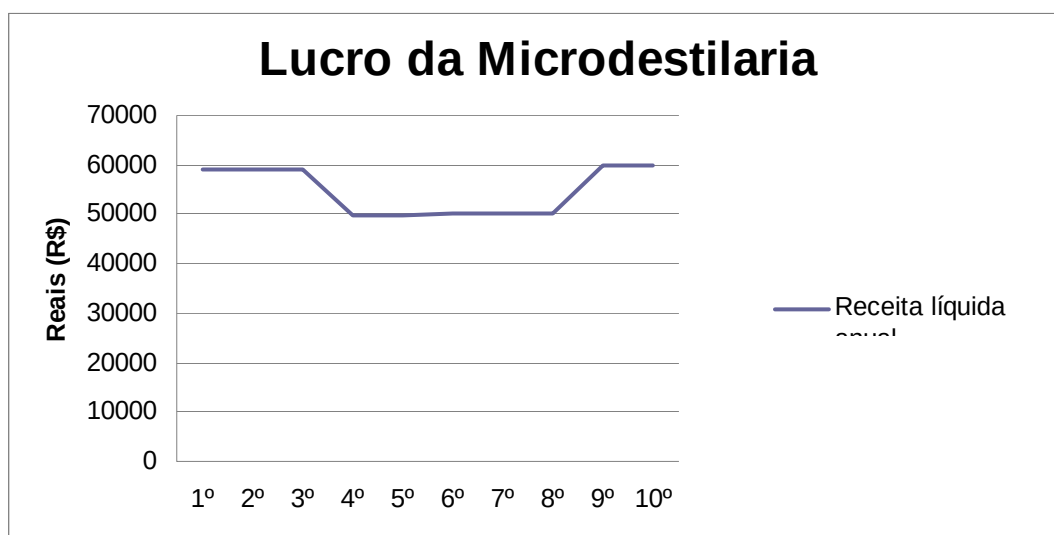
Tabela 3.6 - Determinação da Movimentação Financeira no Período de 10 Anos.

Ano	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
Valor de entrega / L (R\$)	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Produção anual (litros)	74.880	74.880	74.880	74.880	74.880	74.880	74.880	74.880	74.880	74.880
Receita anual (R\$)	86.112	86.112	86.112	86.112	86.112	86.112	86.112	86.112	86.112	86.112
Custo anual (R\$)	27.144	27.144	27.144	36.504	36.317	36.123	35.933	35.755	26.208	26.208
Receita líquida anual (R\$)	58.968	58.968	58.968	49.608	49.795	49.989	50.179	50.375	59.904	59.904

Fonte: Dados da pesquisa.

A receita líquida anual (no período de 10 anos) que corresponde ao lucro pode ser visualizada conforme gráfico 3.3.

Gráfico 3.3 - Receita Líquida Anual no Período de 10 Anos.



Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados acima demonstram a viabilidade da implantação de microdestilarias na Região de Gameleira. Observou-se que em todos os anos obteve-se lucro, apesar da diminuição no período do pagamento do financiamento para compra dos equipamentos e máquinas para a implantação da microdestilaria. Os valores são referentes a uma destilaria com produção mensal de 6.240 litros de álcool. Como a região dispõe de um potencial energético para produção de 150.000 litros/mês, é possível implantar um total de 24 microdestilarias gerando uma receita líquida anual em média de R\$ 1.311.936,00 (um milhão, trezentos e onze mil, novecentos e trinta e seis reais). A figura 3.5 mostra a simplicidade dos equipamentos da microdestilaria que não necessitam de grandes espaços para sua implantação.



Figura 3.5 – Coluna de destilação e retificação em aço inox da microdestilaria.

Fonte: Foto cedida pela fábrica, Alambiques Santa Efigênia (Minas Gerais), 2009.

3.5.2 - Avaliação do interesse dos agricultores pela implantação de microdestilarias

Na pesquisa junto aos pequenos produtores, constatou-se que 30% tinham conhecimento da possibilidade de obter álcool de manipueira, alguns comentaram que já tinham colocado-a para fermentar e produziram álcool através da cachaça.

Depois de levar ao conhecimento dos pequenos produtores da possibilidade de obter álcool a partir da manipueira, perguntou-se se eles tinham interesse pela implantação de uma microdestilaria para o beneficiamento desse resíduo. Todos afirmaram que sim, e que seria uma forma de gerar emprego e renda para a comunidade.

Dos entrevistados, 88,3% se manifestaram de forma consciente sobre os danos ambientais que a manipueira causa e assim estariam “*protegendo a terra*”.

3.6 – CONCLUSÕES

Devido à intensidade de produção de farinha na região, observou-se grande quantidade de manipueira descartada no solo, visto que os tanques de PVC (decantação) não são suficientes para o armazenamento de 5 dias, necessários para total eliminação do ácido cianídrico. Mesmo que fosse possível esperar o tempo necessário, não existe um destino para o descarte do resíduo, sendo jogada toda a carga orgânica no solo, causando degradação ambiental. Com o funcionamento da fábrica de beneficiamento, que já está na fase de implantação, a tendência é agravar o problema, pois, segundo o presidente da Cooperativa, o objetivo é dobrar a produção de farinha num período de 3 anos. Sendo assim, a “Região de Gameleira” necessita de Políticas Públicas que possam amenizar os problemas futuros.

Os resultados acima apresentados comprovam a viabilidade da produção de etanol a partir da manipueira no município de Campo do Brito-SE. Portanto, a implantação de microdestilarias nesta localidade estaria contribuindo para a preservação do Meio Ambiente através do manejo da manipueira, como também agregando valor à atividade de produção de farinha, que sempre esteve associada a comunidades do campo de baixa renda.

Outro fato que viabiliza a implantação de microdestilarias na região estudada é que a produção de farinha ocorre durante todo o ano sem interrupção, pois não depende da cultura de mandioca local. Todos os proprietários compram matéria-prima de outras localidades, mantendo sua produção de farinha constante, isso significa dizer que tem disponibilidade de manipueira para obtenção do etanol durante todo o ano.

Para a implantação de microdestilarias com acesso ao crédito do PRONAF faz-se necessário a licença do órgão regulador do Meio Ambiente, no caso em Sergipe, da ADEMA – Administração Estadual do Meio Ambiente. O acompanhamento técnico é imprescindível, ou seja, as instituições de fomento a pesquisa (como a UFS - Universidade Federal de Sergipe e IFS – Instituto Federal de Educação Ciência e

Tecnologia de Sergipe) SEBRAE, EMDAGRO e Fundação Banco do Brasil precisam ser parceiros desse empreendimento.

Os efluentes das microdestilarias são gerados em menor quantidade do que a manipueira produzida na fabricação de farinha, mas ainda apresentam carga orgânica e outros componentes, como sais minerais, que podem ser utilizados para fertilização do solo, necessitando de acompanhamento técnico para que procedam de forma sustentável, evitando a contaminação do Meio Ambiente.

A “Região de Gameleira”reflete a realidade de várias localidades rurais do Nordeste que têm como atividade de trabalho a fabricação de farinha de mandioca; com problemas graves de poluição pelo descarte da manipueira e que precisam de desenvolvimento de tecnologias “limpas” a fim de promover uma atividade econômica que contribua para fixar o homem na terra, evitando o êxodo rural, preservando a cultura e o Meio Ambiente.

Lembrando que o álcool após o processo de retificação apresenta as mesmas características que o álcool obtido da cana-de-açúcar, porém, para a sua comercialização como combustível automotivo faz-se necessário que o governo federal normatize através da ANP – Agência Nacional de Petróleo a produção e venda como prevê o programa PRONAF –ECO, que pretende beneficiar os pequenos produtores. Assim, conclui-se que a viabilidade de projetos como o aqui proposto depende diretamente de Políticas Públicas voltadas para promoção do desenvolvimento social através da democratização da renda dos sistemas produtivos de bionergia.

CAPÍTULO 4

SISAL COMO FONTE DE ETANOL E PROMOTOR DE DESENVOLVIMENTO PARA O SEMI-ÁRIDO BAIANO

4.0 – SISAL COMO FONTE DE ETANOL E PROMOTOR DE DESENVOLVIMENTO PARA O SEMI-ÁRIDO BAIANO

O sisal cultivado no Brasil pertence à classe Monocotiledônea, série Liliflorea, família *Agavacea*, subfamília *Agavoidea*, gênero *Agave*, espécie *Agave sisalana*. A denominação *Agave* é derivada de agavos que, em grego, significa admirável, magnífico; e *sisalana* significa rigidez, devido às características de suas folhas de consistência dura, pontiagudas em forma de pendão, com altura podendo variar de 1,2 a 2,0 metros. Quando é realizado o corte, facilmente se forma um feixe, pois apresenta arranjo bastante regular. Outra espécie desse gênero é a *Agave fourcroydes* conhecida como henequém, cultivada no México, que se distingue da primeira por apresentar uma roseta no nível do solo quando a planta é jovem (Megiatto Jr., 2006).

Oashi (1999) relata que existem 310 espécies do gênero *Agave* no continente americano e que 272 encontram-se no México. De acordo com estudos arqueológicos realizados no Vale do Tehuacan, México, desde os povos primitivos que se faz uso de várias espécies de agave na alimentação e utensílios. A extração da seiva era utilizada para a fabricação de bebidas alcoólicas fermentáveis, como tequila, pulque e outras, ainda hoje muito apreciadas no México, exportadas para muitos países.

Silva et al. (2008) destacam que o sisal, *Agavea sisalana*, é uma planta de cultura permanente, tendo um ciclo de vida de 8 a 10 anos, com produção de 200 a 250 folhas, pesando entre 400 e 700 gramas. É uma planta semixerófila de grande capacidade de adaptação às regiões semi-áridas e áridas, suportando secas prolongadas e elevadas temperaturas. Durante o seu desenvolvimento, se os dias não forem ensolarados, as folhas tornam-se flácidas, enfraquecendo as fibras. Por estas características se adaptou muito bem a região Nordeste do Brasil, que tem temperatura média anual de 30°C, pluviosidade entre 400 e 700 mm anuais e umidade relativa média de 60%.

De acordo com Barros et al. (1999), o sisal foi introduzido na Bahia no início do Século XX, expandindo-se para os Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco. Seu ciclo áureo iniciou no final da década de 30 devido à grande procura ocasionada pela 2ª Guerra Mundial, chegando o Brasil em 1951 a ser o 2º maior

produtor mundial da fibra. No período de 1943 até 1976, o Estado da Paraíba liderou a produção e exportação do sisal, perdendo essa posição posteriormente para a Bahia. No final da década de 60, começou um declínio provocado pelo surgimento das fibras sintéticas, como o polipropileno, de preços muito mais acessíveis.

Segundo Rodríguez et al. (2008), a cultura do sisal é de grande importância para a economia da região do Semi-Árido, destacando os Estados da Bahia e Paraíba, que contribuem para que o Brasil seja considerado o maior produtor e exportador mundial de fibras, seguido dos países africanos, Quênia e Tanzânia.

Para Silva et al. (2008), a cultura do sisal explorada por agricultura familiar é um importante agente de fixação do homem à região do Semi-Árido Nordeste, pois gera emprego por meio de sua cadeia de serviços, envolvendo atividades de lavouras, desfibramento, beneficiamento das fibras, industrialização e confecção de artesanato.

De acordo com AmbienteBrasil (2003), a Bahia é o maior produtor de sisal do País, respondendo por 94% da produção nacional, com produção de 131 mil toneladas das 350 mil consumidas no mundo. Este percentual demonstra um crescimento significativo tendo em vista que vinte anos atrás a produção brasileira era restrita a 20% do cenário internacional.

Silva et al. (2008) relatam que apesar de sua importância, o desempenho dessa cultura vem sofrendo, nos últimos anos, declínio na área plantada e na produtividade, estando os principais fatores responsáveis ligados diretamente ao baixo valor pago pela fibra, à competição com os fios sintéticos, ao alto custo de produção, à falta de máquinas modernas para a colheita, à longos períodos de estiagem e sobretudo ao fato de ser aproveitado apenas de 3% a 5% do total da planta, referentes às fibras longas.

Segundo os mesmos autores, a fibra é industrializada e convertida em fios, barbantes, cordas, tapetes, sacos, bolsas, chapéus e artesanato. Também pode ser utilizada na fabricação de pasta celulósica, empregada na confecção do papel Kraft e de outros tipos de papéis finos. E nas indústrias automotivas, de móveis e eletrodomésticos, na mistura com polipropileno e na construção civil. Os maiores compradores da fibra brasileira são os Estados Unidos, Canadá e países da Europa, para

a confecção do *baler twine*, um produto amplamente utilizado no enfardamento de feno e palha de cereais.

De acordo com Beltrão & Silva (1999), o resíduo do sisal é constituído pelo suco que corresponde de 60% a 65% do peso total da folha e do bagaço que corresponde de 30% a 35%, ambos rejeitados ainda no campo.

Segundo Silva et al. (2008), embora o sisal represente pouco para a economia brasileira, em relação ao valor das exportações de outros produtos agrícolas, é de grande importância socioeconômica para a região do Semi-Árido dos Estados da Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte, pois aproximadamente um milhão de pessoas pertencentes às comunidades, das mais pobres do país, depende dessa cultura para sobrevivência.

Gambarini (2008) denuncia que na região da caatinga onde se planta sisal no interior da Bahia se vê crianças em trabalhos braçais, pessoas mutiladas pelas máquinas de desfibramento bastante rudimentar conhecidas como Paraibana; condições subumanas de vida com pouca comida, ganho irrisório por quilo do sisal seco, vivendo em casas de taipa.

De acordo com IBGE (2009), observa-se que toda a produção da cultura do sisal se concentra na região Nordeste, sendo que em 1991 o Brasil possuía 300.294 hectares de área plantada distribuída em 70,05% no Estado da Bahia, 26,03% no Estado da Paraíba, o restante distribuído entre os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco. Com o passar dos anos ocorreu um declive acentuado, chegando em 1996 a ter uma redução em torno de 50%, passando para 151.253 hectares de área plantada, distribuída em 88,96% no Estado da Bahia, 9,28% na Paraíba e o restante nos outros estados acima citados. Iniciado o Século XXI, observa-se um crescimento da cultura do sisal, chegando em 2006 com 304.109 hectares de área plantada, tendo o Estado da Bahia a maior concentração, 94,51%.

Megiatto Jr. (2006) comenta que atualmente o Brasil exporta a fibra de sisal para 38 países, sendo os Estados da Bahia e Paraíba os principais produtores, com 95% da produção sobre a responsabilidade do primeiro, distribuída em 75 municípios, em propriedades de pequeno porte, onde predomina a mão-de-obra familiar. Estes

municípios são reconhecidos como pertencentes à região Sisalana da Bahia, que em alguns desses o sisal chega a representar 80% da renda municipal.

Segundo Sindifibras (2008), o Programa Territórios da Cidadania do governo federal, que visa desenvolver ações focadas na superação da pobreza no meio rural, investirá nos próximos anos mais de 10 milhões de reais na região do sisal na Bahia, no sentido de alcançar o desenvolvimento social e sustentável dos municípios. O programa pretende expandir a produção da cultura do sisal, fortalecendo a cadeia produtiva. Também há o relato de ações de marketing internacional que vêm sendo realizadas através do Projeto Sisal APEX, gerenciado pelo Centro Internacional de Negócios da Bahia e pelo Sindifibras – Sindicato das Indústrias de Fibras Vegetais no Estado da Bahia, a fim de ampliar o mercado internacional da fibra brasileira, sobretudo decorrente das novas descobertas de seu aproveitamento.

Rodríguez et al. (2008) relatam sobre a viabilidade energética dos resíduos do sisal para justificar investimentos no desenvolvimento de tecnologias para esse fim. Segundo os autores, já foram realizados testes com rendimento satisfatórios em processos de geração de energia, com queima de mucilagem em fornalhas, gaseificação e biodigestão; e etanol a partir de suco de sisal que é produzido no México.

Barros et al.(1999) destacam as questões do Meio Ambiente, pois o sisal é reconhecido como um produto “limpo”, devido a sua cultura não necessitar de defensivos nem de adubos químicos, ou seja, tratar-se de uma cultura ecológica.

De acordo com Oashi (1999), a biomassa vegetal seca é constituída quase que integralmente de lignocelulose formada pelo conjunto de três polímeros naturais: a celulose, a hemicelulose e a lignina. A obtenção do etanol a partir da fibra do sisal consiste na sacarificação da celulose de um processo contínuo de hidrólise ácida. O hidrolizado obtido é fermentado a partir da utilização de bactérias do gênero *zymomonas*. A partir deste método, uma tonelada de fibra de sisal gera em média 160 litros de etanol. Já através do suco de sisal é obtido um rendimento de 7,5% de etanol.

Beltrão & Silva (1999) apresentam outro método de obtenção de etanol a partir de suco de sisal (que é chamado de caldo ou mosto de sisal, ou ainda melaço), pela inversão dos carboidratos redutores. A composição química do melaço é bastante

favorável para a obtenção do etanol apresentando 14,7% de carboidratos redutores antes da inversão; 21,0% de carboidratos redutores após inversão; 5,7% de carboidratos não-redutores calculados em sacarose. Além desses componentes existem as presenças de ácido oxálico, ácido cítrico, proteínas, pectina, saponina, nitrogênio, cálcio e outros minerais. Como os carboidratos são fermentáveis, o álcool pode ser obtido pela fermentação direta do suco. Para cada 100 litros de suco fermentado por 36 horas, obtêm-se um rendimento de 2,5 a 2,8 litros de álcool.

De acordo com EMBRAPA (2009a), um novo ciclo da agricultura tropical emerge no país, basta observar a geração de excedentes para a exportação de produtos agrícolas, ampliando a oferta de empregos, contribuindo para a fixação da população rural que hoje é de 31 milhões e 368 mil brasileiros. As inovações tecnológicas voltadas para pesquisas agropecuárias têm sido um dos determinantes para a sustentabilidade e desenvolvimento das regiões rurais, reduzindo as desigualdades sociais. Como exemplo, em 2008, cada real investido gerou R\$ 13,55 para a sociedade brasileira. Este ganho é fruto de investimentos em pesquisas que tratam da competitividade e sustentabilidade da agricultura, da agroenergia e biocombustíveis, do uso sustentável dos biomas e criação de novos produtos a partir da biodiversidade brasileira.

A proposta do aproveitamento do resíduo do sisal para fins energéticos alternativos, etanol, parte do conhecimento que se tem do pouco aproveitamento ocasionado no desfibramento do sisal que gira em torno de 5% do total da planta, correspondente às fibras longas; sendo o resíduo constituído de suco e bagaço rejeitados ainda no campo. Sabendo-se também que a região Sisalana da Bahia localizada no Semi-Árido é responsável por 95% da produção brasileira do sisal, sendo esta cultura desenvolvida por pequenos produtores que muitas vezes dependem exclusivamente dela como fonte de renda, vivendo em condições de extrema pobreza. Portanto, a pesquisa tem como objetivo mostrar caminhos para o desenvolvimento da agroindústria como alternativa de melhoria de vida para os pequenos produtores, agregando valor aos resíduos em consonância com a conservação do Meio Ambiente.

O estudo baseou-se na produção anual do sisal, do período do ano de 2003 a 2007 e suas áreas de maior concentração. Estimou-se a produção anual de etanol que

poderia ser obtido a partir dos resíduos do sisal, fundamentando-se para cálculo da conversão, na literatura disponível, Oashi (1999).

4.1 – OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a potencialidade da cultura do sisal na região do Semi-Árido Nordeste disponível para a produção do etanol, agregando valor aos resíduos descartados no Meio Ambiente.

A partir do objetivo geral definiram-se os seguintes objetivos específicos da pesquisa:

1. Identificou-se as áreas de maior concentração da cultura do sisal e levantou-se seu potencial de produção.
2. Verificou-se (quantificando variáveis) a conversão energética dos resíduos do sisal em etanol.
3. Estimou-se a capacidade de implantação de microdestilarias para obtenção de etanol a partir do sisal.

4.2 – MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia empregada nesta investigação científica compreende pesquisa bibliográfica de caráter quantitativo e qualitativo, conforme as concepções de Severino (2007). Os dados da produção de sisal na região Nordeste obteve-se conforme Relatório do Censo Agropecuário, IBGE (2009), no qual destaca-se a produção anual dos últimos cinco anos disponíveis (período 2003 a 2007), que possibilitou a obtenção dos resultados da produção potencial de etanol para os municípios produtores.

Da produção (toneladas) extraíram-se 5% correspondente a quantidade do percentual do beneficiamento, as fibras longas, segundo Silva et al. (2008). No desfibramento, considerou-se que a quantidade de bagaço gerada é da ordem de 30% a 35% correspondente às fibras rejeitadas sem valor comercial, mas ricas em materiais

lignocelulósicos; e de 60% a 65% para o suco do sisal, conforme Beltrão & Silva (1999), que foram convertidos em etanol.

Fundamentando-se no trabalho de Oashi (1999), considerou-se a produção de 160 litros de etanol para cada tonelada de bagaço (material lignocelulósico) gerado após desfibramento; e para o suco de sisal um rendimento correspondente a 7,5% de etanol para cada tonelada de suco, produzido por fermentação anaeróbica. Os valores obtidos foram expressos em litros considerando a densidade do etanol, $d = 0,789 \text{ g/ml}$ ou Kg/l (Solomons, 2005).

4.3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 4.1 apresenta os dados de produção anual de sisal no período de 2003 a 2007 na região Nordeste e a quantidade de resíduos (bagaço e suco) que são gerados mediante desfibramento, conforme Beltrão & Silva (1999).

Tabela 4.1 - Estimativa da Quantidade de Resíduos Gerados Após Desfibramento no Período 2003 – 2007 (Produção da Região Nordeste).

Ano	2003	2004	2005	2006	2007
Quantidade de sisal produzido (toneladas)	187.008	199.135	206.974	248.111	245.389
Quantidade de bagaço gerado (toneladas)	56.102,24	59.740,50	62.092,20	74.433,30	73.616,70
Quantidade de suco de sisal gerado (ton.)	116.880	124.459,37	129.358,75	155.069,37	153.368,12

Fonte: Dados da pesquisa adaptados e baseados em IBGE (2009).

Fundamentando-se em Oashi (1999), calculou-se a quantidade de etanol produzida a partir dos resíduos, bagaço e suco de sisal, como mostra a tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Estimativa da Produção de Etanol (Litros) a Partir de Resíduos de Sisal no Período 2003 - 2007.

Ano	2003	2004	2005	2006	2007
Etanol do bagaço (litros)	9.724.416	10.355.020	10.762.648	12.901.772	12.760.228
Etanol do suco de sisal (litros)	11.110.266	11.830.735	12.296.459	14.740.433	14.578.719
Total	20.834.682	22.185.755	23.059.107	27.642.205	27.338.947

Fonte: Dados da pesquisa adaptados e baseados em IBGE (2009).

Analisando-se os dados, observou-se que a produção apresentou crescimento em torno de 32% no período 2003 a 2007, conseqüentemente produzindo mais resíduos gerados pelo beneficiamento da fibra, disponíveis para obtenção do etanol e que se perdem no campo. Tal recurso energético poderia gerar emprego e renda para os pequenos agricultores, como também ser utilizado para o autoconsumo substituindo os combustíveis fósseis poluentes.

No Brasil, no ano de 2006, processou-se 425 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em 310 usinas, produzindo 30 milhões de toneladas de açúcar e 17 milhões de metros cúbicos de etanol, com estimativa de crescimento para produção de 35,7 milhões de metros cúbicos para os anos 2012 e 2013, conforme Macedo (2007).

Fazendo-se uma análise comparativa da quantidade produzida de etanol de cana-de-açúcar no ano de 2006, a produção estimada para o álcool de sisal de aproximadamente 27.640 metros cúbicos é insignificante, porém, considerando a localização da área de concentração dessa cultura, pode representar muito para a economia local.

De acordo com IBGE (2009), todas as unidades da federação plantam cana-de-açúcar. Comparando a área plantada da região Nordeste no ano de 2006 (ano de maior produção de sisal) entre as duas culturas, observou-se que o sisal se destacou no Estado da Bahia, como mostra a tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Área Plantada (Hectares) das Culturas da Cana-de-Açúcar e do Sisal na Região Nordeste no Ano de 2006.

Culturas	Mara-nhão	Piauí	Ceará	R.G.do Norte	Paraíba	Pernam-buco	Alagoas	Sergipe	Bahia
Cana	39.301	10.213	29.067	55.623	116.115	336.765	402.253	38.853	106.455
Sisal	-----	-----	430	3.671	12.580	10	-----	-----	287.418

Fonte: IBGE (2009).

Segundo IBGE (2009), a área plantada da cultura de sisal no Brasil no ano de 2006 correspondeu a 304.109 hectares, cujo Estado da Bahia participou com 94,51%. Observando a tabela 4.3, verifica-se uma diferença significativa de 180.963 hectares entre as culturas do sisal e da cana-de-açúcar para o Estado da Bahia, que demonstra a importância da cultura dessa fibra para a região. A cultura do sisal é concentrada no Centro Norte Baiano e no Nordeste Baiano, com destaque para os três primeiros lugares, os municípios do Senhor do Bonfim com 110.805 hectares de área plantada, Campo Formoso com 98.400 hectares, localizados na primeira mesorregião geográfica e Serrinha com 85.670 hectares, localizado na segunda mesorregião. Esses municípios não competem com a cultura da cana-de-açúcar. A área plantada de cana na região do Centro Norte Baiano no ano de 2006 apresentou 2.528 hectares e o Nordeste Baiano, 249 hectares, onde o município de Senhor do Bonfim teve somente 11 hectares, Campo Formoso e Serrinha não apresentaram área plantada.

Em relação aos três municípios maiores produtores de sisal na Bahia, verificou-se a potencialidade para geração de etanol no período 2003 a 2007, e o número de microdestilarias que poderiam ser implantadas com capacidade de gerar 1000 litros/dia ou 240 litros/dia de etanol, partindo do aproveitamento dos resíduos, suco e sisal, como demonstra a tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Capacidade de Geração de Etanol, Período 2003 a 2007, dos Maiores Produtores de Sisal.

Município	Senhor do Bonfim	Serrinha	Campo Formoso
Produção anual de sisal (ton) (média do período de 2003 a 2007)	75.242,2	68.218,8	65.128,0

Capacidade de produção anual de álcool (litros)	7.963.633	7.220.294,8	6.893.126,4
Nº de microdestilarias com capacidade de produção 1000Litros/dia (26 dias/mês).	25	23	22
Nº de microdestilarias com capacidade de produção 240 Litros/dia (26 dias/mês)	106	96	92

Fonte: Dados da pesquisa adaptados e baseados em IBGE (2009).

Conforme apresentado no quadro, o município do Senhor do Bonfim com a produção atual tem capacidade para absorver 25 microdestilarias (com produção de 1000 litros/dia) ou 106 (com produção de 240 litros/dia). O município de Serrinha, 23 (com produção de 1000 litros/dia) ou 96 (com produção de 240 litros/dia). E o de Campo Formoso, 22 (com produção de 1000 litros/dia) ou 92 microdestilarias (com produção de 240 litros/dia).

4.3.1 – Viabilidade da microdestilaria

O sisal na obtenção do etanol não é diretamente fermentável como a cana-de-açúcar, que possui sacarose, sendo necessário passar pelo processo de sacarificação da celulose. Assim, se considerou os mesmos valores (média) atribuídos na fermentação da manipueira, que também precisa sofrer a sacarificação (capítulo 3) e por se tratar de resíduo não tendo custo da matéria-prima, para simular a estimativa da Receita Líquida Anual (R\$) dos três municípios em estudo, conforme tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Estimativa da Receita Líquida Anual (R\$).

Município	Senhor do Bonfim	Serrinha	Campo Formoso
Capacidade de produção anual de álcool (litros)	7.963.633	7.220.294,8	6.893.126,4
Preço de entrega do litro de álcool pelo produtor (R\$)	1,15	1,15	1,15
Valor de produção do litro de álcool (R\$)	0,42	0,42	0,42
Lucro por litro de álcool (R\$)	0,73	0,73	0,73
Receita Líquida Anual (R\$)	5.813.452,00	5.270.815,20	5.031.982,20

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme valores expressos na tabela acima, os três municípios apresentam viabilidade econômica que justifique a implantação de microdestilarias, agregando valor aos resíduos que são descartados no Meio Ambiente.

4.4 – CONCLUSÕES

Partindo do conhecimento que se tem do baixo valor agregado à fibra somado ao pouco aproveitamento, em torno de 5%, e a importância que a cultura do sisal representa para quase um milhão de pessoas, é imprescindível o desenvolvimento de projetos que possam ampliar a cadeia produtiva do sisal, sobretudo no campo da agroindústria com o aproveitamento dos resíduos gerando empregos não agrícolas capazes de propiciar maior renda, contribuindo com a redução do êxodo rural. Assim, a permanência do homem no campo contribui para a conservação da sua cultura e reconhecimento da sua identidade como ser social

A busca da sustentabilidade ambiental vem estimulando o uso de produtos naturais em detrimento ao uso de materiais sintéticos com tendência a ampliar a produção de fibras naturais, em particular o sisal. Assim, cada vez mais terá resíduos que servem como matérias-primas para obtenção do etanol, sendo que a implantação de microdestilarias não afeta o mercado das fibras naturais voltadas para artefatos, pois a produção do álcool proposta é somente a partir de seus resíduos pós desfibramento.

As ações que vêm sendo desenvolvidas para a ampliação do mercado internacional implicarão na expansão da cultura do sisal, que com certeza aumentará a possibilidade de implantação de microdestilarias de álcool, não só para os três municípios do Estado da Bahia que apresentam maior produção, como também possibilitará para outros municípios.

A produção de álcool a partir de sisal necessita de desenvolvimento de tecnologia para adaptação e otimização do processo, como criação de banco de enzimas específicas para o processo de sacarificação do material celulósico. Para isso, não cabe apenas o empenho da comunidade científica, como universidades e centros de pesquisas. É preciso a soma de esforços por parte de toda sociedade; associações organizadas, governos federal, estaduais e municipais, SEBRAE e bancos investidores

com acesso a linha de créditos para os pequenos produtores. Além de assistência técnica permanente, para que possa solidificar esta atividade de trabalho.

Como os municípios de maior produção de sisal localizam-se na região do Semi-Árido Baiano, onde muitos pequenos agricultores vivem em condições de extrema pobreza, o álcool produzido poderá ser utilizado como energia para o autoconsumo. A máquina de desfibramento conhecida como Paraibana pode ser adaptada para que seu funcionamento seja a álcool. Segundo EMPRAPA (2009a), no Brasil já existem projetos para transformar máquinas agrícolas movidas a óleo diesel para máquinas movidas a biodiesel ou etanol.

Conforme previsto no Projeto de Lei nº 1.398/2003 do Congresso Nacional e o PNA – Plano Nacional de Agroenergia para o período do ano de 2006 a 2011, o governo pretende estimular e regulamentar através da ANP – Agência Nacional de Petróleo o desenvolvimento das cadeias agroenergéticas, utilizando biomassas geradas pelos resíduos agrícolas, como reconhecimento de que o atual programa de produção de álcool é concentrador de renda, fazendo então justiça social para os pequenos produtores.

Lembrando que o sisal é considerado uma cultura “limpa” porque não necessita de insumos para o seu desenvolvimento, além de ser uma cultura perene, cujo beneficiamento gera resíduo durante todo o ano, vale a pena pensar na possibilidade de usá-lo para o desenvolvimento da agroenergia, pois o uso da biodiversidade está em consonância com o Desenvolvimento Sustentável.

CAPÍTULO 5

ALGAROBA COMO FONTE DE ETANOL E PROMOTORA DE DESENVOLVIMENTO PARA O SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE

5.0 – A ALGAROBA COMO FONTE DE ETANOL E PROMOTORA DE DESENVOLVIMENTO PARA O SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE

A algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC), também conhecida popularmente como alfarroba ou mesquita, é uma árvore perenifólia, nativa nos Estados Unidos e México. Apresenta de 7 a 10 metros de altura, tendo ramagem aberta com espinhos axilares, produzindo vagens branco-amareladas em várias épocas do ano, principalmente de outubro a janeiro. É muito rústica e resistente à seca, apropriada para solos áridos e pobres. Pertencente ao gênero *Prosopis* que até o momento foram descritas 45 espécies (Lorenzi et al.,2003).

Segundo Lima (2005), a algaroba protege o solo contra a erosão e tem capacidade de fixar nitrogênio. Sua madeira compacta e dura é apropriada para construção civil, estacas, mourões, lenha e produção de carvão. As vagens, figura 5.1, são importante fonte de carboidratos, proteínas, cálcio, fósforo, ferro, vitaminas B₁ e B₆, e elevado teor de sacarose. Por isso são comumente utilizadas como forrageira na alimentação de bovinos, ovinos, caprinos, muares e outros animais. As flores são néctar-poliníferas, indicadas para a apicultura nas regiões secas, sendo as abelhas seu principal agente polinizador.



Figura, 5.1 - Vagens de algaroba.

Fonte: Arquivo pessoal, janeiro de 2009.

De acordo com Lima (2005), a algaroba foi introduzida na região Nordeste na década de 40, em Serra Talhada – Pernambuco e posteriormente nos demais Estados, concentrando-se em Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Seu cultivo fez parte de um projeto do governo para combater a seca do Nordeste, com finalidade de fornecer alimentos aos animais, estacas, lenha e carvão, contribuindo para a agricultura, pecuária e indústrias como olarias e padarias da região do Semi-Árido. Devido à interação do homem do campo com a planta atualmente também é empregada na alimentação humana, na forma de farinha, bolos, refrescos, aguardente, doces, biscoitos e do “mel de algaroba” (obtido pela fervura prolongada das vagens quebradas), por sua boa palatabilidade, pela presença de sacarose nas vagens. Além desses, também é bastante empregada no plantio consorciado para melhoramento de espécies, como por exemplo, o capim búfel, *Cenchrus ciliaris*; a algaroba é plantada com dois anos de antecedência para garantir a melhoria do solo pela fixação do nitrogênio, obtendo assim um bom desenvolvimento do capim com mais qualidade proteica.

Segundo o mesmo autor, a única espécie introduzida no Nordeste foi a *Prosopis juliflora* (SW) DC, que expandiu com rapidez devido a sua facilidade de adaptação as condições climáticas adversas e manejo inadequado. A partir da década de 80 iniciou um programa de melhoramento genético com um convênio entre a Embrapa e o CIID - Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, o qual permitiu introduzir, avaliar e selecionar novas espécies do gênero. Atualmente estima-se uma área superior a 500 mil hectares, ocupada pela algaroba em toda região do Semi-Árido do Nordeste.

Nascimento (2008) confirma que atualmente são estimados 500 mil hectares ocupados por indivíduos dessa espécie no Semi-Árido sem o conhecimento de quanto dessa área corresponde a plantios feitos por agricultores ou à dispersão por meio de animais. A degradação da caatinga causada pelas ações antrópicas é que facilita a invasão da algaroba, pois nas áreas onde o bioma está preservado não ocorre dispersão da espécie. Os locais de maior invasão são as áreas de “baixios” nos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Pernambuco e Bahia, com domínio da paisagem, principalmente nas proximidades dos leitos dos riachos sem mata nativa.

Nobre (1982) *apud* Lima (2005) esclarece que a algaroba inicia a produção das vagens a partir do segundo ano estendendo até os 40 anos, com produção de 3 a 8 toneladas de vagens por hectare, a cada ano.

Silva et al. (2003 a) *apud* Silva (2007) compara a produtividade da algaroba com o milho no Nordeste. Verifica que o milho produz em média 600Kg/ha, com precipitação de 700 mm, enquanto que a algaroba tem uma variação de 3 a 8 ton/ha, com precipitação de 300 mm.

Lima (1987) *apud* Lima (2005) observou que na região do Vale do São Francisco, árvores aos 15 anos de idade tiveram uma produção média de 78 Kg de vagens por ano, tendo produção individual de árvore plantada na mesma área, entre 5 a 197 kg.

Apesar dos benefícios da algaroba, Lima (2005) adverte sobre a questão do manejo inadequado e proliferação natural, que por ser uma planta exótica muito invasora, ameaça o bioma da caatinga reduzindo a população e a diversidade das espécies nativas. Outro problema observado é a incidência de uma doença em animais denominada “cara-torta” que em alguns casos leva à morte. Esta intoxicação atribui-se a ingestão das vagens in natura, por isso recomenda-se não alimentar o animal exclusivamente das vagens, enquanto não se tem um estudo aprofundado do problema para conhecer a origem do mal. O ideal é que o farelo da algaroba seja um dos componentes da ração.

Quanto à ameaça do bioma da caatinga Lima (2006) adverte que, devido à existência da algaroba por mais de 60 anos, com milhares de indivíduos espalhados na região e que aí se encontra já naturalizada (quando a espécie introduzida se fixa além da área inicial de sua introdução, e se mantém por si própria, sem a intervenção do homem), é impossível erradicá-la para solucionar o problema ecológico. Ademais, a algaroba é uma das espécies mais utilizadas na recuperação das áreas degradadas do Semi-Árido, tendo uma elevada importância na economia regional. Assim, deve haver um plano de manejo visando o uso racional dessa espécie, convertendo bosques naturais não manejados em sistemas produtivos, promovendo a produção sustentada de produtos madeiros (estaca, lenha) e não madeiros (forragem), através da utilização de cortes de árvores indesejáveis, redistribuindo a densidade do povoamento.

Por outro lado EMBRAPA (2008) faz referência à ameaça de desertificação na região do Semi-Árido do Nordeste devido às mudanças climáticas causadas pelo Aquecimento Global. Apontam como solução para o problema o desenvolvimento da própria cultura da caatinga associada a plantas mais tolerantes à seca, às altas temperaturas e à deficiência hídrica.

A algaroba atende as condições acima citadas, necessitando então de técnicas de manejo para o controle de sua disseminação e para o desenvolvimento de diversas culturas a ela associada, pois esta planta é capaz de recuperar solos degradados.

5.1 - UTILIZAÇÃO DA ALGAROBA PARA FIM ENERGÉTICO

A algaroba comumente vem sendo empregada para fins energéticos sobre forma de lenha e carvão. Porém, Silva (2007) apresenta uma nova perspectiva, que é utilizá-la como matéria-prima para obtenção de etanol, devido à alta concentração de sacarose presente em suas vagens. Em seu trabalho verificou que vagens frescas de algaroba após a secagem deram um rendimento de farinha de 35%. Partindo da farinha seca, submetendo à análise físico-química determinou a presença de 56,5g/100g de açúcares totais e 4,6g/100g de açúcar redutores que são facilmente hidrolisados gerando etanol.

Silva et al. (2001) e Figueiredo (1990) *apud* Silva (2007) apresentam valores de sacarose presentes nas vagens de algaroba de 46% e 29% respectivamente e que esta diferença pode ser atribuída às condições de cultivo e solo.

Silva (2007), no desenvolvimento de sua pesquisa, procurou condições semelhantes à conversão do caldo da cana-de-açúcar para produção de etanol, como preparo do substrato (extrato aquoso para fermentação), crescimento do microorganismo e tempo de fermentação, chegando às melhores condições com os seguintes resultados: concentração de farinha de algaroba de 30% para elaboração do extrato aquoso apresentando 18° Brix (teor de sólidos solúveis g/100g de caldo); utilização do microorganismo *Zymomonas mobilis* responsável pela fermentação do substrato (apresentou melhor resultado do que fermentação com o *Saccharomyces cerevisiae* que é empregado na obtenção do álcool da cana-de-açúcar); tempo de

fermentação de 36 horas em condições estáveis. Com estas características foi possível atingir a maior produção de etanol no valor de 141,21g/L.

O mesmo autor considera um excelente resultado quando comparado ao experimento de Tano e Buzato (2003) *apud* Silva (2007) que, fermentando por 48 horas substrato de cana-de-açúcar com o *Zymomonas mobilis* ATCC31821 em condições de agitação, obtiveram um resultado de 29,0 g/L.

Silva (2007) esclarece que a algaroba é uma matéria-prima com capacidade de gerar etanol com rendimento satisfatório que possa justificar investimentos para sua obtenção, através da implantação de microindústrias, com o aproveitamento do seu potencial natural.

De acordo com Sachs (2002), existe a necessidade de surgir uma moderna *civilização de biomassas*, fundamentada na biodiversidade e biotecnologia, em busca de energia alternativa para substituir os combustíveis fósseis. Atendendo os princípios da sustentabilidade, a fim de minimizar o problema do Aquecimento Global, apresentado no capítulo 2, garantindo a qualidade de vida da atual e das gerações futuras.

Sachs (2007) reconhece a região Nordeste como região-problema, onde vive um terço da população brasileira, com maior concentração na zona costeira caracterizada por acentuado contraste social, reflexo do domínio da monocultura da cana-de-açúcar e de outros latifúndios ao longo de cinco séculos. Já a região do Semi-Árido sofre com a adversidade climática somada às estruturas fundiárias anacrônicas, que contribuem com o êxodo rural para as zonas urbanas. Contudo é necessária uma reestruturação rural e urbana que possa reduzir as desigualdades sociais, com medidas que levem ao desenvolvimento.

Uma das estratégias para reduzir o êxodo rural é a criação de empregos não-agrícolas, pois no Semi-Árido predomina agricultura familiar caracterizada por subsistência para suprir as necessidades básicas alimentares onde quase não há excedentes para a comercialização e consequentemente lucros. Assim, as microdestilarias para obtenção de álcool podem ser uma alternativa que venha favorecer

o desenvolvimento, gerando emprego e renda em consonância com a geração de energia “limpa” que contribui para a redução dos combustíveis fósseis.

Pinto (2007) relata que as Universidades Federais da Paraíba e Campina Grande em parcerias com prefeituras, empresas públicas e privadas e organizações da sociedade civil, vêm desenvolvendo programas e projetos a fim de viabilizar o cultivo sustentável da algaroba no Semi-Árido paraibano, com o aproveitamento racional de seus frutos na produção de alimentos, bebidas e álcool combustível.

Considerando os autores citados, o presente trabalho levantou o potencial energético do Nordeste para obtenção de álcool a partir de vagens de algaroba, a fim de apontar possibilidades de inovações tecnológicas que possam contribuir para o desenvolvimento da região do Semi-Árido, dando oportunidade de trabalho ao homem do campo. A utilização da biodiversidade contribui para a conservação do Meio Ambiente, visto que a monocultura degrada o solo, pois segundo Odum & Odum (1994), é uma cultura de alta energia que necessita do uso excessivo de insumos, como por exemplo, a cultura da cana-de-açúcar tão utilizada na obtenção do etanol. Já a algaroba é uma planta naturalizada no Semi-Árido do Nordeste por ter se adaptado às condições climáticas adversas da região e que dispensa insumos. Além disso, muitas das suas vagens são desperdiçadas no campo, pois ela é uma forrageira.

5.2 – OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a potencialidade da algaroba na região do Semi-Árido do Nordeste disponível para a produção do etanol, agregando valor a esta espécie como forma de promover o desenvolvimento da região.

A partir do objetivo geral definiram-se os seguintes objetivos específicos:

1. Levantou-se o potencial de algaroba disponível no Nordeste para a produção de etanol.
2. Verificou-se (quantificando variáveis) a conversão energética das vagens da algaroba em etanol.

3. Estimou-se a capacidade de implantação de microdestilarias para obtenção de etanol a partir das vagens da algaroba.
4. Verificou-se a interação de apicultores com esta espécie e a aceitação de uma proposta de implantação de microdestilaria de álcool na região.

5.3 – MATERIAL E MÉTODOS

Segundo Cervo & Bervian (2002), a pesquisa científica pode ser descritiva, bibliográfica, pesquisa experimental e estudos exploratórios. Fundamentando-se no referencial teórico, neste presente trabalho determinou-se a potencialidade existente para obtenção do etanol, considerando uma área plantada de 500 mil hectares da espécie em toda a região do Semi-Árido do Nordeste, tendo uma produção variando de 3 a 8 ton/ha, com média de 5,5 ton/ha. Para o desenvolvimento do cálculo considerou-se o trabalho de Silva (2007) que partiu de extrato aquoso com concentração de 30% de farelo de vagens de algaroba a ser fermentado utilizando o microorganismo *Zymomonas mobilis* atingindo a produção de etanol no valor de 141,21g/L. Considerou-se também que vagens frescas quando secas rendem 35% de farelo.

Além do resgate bibliográfico houve uma parte experimental de análises físico-químicas de vagens colhidas no Alto Sertão Sergipano; determinou-se no ITPS – Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe, através de métodos físico-químicos (laboratoriais) a composição dos açúcares fermentáveis contidos nas vagens de algaroba colhidas na região do Semi-Árido de Sergipe, na fazenda Freitas, localizada no município de Nossa Senhora de Lourdes. As vagens foram colhidas em janeiro de 2008 e janeiro de 2009. Aplicou-se a metodologia da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, BRASIL(2005), para a determinação dos sólidos solúveis e a metodologia da A.O.A.C. - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1984), para a determinação de açúcares redutores e açúcares invertidos, açúcares totais e sacarose.

Para conhecer a afinidade do homem do campo com a espécie estudada e sua aceitação pela implantação de uma microdestilaria de álcool de algaroba, escolheu-se como público alvo, apicultores (que também são pequenos agricultores) da região conhecida como Alto Sertão, correspondente à bacia leiteira do Estado de Sergipe. A

escolha dos apicultores se deu por fazerem uso do néctar das flores da algaroba para alimentar as abelhas e utilizarem as vagens para alimentar o gado. Os municípios escolhidos foram Nossa Senhora da Glória, Porto da Folha e Canindé do São Francisco que possuem associações de apicultores organizadas assistidas pela FAPIS – Federação Apícola de Sergipe e o SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Utilizaram-se questionários elaborados com perguntas abertas e fechadas aplicando-os durante as reuniões das associações, com um total de 60 participantes. Os líderes das associações foram entrevistados com utilização de perguntas abertas sobre o uso e importância da algaroba na apicultura no Estado de Sergipe.

5.4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para os 500 mil hectares de área ocupada pela algaroba na região do Semi-Árido do Nordeste com produção em média 5,5 ton/ha de vagens, calculou-se uma produção anual de 2.750 mil toneladas de vagens. Estas vagens quando fermentadas conforme literatura citada produzem o valor anual estimado de 453.048,75 toneladas de álcool. Podendo expressar este valor em 574.206,27 m³ de álcool, considerando, segundo Solomons (2005), a densidade do etanol igual a 0,789g/ml, ou seja, capacidade energética anual de etanol de algaroba para a região Nordeste é de aproximadamente 574 mil m³ de álcool.

Comparando-se os resultados obtidos com o trabalho de Hentschel (2008), considerando a estimativa da produção anual de etanol de algaroba, verificou-se que existe a disponibilidade para abastecer aproximadamente 1800 microdestilarias de álcool com produção de 1000L/dia, com funcionamento de 26 dias/mês; ou 7.665 microdestilarias com produção de 240L/dia.

Os resultados das análises do farelo seco de vagens de algaroba colhidas na região do Semi-Árido de Sergipe, no município de Nossa Senhora de Lourdes, estão dispostos a seguir na tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Análise do Farelo Seco de Vagens de Algaroba.

ENSAIO	AMOSTRA 1 Coleta Jan/2008	AMOSTRA 2 Coleta Jan/2009	Método
Açúcares Redutores	2,95g/100g	2,46g/100g	AOAC (1984)
Açúcares Invertidos	44,11g/100g	42,29g/100g	AOAC (1984)
Açúcares Totais	42,46g/100g	40,30g/100g	AOAC (1984)
Brix (Sólidos Solúveis)	57,00°Brix	55,00°Brix	BRASIL (2005)
Sacarose	39,51g/100g	38,23g/100g	AOAC (1984)

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que os resultados das amostras apresentam variações de sacarose dentro dos valores citados por Silva(2007) que variam de 29% a 46%.

Quanto à pesquisa junto aos apicultores do Estado de Sergipe, constatou-se através das entrevistas com os líderes das associações que a algaroba tem uma importância significativa para manutenção da apicultura. Das suas vagens é preparado um xarope para alimentar as abelhas no período de inverno ou de chuvas, visto que existe presença de açúcares na sua composição. Quando floresce as abelhas fazem uso do seu néctar para produzir o mel.

Além dos usos na apicultura, as vagens são picotadas para alimentar o gado, ou muitas vezes durante a pastagem, se alimentam das vagens que se encontram caídas como forragem. Também utilizam a sombra da árvore para descanso e fuga do calor do sol. Em algumas propriedades é comum fazer plantação da palma consorciada com a algaroba e utilizar seu tronco para fazer estacas e lenha.

Dos 60 (sessenta) apicultores que responderam o questionário, (modelo no Anexo), 22 (vinte e dois) foram do município de Porto da Folha - SE, com participação dos povoados de Lagoa da Volta, Lagoa da Entrada, Lagoa do Mato e Ilha do Ouro; 21 (vinte e um) do município Nossa Senhora da Glória – SE, com participação dos povoados de São Mateus, Retiro II, Mamoeiro, Mandacaru, Cachoeirinha, Umbuzeiro, Feira Nova e Periquito; e 17 (dezessete) do município de Canindé do São Francisco – SE, com participação das comunidades dos assentamentos Cuiabá, Modelo, Nova Canadá, Salinas, Jacaré-Cuntubo e Projeto Califórnia Setor Sete.

Na pesquisa constatou-se que além de apicultores todos os participantes são pequenos agricultores que têm em suas propriedades a presença da algaroba. Plantam milho, feijão, palma e usam as vagens da algaroba para alimentar o gado. Todos costumam fazer o preparo do xarope de algaroba para alimentar as abelhas. Perguntados se em suas opiniões, a algaroba atrapalha o desenvolvimento de outras culturas, 28,3% disseram que sim, com alguns exemplos: *sim, uma área onde só tem algaroba não nasce outra planta embaixo; prejudica, mas é importante por causa da sombra; sim, mas pode ser boa se fizer o manejo*. Dos 71,7% que disseram que não, tiveram alguns exemplos comentados: *Planta boa para o sertão porque se mantém verde durante a seca; dá sombra o ano todo; alimenta o gado e as abelhas*.

Em relação a ter conhecimento da obtenção de álcool das vagens da algaroba, 81,6% responderam que não sabiam. Dos 18,4% que afirmaram ter conhecimento, dois apicultores conheciam a cachaça de algaroba.

Em relação ao questionamento de que caso fosse implantada uma microdestilaria de álcool de algaroba em sua região, teria interesse em participar desta atividade, 95% responderam que sim, com expressões: *bom para o crescimento financeiro; é importante para geração de emprego; bom para o desenvolvimento da região; um complemento a mais na renda, pois é mais uma atividade que irá beneficiar o homem do campo; é uma fonte de renda a mais onde vai beneficiar a jovens e velhos*. Dos 5% que demonstraram não ter interesse, houve expressões como: *por causa do alto custo; já trabalho com apicultura; tenho outros planos, mas acho bom para a região*.

5.5 - CONCLUSÕES

Os resultados alcançados demonstram que a região Nordeste dispõe de potencial para obtenção de álcool a partir de algaroba, com capacidade para implantação de 1800 microdestilarias com produção diária de 1000 litros, ou 7.665 microdestilarias com produção diária de 240 litros. Este fato serve de alerta para as autoridades e sociedade civil que buscam alternativas para o desenvolvimento sócio-econômico da região do Semi-Árido como forma de melhorar a qualidade de vida, gerando emprego e renda, contribuindo para a redução do êxodo rural. Contudo, é preciso usar o bom senso, não

esquecendo o que a algaroba representa para o homem do campo; seu uso para alimentação do gado e abelhas, estaca, lenha e sombreamento. Ao mesmo tempo, sabe-se que esta planta, por ser invasora e naturalizada, ameaça o bioma da caatinga principalmente nas áreas de baixios, nas proximidades dos leitos dos riachos sem mata nativa. Portanto, sua utilização para produção de álcool pode fazer parte de um plano de manejo e desenvolvimento, sem competir com outras demandas, como forma de controle de sua proliferação desordenada.

Quanto à viabilidade econômica, o álcool da algaroba não é obtido de resíduos e sim de suas vagens, que até então não tem preço de mercado. Contudo, conhecendo a natureza da planta, que não necessita de irrigação nem de insumos para o seu desenvolvimento; considerando que seu rendimento é em torno de 140 litros por tonelada de vagens e que na sua composição existe a presença de sacarose tornando o processo mais simples, por dispensar a etapa da sacarificação; acredita-se que exista viabilidade econômica e que o álcool da algaroba pode ser um grande aliado para o desenvolvimento da região do Semi-Árido Nordeste.

A espécie algaroba apresenta algumas vantagens para seu uso como matéria-prima de obtenção de álcool. Ela começa a produzir a partir do seu 2º ano tendo um ciclo de produção em torno de 40 anos. Quanto à questão da sazonalidade, as vagens de algaroba quando secas podem ser armazenadas para serem fermentadas em qualquer época do ano.

O aproveitamento das biomassas disponíveis para geração de energia alternativa menos poluente reflete o compromisso racional com o Meio Ambiente e o desenvolvimento humano, e que hoje faz parte do projeto do governo Federal com o Plano Nacional de Agroenergia, através do Pronaf-Eco. Para tal, exige ações integradas entre pesquisadores, autoridades, sociedade civil e participação das comunidades rurais que muito têm a contribuir com sua cultura tradicional, ou seja, o “conhecimento popular”. Como a população de algaroba está mais concentrada nos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Pernambuco e Bahia, sugere-se que estes Estados sejam pioneiros para o desenvolvimento de estudos que possam viabilizar a implantação de microdestilarias de álcool a partir desta espécie.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.0 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

No cenário atual o Brasil vem ampliando o plantio de cana-de-açúcar e soja para atender o mercado interno e internacional do álcool e biodiesel em resposta ao compromisso firmado com o Protocolo de Kyoto em busca de combustíveis menos poluentes para substituição dos de origens fósseis. Porém, com práticas de monocultura devastando grandes áreas para o plantio através de queimadas em regiões não tradicionais, a exemplo da Amazônia que é propícia para o extrativismo, reproduzindo o modelo econômico voltado para obtenção de lucros que beneficia poucos, causando danos ambientais e acentuando as diferenças sociais.

A cultura da cana-de-açúcar aparece como marco histórico da sociogênese brasileira. Desde os tempos do Brasil colônia é um divisor de classes sociais. Senhores de engenho e escravos, tão bem retratados por Gilberto Freyre (2004) em sua obra *Casa-grande & Senzala*. Na atualidade, grandes latifundiários que fazem uso da mão-de-obra dos trabalhadores rurais conhecidos como *bóias-frias*, com baixa remuneração, vivendo muitas vezes em condições subumanas, sem direito a assistência médica, educação e em alguns casos sendo vítimas ainda de trabalho escravo, violação dos direitos das crianças pelo trabalho infantil e alto índice de acidentes de trabalhos com danos muitas vezes irreparáveis provocados por mutilações.

De acordo com as discussões apresentadas neste trabalho, concluí-se que o desenvolvimento econômico não pode ser voltado para beneficiar poucos à custa do sacrifício de muitos e comprometimento do equilíbrio do Meio Ambiente. A monocultura é uma prática altamente degradante, pois destrói a biodiversidade, compromete as bacias hidrográficas pelo uso excessivo de insumos e erosão do solo, como também alarga as desigualdades sociais, reflexos vistos na zona rural da região Nordeste, caracterizado por acentuado êxodo rural, principalmente no período de longas secas. É preciso buscar novas estratégias de desenvolvimento capazes de gerar emprego e renda, possibilitando uma distribuição territorial mais equilibrada da sociedade com melhor qualidade de vida e condições mais justas de sobrevivência.

Reconhece-se a importância que a monocultura da cana-de-açúcar representa para a economia do Brasil e que na atualidade ocorrem grandes investimentos em busca

de tecnologias que venham beneficiar seu desenvolvimento de forma mais sustentável, com melhoramento da cultura, aumentando a produtividade por área cultivada, reduzindo cada vez mais a competitividade com áreas destinadas a agricultura de alimentos. Porém, sabe-se que toda produção do álcool pertence às grandes indústrias, concentrando renda na mão de poucos. É necessário haver uma maior democratização do sistema produtivo com utilização da biodiversidade disponível, como previsto no Decreto nº 76.593 de 14 de novembro de 1975 que implantou o ProÁlcool, para que também os pequenos agricultores sejam incluídos no mercado econômico.

A agricultura familiar é caracterizada por agricultura de subsistência, mantenedora das condições de pobreza do pequeno trabalhador rural. A agroindústria associada à biodiversidade, biomassa e biotecnologia, surge como possibilidade de desenvolvimento e mudança dessa realidade, principalmente na região do Semi-Árido Nordeste onde as condições climáticas acentuam os problemas sociais. O entendimento do que venha a ser desenvolvimento perpassa por emprego e renda que possam garantir as necessidades básicas com direito a alimentação, saúde, educação, moradia, ou seja, condições dignas de sobrevivência.

A agroenergia com utilização de resíduos entra como elemento inovador para atingir a sustentabilidade ambiental, com equilíbrio entre práticas agrícolas e conservação do Meio Ambiente. As biomassas sugeridas neste trabalho, mandioca (com aproveitamento da manipueira), sisal e algaroba têm potenciais subexplorados e podem ser utilizadas como matérias-primas para energia alternativa, associadas às práticas já utilizadas.

A manipueira, resíduo oriundo da fabricação de farinha, é altamente degradante ao Meio Ambiente. Transformá-la em matéria-prima para obtenção de álcool em grandes áreas de concentração de casas de farinha (que tradicionalmente na região Nordeste localizam-se em zonas rurais), além de ampliar a cadeia produtiva da mandioca pode ser a solução para mitigar os danos ambientais. No estudo de caso do município de Campo do Brito pôde ser observado o quanto a manipueira prejudica os pequenos produtores, pois quase 80% têm propriedades com áreas abaixo de 2,0 hectares, ou seja, ela reduz as áreas disponíveis para desenvolvimento de culturas de subsistência.

O sisal no Semi-Árido Baiano é uma cultura tradicional quase secular caracterizada pela agricultura familiar e que pelas condições climáticas da região não foi ameaçada pela monocultura da cana-de-açúcar. Apesar de ter sido ampliada sua aplicação em novos artefatos, seu aproveitamento gira em torno de 5%, constituindo um produto pouco rentável, mesmo assim é a única atividade econômica em algumas localidades. A obtenção do álcool a partir dos seus resíduos poderá representar uma boa alternativa para o Desenvolvimento Sustentável da região, oportunizando os pequenos produtores a ampliarem suas atividades laborais uma vez que irá agregar valor a essa cultura gerando renda. Além da manutenção e conservação da biodiversidade e manifestações culturais, contribuindo dessa forma para a melhoria da qualidade de vida.

A algaroba é uma planta exótica já naturalizada no Semi-Árido Nordeste que subsidia diversas atividades antrópicas como, alimentação e sombra para animais, lenha, uso na construção de casas e cercas, recuperações de áreas degradadas e contribui para desenvolvimento de algumas culturas consorciadas. Contudo, trata-se de uma planta invasora que quando não manejada ameaça os biomas da caatinga. A implantação de microdestilarias para obtenção de álcool a partir de suas vagens nas áreas de maior concentração, a exemplo dos Estados da Bahia, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Piauí, poderia servir de experiência inovadora, representando um equilíbrio dinâmico de sustentabilidade, na medida em que o uso das vagens controla sua disseminação, enquanto que a árvore permanece preservada para atender as necessidades do homem do campo.

Desenvolver tecnologias a exemplo de criação de bancos de enzimas responsáveis pela fermentação, a fim de tornarem os processos economicamente viáveis para obtenção do etanol a partir dessas biomassas e de tantas outras existentes na biodiversidade brasileira perpassa pela questão da formação de uma consciência voltada para a prudência ecológica, justiça social e comprometimento com as gerações futuras, ou seja, consciência voltada para os princípios básicos do Desenvolvimento Sustentável.

A prospecção e perfuração do petróleo e gás natural exigem tecnologia de ponta e a cada ano no mundo são investidos bilhões de dólares para atender as políticas econômicas. Os processos de obtenção de álcool a partir de biomassas são bem mais simplificados, podendo ser desenvolvidos em pequena escala para favorecer o

trabalhador rural em forma de cooperativas. Já se sabe que faz parte da política do governo o desenvolvimento do Plano de Agroenergia, porém, espera-se a regulamentação das normas para a obtenção e comercialização dos produtos através da Agência Nacional de Petróleo, ou seja, depende da vontade política para agilizar o processo. Percebe-se que a dificuldade não está no desenvolvimento tecnológico e sim no direcionamento das políticas econômicas que tendem a favorecer as elites, concentrando renda na mão de poucos.

Contudo, observa-se que os problemas do cotidiano estão interligados entre justiça social e ameaça ao Meio Ambiente e a solução perpassa pela questão da Ética. É preciso uma mudança de valores, a troca do “eu” por “nós”, do antropocentrismo no qual o homem faz uso da natureza extraindo tudo para atender suas necessidades, para um novo paradigma onde o homem se sinta parte dela, agindo de forma que possa garantir sua conservação e as necessidades das gerações futuras. Este novo agir requer a responsabilidade e participação de todos os atores sociais: Estado, sociedade civil, comunidade científica, pequenas comunidades que muito têm a contribuir com seus saberes tradicionais. Que possam se sentir atores participativos do processo de desenvolvimento, atingindo os princípios da Sustentabilidade apontados por Sachs: relevância social, prudência ecológica e viabilidade econômica.

Assim, este trabalho contribui para o desenvolvimento social e para a conservação do Meio Ambiente. Quanto ao desenvolvimento social, ao demonstrar por meio de estudos baseados na literatura e com cálculos que comprovam a viabilidade econômica, dá um caminho para as comunidades rurais terem uma fonte de renda complementar, podendo até mesmo ser principal, dado que o consumo de álcool combustível, dentro do contexto econômico mundial, só tende a crescer, aumentando a demanda, que pode ser suprida pela produção dessas pessoas. Quanto à conservação do Meio Ambiente, a contribuição se dá na medida em que o estímulo pelo uso do álcool, ao invés do uso de combustíveis fósseis, promove a diminuição da emissão de dióxido de carbono, desacelerando o aumento do “efeito estufa”. Mais especificamente, quanto ao uso da manipueira como matéria-prima para o álcool, há um impacto mais direto na conservação do Meio Ambiente, porque se trata de usar um resíduo tóxico que é descartado na natureza para produzir um combustível pouco poluente.

O contexto em que o trabalho se insere é o do aumento da conscientização da necessidade de se conservar o Meio Ambiente, comprovado pelas reuniões como o COP-15, e pela postura dos governos mundiais ao estabelecer metas de redução de emissão de carbono além da implantação de políticas internas, principalmente no Brasil, como a criação de parques de conservação da flora e da fauna, coleta seletiva de lixo, aterros sanitários, mercado de crédito de carbono e uso de energia alternativa. Quanto ao desenvolvimento social, o contexto é o do crescimento da economia brasileira que tem acontecido de forma a reduzir a desigualdade de renda existente entre a população do Brasil. O aumento da renda das camadas mais baixas, que pode acontecer por meio de iniciativas como esse trabalho mostra, entre outros benefícios, traz um melhor acesso à saúde e à educação, esta que é ponto fundamental para que as pessoas tenham consciência da importância das práticas ambientalmente favoráveis. Somando-se renda, educação e saúde, tem-se a base para o cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que é o parâmetro mais utilizado para verificar o quão um país é socialmente desenvolvido.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Albuquerque, A. S., Lopes, O. M. N. & Gomes, P. W. S. *Considerações sobre a produção de mandioca para a fabricação de álcool no nordeste paraense*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

AmbienteBrasil. Demanda e investimentos no sisal podem gerar 150 mil postos de trabalho até 2006. *Jornal AmbienteBrasil*. Notícia publicada em 9 de julho de 2003. <http://noticias.ambientebrasil.com.br/noticias/id=11327>. 29 ago. 2009.

ANEEL. *Atlas de energia elétrica do Brasil* / Agência Nacional de Energia Elétrica. 2ª ed. – Brasília: ANEEL, 2005. 243p. Disponível em http://www3.aneel.gov.br/atlas/atlas_2edicao/download.htm. 30 set. 2009. 17 jul. 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 14ª ed. Arlington: Sidney Willians (Ed.), 1984. p.1141.

Barros, M. A. L., Carvalho, S. O. & Silva, O. R. R. F. da. Importância Econômica e Situação da Cultura do Sisal. / Silva, O. R. da. *O agronegócio do sisal no Brasil* / org.: Silva, O. R. R. & Beltrão, N. E. de M. – Brasília: Embrapa-SPI; Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1999. 205 p.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos*. / Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

Beltrão, N. E. de M. & Silva, O. R. R. F. da. Aproveitamento do suco de sisal. / Silva, O. R. da. *O agronegócio do sisal no Brasil* / org.: Silva, O. R. R. da, Beltrão, N. E. de M. – Brasília: Embrapa-SPI; Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1999. 205 p.

Bringhenti, L. & Cabello, C. Qualidade do álcool produzido a partir de resíduos amiláceos da agroindustrialização da mandioca. *Revista Energia na Agricultura*, FCA/UNESP-Botucatu, vol.20, n.4, 2005, p-36-52.

Cabello, C. Produção de bioetanol de raízes de mandioca em usinas de pequeno porte. *4º Congresso Internacional de Bioenergia* (Palestra). CERAT/UNESP. Curitiba, PR. Ago. 2009.

Camili, E. A. & Cabello, C. Produção de etanol de manipueira tratada com processo de flotação. In: XII Congresso Brasileiro da Mandioca, 2007, Paranavai. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*. Botucatu/SP; CERAT/UNESP, 2007. v. 3 p. 01-04.

Castells, M. O “verdejar” do ser: o movimento ambientalista. In: _____. *O Poder da Identidade*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000. p. 141 – 168.

Cervo, A.L. & Bervian, P.A. *Metodologia científica*. São Paulo, Prentice Hall. 2002, 242p.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Nosso Futuro Comum*. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 2ª ed., 1991.

Dagnino, R. Enfoques sobre a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade: Neutralidade e Determinismo. In. *Revista de Ciência da Informação*, v. 3, n.6, 2002.

Debeir, J., Deléage, J. & Hémerly, D. *Uma história de energia*. Traduzido e atualizado por Brito, S. de S. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1993.

Decreto Nº 76.593, de 14 de novembro de 1975. <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=123069>. 29 mai. 2009.

Delavi, D. R. A viabilidade das microdestilarias. *Simpósio de Agroecologia*. Embrapa, 2007. Disponível em, http://www.Cpact.embrapa.br/eventos/2007/simposio_agroenergia/palestras/quinta/LIMANA.pdf. 18 nov. 2009.

EMBRAPA. *Aquecimento Global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil*. / Publicação produzida a partir do estudo: “Aquecimento Global e cenários futuros da agricultura brasileira”, coordenados pelos pesquisadores Eduard Assad (Embrapa Agropecuária) e Hilton Silva Pinto (CEPAGRI / UNICAMP). São Paulo – ago. 2008.

Disponível em <http://www.embrapa.br/publicacoes/tecnico/aquecimentoglobal.pdf>. 19 out. 2009.

EMBRAPA. Assessoria de Comunicação Social. *Desafios para uma agricultura sustentável*. Brasília, DF: Embrapa - Assessoria de Comunicação Social, 2009 a. 79 páginas.

EMBRAPA. A unidade. /Home. A Unidade./ Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2009b. http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=a_unidade.php&menu=1%0B%22vel=1. 07 jun. 2009.

Freyre, G. *Casa-grande e senzala: formação da família brasileira sob o regime da economia patriarcal*. 49 ed. rev. São Paulo. Global, 2004.

Gambarini, A. Plantadores de sisal. *National Geographic Brasil*; publicada em 24 de outubro de 2008. http://viajeaqui.abril.com.br/national-geographic/blog/122112_comentarios.shtml?8166693 30 set. 2009.

Hentschel, H. Etanol para Santa Catarina. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 40-43, mar. 2008.

Holanda, A. *Biodiesel e inclusão social* / Holanda, A. – Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004. 200p. – Série cadernos de altos estudos: n.1.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2008/POP2008_DOU.pdf, 30 jun. 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. / SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. *Banco de Dados Agregados*. Censo Agropecuário, 2009. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=t&o=11&i=P>, 02 mai. 2009.

Kiill, L. H. P & Correia, R. C. A região semi-árida brasileira. *Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi-árido brasileiro*. / Editores técnicos, Kiill, L.

- H. P. & Menezes, E. A. Embrapa Semi-Árido. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005.
- Leff, E. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder* / Leff, E. Tradução de Orth, L. M. E. 2ª ed. Petrópolis, R. J. Editora Vozes, 2001.
- Lima, U. de A. *Biotecnologia Industrial* / Lima, U. de A. – outros coordenadores: Aquarone, E., Borzani, W. & Schmidell, W. São Paulo: EdgardBlücher, 2001.
- Lima, P. C. F. Algarobeira. *Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi-árido brasileiro*. / Editores técnicos, Kiill, L. H. P. & Menezes, E. A. Embrapa Semi-Árido, - Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005.
- Lima, P.C.F. Manejo de áreas individuais de algaroba: Plano de manejo. / *Memória Técnica*. Embrapa Semi-Árido. 2006. Disponível em <http://www.repdigital.cuptia.embrapa.br/handle/CPATSA/33191>. 28 ago. 2009.
- Lorenzi, H., Souza, H. M. de, Torres, M. A. V. & Bacher, L. B. *Árvores exóticas no Brasil*. São Paulo: Nova Odessa: Plantarum, 2003. 368p.
- Macedo, I. C. Situação Atual e Perspectivas do Etanol. *Estudos Avançados*. vol. 21 nº 59 São Paulo. Jan./Apr. 2007. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142007000100012&script=sci_arttext&tlng=e, 2 mai. 2009.
- Machado, C. M. & Abreu, F. R. Produção de álcool combustível a partir de carboidratos. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, DF, v. 15, n.3, p. 64-82, 2006.
- Marcon, M. J. A., Avancini, S. R. P. & Amante, E. R. *Propriedades químicas e tecnológicas do amido de mandioca e do povilho azedo*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007.
- Marques, M., Haddad, J. & Martins, A. R. S. *Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações*. Itajubá, M.G. FUPAI, 2006.
- Martins, S. R. Desenvolvendo a Sustentabilidade / Texto elaborado a partir de outras publicações do autor como subsídio à sua participação na Mesa Redonda 1 do 42º CBO-2002: *Energia, água e sustentabilidade* – abordando o tema: O desafio da

sustentabilidade: um debate sócio-ambiental no Brasil. Prof. Visitante Depto.ENS/UFSC/2005-2006.

Megiatto Jr., J. D. *Fibra de Sisal: estudo de propriedades e modificações químicas visando aplicação em compósitos de matriz fenólica*. USP – Instituto de Química de São Carlos. São Carlos – S.P. 2006. Tese Doutorado.

Melo e Souza, R. Representações discursivas e visões de natureza no pensamento ambientalista brasileiro. In: *Revista Tomo*, v. 5, 2004, pp. 99-120.

Nascimento, C. E. de S. *Comportamento invasor de algarobeira (Prosopis juliflora) (SW) D.C. nas planícies aluviais da caatinga*. Recife, PE. Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco. 2008. Tese Doutorado.

Oashi, M^a. da C. G. *Estudo da cadeia produtiva como subsídio para pesquisa e desenvolvimento do agronegócio do sisal na Paraíba*. Florianópolis, S.C. Universidade Federal de Santa Catarina. Pós-graduação em Engenharia de Produção. 1999. Tese Doutorado.

Odum, H.T. & Odum, E. C. *Computer mini-models and simulation exercises* / Center for Environmental Policy, University of Florida, EUA, 1994.

PINTO, M. Exclusivo: Pesquisador diz que algaroba é “uma fonte inesgotável de alimentos em pleno semi-árido.” *AmbienteBrasil*; publicada em 23 de fevereiro de 2007. <http://noticias.ambientebrasil.com.br/noticia/?id=29667>. 17 set. 2009.

Projeto de Lei Nº 1398, de 2003. <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/161098.pdf>. 03 nov. 2009.

Ripoli, M. L. C., Ripoli, T. C. C. & Gamero, C. A. Palhiço de cana, fonte de energia renovável. *Visão Agrícola*. USP ESALQ. Ano 1, p. 68 – 71. Jan/Jun 2004.

Rosa, V. H. da S. *Energia elétrica renovável em pequenas comunidades no Brasil: em busca de um modelo sustentável*. Centro de Desenvolvimento Sustentável – Universidade de Brasília. Brasília, 2007. Tese Doutorado.

Rodríguez, A. L., Suárez, J. S., Horta, J. Z. J. & Jácome, A. G. Comportamento da Digestão Anaeróbica do Resíduo Líquido da Indústria de Sisal em Escala Piloto. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v.1, n.1, p.77-86, jan/abr.2008.

Rodrigues, R. Século XXI, o novo tempo da agroenergia renovável. *Visão Agrícola*. USP ESALQ. Ano 1, p. 04 – 07. Jan/Jun 2004.

Rosado Jr. A. G., Coelho, H. M. & Feil, N. F. Análise da viabilidade econômica da produção de bioetanol em microdestilarias. *Congresso Brasileiro de Custos* (16.: 2009); Fortaleza, CE. Anais. Disponível em, http://www.changemakers.com/pt-br/system/files/Artigo_Avalia%C3%A7%C3%A3o_Econ_Microdestilaria_VIII.pdf. 18 nov. 2009.

Rossetto, R. A cultura da cana, da degradação a conservação. *Visão Agrícola*. USP ESALQ. Ano 1, p. 80 – 85. Jan/Jun 2004.

Sachs, I. *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável* / organização: Stroh, P. Y. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

_____. *Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento*/ Sachs, I. & Vieira, P. F. (org.). – São Paulo: Cortez, 2007.

SEBRAE. *O Novo Ciclo da Cana: estudos sobre a competitividade do Sistema Agroindustrial da cana-de-açúcar e prospecção de novos empreendimentos*. Brasília: IEL/NC; SEBRAE, 2005.

SEBRAE. *Uso de resíduos e dejetos como fonte de energia renovável*. Brasília. SEBRAE – Serviço de Apoio as Micro e Pequenas Empresas. 2009.

Severino, A. J. *Metodologia do trabalho científico* / Severino, A. J. – 23 ed. rev. e autorizada – São Paulo : Cortez, 2007.

Silva, C. G. M. da. *Processo biotecnológico para a conversão de algaroba (Prosopis juliflora (SW) D.C.) em etanol*. Recife, P.E. Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Nutrição, 2007. Tese Doutorado.

Silva, C. L. da. & Mendes, J. T. G. *Reflexos sobre o Desenvolvimento Sustentável: agentes e interações sobre a ótica multidisciplinar*. Petrópolis, R.J.Vozes, 2005.

Silva, O. R. R. F., Coutinho, M. W., Cartaxo, W. V., Sofiatti, V., Silva Filho, J. L. da, Carvalho, O. S., Costa, L. B. da. Cultivo do sisal no nordeste brasileiro. 123 *Circular Técnica*. Campina Grande, PB. Embrapa Algodão, 2008. Disponível em URI: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/CNP-2009-09/22318>. 10 out. 2009.

Sindifibras. Território do sisal terá investimento de 10 milhões de reais. *Sindicato das Indústrias de Fibras Vegetais no Estado da Bahia*. – Bahia, 2008. Disponível em http://www.braziliansisal.com/DetalhaNoticia.asp?id_noticia=108 . 3 out. 2009.

Solomons, T. W. G. *Química Orgânica 1* / Solomons, T. W. G. & Fryhle, C. B.: tradução Matos, R. M., revisão técnica, Raslan, D. S. Rio de Janeiro : LTC, 2005.

Tavares, E. D. *Da agricultura moderna à agoecológica: análise da sustentabilidade de sistemas agrícolas familiares*. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; Embrapa, 2009. 246 p.

Wenzel, G. E. *Bioquímica Experimental dos Alimentos*. São Leopoldo, R. S., Editora UNISINOS, 2001.

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE



Este questionário pretende coletar informações apenas para fins acadêmicos, ou melhor, para subsidiar a dissertação de mestrado, que tem como objeto de estudo as diversas culturas propícias para obtenção de álcool, existentes na região Nordeste e em particular no Estado de Sergipe. Nesse sentido, é imprescindível a sua compreensão, sinceridade e colaboração. Não é preciso identificar-se e em hipótese nenhuma suas respostas serão utilizadas para outros fins, senão os objetivos que norteiam este estudo. Desde já agradecemos sua valiosa participação.

Mestranda: Ana Mercedes Corrêa Machado
Linha de Pesquisa: Planejamento e Gestão Ambiental

Público Alvo: Pequenos agricultores (apicultores).

Data: __/__/__

Identificação da área de estudo
Local da propriedade:
Dimensão da propriedade:
Produtos agrícolas:
Quantitativo da produção do ano de 2008:

Identificação
Sexo: () masculino () feminino Idade: _____
Estado civil: () solteiro(a) () casado(a) () divorciado(a) () viúvo(a) () outros
Nº. de familiares residentes na propriedade: _____
Grau de escolaridade: () 1º grau incompleto () 1º grau completo () 2º grau incompleto () 2º grau completo () 3º grau incompleto () 3º grau completo () curso técnico () outros _____

QUESTIONÁRIO 1

(Perfil da Relação Agricultor/Algaroba)

1 – Você conhece a algaroba? ☐ SIM ☐ NÃO

2 – Em sua propriedade existe algaroba? ☐ SIM ☐ NÃO

3 – Você utiliza a algaroba em que? _____

4- Em sua opinião, a algaroba atrapalha o desenvolvimento de outras culturas?
☐ SIM ☐ NÃO

Explique sua resposta: _____

5 – Você utiliza a algaroba na alimentação humana? ☐ SIM ☐ NÃO

6 – Em sua opinião você considera a algaroba uma planta importante para melhorar a vida do homem do campo?
☐ SIM ☐ NÃO

Explique sua resposta: _____

7- Você faz uso de álcool na sua propriedade? ☐ SIM ☐ NÃO

8- Em caso positivo indique em que utiliza o álcool: _____

9- Você sabia que pode ser produzido álcool a partir da vagem da algaroba?
☐ SIM ☐ NÃO

10- Caso fosse implantada uma microdestilaria de álcool a partir da algaroba em sua região com o objetivo de gerar emprego e renda, você teria interesse de participar dessa atividade?
☐ SIM ☐ NÃO

Explique sua resposta: _____



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE



Este questionário pretende coletar informações apenas para fins acadêmicos, ou melhor, para subsidiar a dissertação de mestrado, que tem como objeto de estudo as diversas culturas propícias para obtenção de álcool, existentes na região Nordeste e em particular no Estado de Sergipe. Nesse sentido, é imprescindível a sua compreensão, sinceridade e colaboração. Não é preciso identificar-se e em hipótese nenhuma suas respostas serão utilizadas para outros fins, senão os objetivos que norteiam este estudo. Desde já agradecemos sua valiosa participação.

Mestranda: Ana Mercedes Corrêa Machado
Linha de Pesquisa: Planejamento e Gestão Ambiental

Público Alvo: pequenos agricultores (proprietários das casas de farinha).

Data: __/__/__

Identificação da área de estudo
Local da propriedade:
Dimensão da propriedade:
Produtos agrícolas:
Quantitativo da produção de mandioca do ano de 2008:

Identificação
Sexo: () masculino () feminino Idade: _____
Estado civil: () solteiro(a) () casado(a) () divorciado(a) () viúvo(a) () outros
Nº. de familiares residentes na propriedade: _____
Grau de escolaridade: () 1º grau incompleto () 1º grau completo () 2º grau incompleto () 2º grau completo () 3º grau incompleto () 3º grau completo () curso técnico () outros _____

QUESTIONÁRIO 2

(Caracterização do processamento da Casa de Farinha)

- 1- Qual o número de agricultores que trabalham na casa de farinha? _____
- 2- Existe a presença de pessoas menores de 18 anos que desempenham atividades na casa de farinha? ☐ SIM ☐ NÃO
- 3- Em caso positivo, quantos? _____
- 4- Em caso positivo, estas pessoas freqüentam escola? ☐ SIM ☐ NÃO
- 5- Qual a quantidade de mandioca diária, utilizada na casa de farinha? _____
- 6 – Existe compra de mandioca externa à região para fabricação de farinha?
☐ SIM ☐ NÃO
- 7- Em caso positivo, qual o percentual da compra? _____
- 8- Durante o ano qual o período de maior compra? _____
- 9- Qual a produção diária de farinha? _____
- 10- Qual o destino dos resíduos da mandioca?
casca : _____ manipueira: _____
- 11- Você sabia que pode ser produzido álcool a partir da mandioca e da manipueira (resíduo da mandioca)?
☐ SIM ☐ NÃO
- 12- Você faz uso de álcool na sua propriedade? ☐ SIM ☐ NÃO
- 13- Em caso positivo indique em que utiliza o álcool: _____
- 14- Caso fosse implantada uma microdestilaria de álcool a partir da manipueira em sua região, com o objetivo de fazer aproveitamento de resíduo gerando emprego e renda, você teria interesse em participar dessa atividade?
☐ SIM ☐ NÃO
- Explique sua resposta: _____