

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR Francisco Evan-
gelista Junior E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 26 / 08 / 2009
Arnaldo César da Silva Walter
ORIENTADOR

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

**Inserção de um modelo agro-industrial de pequena
escala na cadeia de produção do biodiesel baseado
na cultura do girassol e no segmento agrícola
familiar do semi-árido potiguar**

Autor: Francisco Evangelista Junior

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo César da Silva Walter

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

**Inserção de um modelo agro-industrial de pequena
escala na cadeia de produção do biodiesel baseado
na cultura do girassol e no segmento agrícola
familiar do semi-árido potiguar**

Autor: Francisco Evangelista Junior

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo César da Silva Walter

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos

Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito a obtenção do título de Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas, 2009
S.P. - Brasil

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

Ev14i Evangelista Junior, Francisco
Inserção de um modelo agro-industrial de pequena escala na cadeia de produção do biodiesel baseado na cultura do girassol e no segmento agrícola familiar do semi-árido potiguar / Francisco Evangelista Junior. -- Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientador: Arnaldo Cesar da Silva Walter.
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Biodiesel. 2. Biocombustíveis. 3. Balanço energético. 4. Agricultura familiar. 5. Girassol. I. Walter, Arnaldo Cesar da Silva. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: An agro-industrial model based on small-scale and on family farmers production and its inclusion in the supply chain of biodiesel from sunflower – case study of the semi-arid region of Rio Grande do Norte

Palavras-chave em Inglês: Biodiesel, Biofuels, Energy balance, Family farmers, Sunflower

Área de concentração: Energia, Sociedade e Meio ambiente

Titulação: Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora: Manoel Regis Lima Verde Leal, Cesar de Castro, Sonia Regina da Cal seixas, André Tosi Furtado

Data da defesa: 26/08/2009

Programa de Pós Graduação: Engenharia Mecânica

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

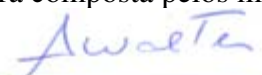
TESE DE DOUTORADO

**Inserção de um modelo agro-industrial de pequena
escala na cadeia de produção do biodiesel baseado
na cultura do girassol e no segmento agrícola
familiar do semi-árido potiguar**

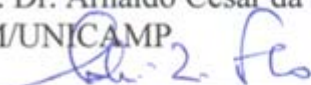
Autor: Francisco Evangelista Junior

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo César da Silva Walter


A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Tese:



Prof. Dr. Arnaldo César da Silva Walter, Presidente
FEM/UNICAMP



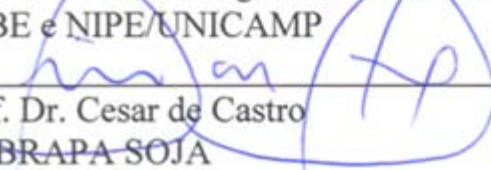
Prof. Dr. André Tosi Furtado
IG/UNICAMP



Prof. Dr. Sonia Regina da Cal Seixas
NEPAM/UNICAMP



Prof. Dr. Manoel Regis Lima Verde Leal
CTBE e NIPE/UNICAMP



Prof. Dr. Cesar de Castro
EMBRAPA SOJA

Campinas, 26 de agosto de 2009

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos os agricultores familiares, em especial, àqueles da região do Mato Grande, Rio Grande do Norte, pela persistência e insistência em viver de uma atividade tão importante para a sociedade, na árdua tarefa de produzir alimentos, e agora energia, num ambiente tão cheio de adversidades.

Agradecimentos

À minha família, em especial, à minha esposa Fernanda e meus filhos Gabriela, Gustavo e Juliana pela compreensão, paciência e, sobretudo pelas palavras de estímulo nos momentos de dificuldades.

Ao Prof. Arnaldo Walter, meu orientador, pela dedicação, seriedade e competência que pautaram sua conduta ao longo de todos estes anos.

Ao pessoal da COPEC, representada pela sua presidente, Sra Livânia Frizon, e pelo seu corpo técnico (Dorgival, Júlio Cesar, Renato e Som), pela inestimável colaboração na coleta de dados que permitiram a realização desta pesquisa.

Ao amigo, gerente Roberto Lúcio, pela paciência e incondicional apoio em todas as fases deste projeto.

A PETROBRAS, representada pelos gerentes Alberto Fontes e Fernando Ribeiro, pela oportunidade concedida, tão importante para nosso desenvolvimento profissional e pessoal.

A todos àqueles, que de alguma forma contribuíram para a realização deste sonho e não foram citados nominalmente.

Resumo

EVANGELISTA JUNIOR, Francisco. *Inserção de um modelo agro-industrial de pequena escala na cadeia de produção do biodiesel baseado na cultura do girassol e no segmento agrícola familiar do semi-árido potiguar*. 2009. 138p. Campinas,: Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Nos últimos anos, a segurança de suprimento energético e as questões ambientais ligadas às emissões dos Gases de Efeito Estufa - GEE têm sido priorizadas por vários países. Nesse contexto, aos biocombustíveis têm sido dada especial importância, e, entre eles, ao biodiesel, que é o potencial substituto do óleo diesel fóssil. Em dezembro de 2004, o Brasil instituiu o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB, priorizando os aspectos sociais aliados ao desenvolvimento regional. Para tanto, criou um dispositivo legal conhecido como "Selo Combustível Social", que concede desoneração fiscal gradativa ao produtor de biodiesel que adquirir matéria prima de agricultores familiares, em especial daqueles localizados no Norte, Nordeste e Semi-Árido, regiões brasileiras com maiores carências sócio-econômicas. Entretanto, a atual estrutura produtiva familiar, caracterizada por restrições de acesso ao crédito, uso inexpressivo de recursos tecnológicos, produção em pequena escala e voltada para o auto-consumo, dificulta sua participação enquanto fornecedores de matéria prima em bases sustentadas. Este trabalho tem como objetivo avaliar a inserção de um modelo agro-industrial de pequena escala no contexto do Programa do Biodiesel Brasileiro, tendo como focos principais o segmento de agricultores familiares do semi-árido potiguar, região Nordeste do Brasil, e a cultura do girassol. A pesquisa tomou como base a implantação de um projeto agrícola no qual foram cultivados aproximadamente 1.200 ha de girassol por 198 famílias de agricultores familiares, além de um sistema de extração de óleo vegetal com capacidade de processamento de 300 kg de

grãos por hora. Foram identificados os perfis e as práticas usuais dos agricultores, assim como avaliados os níveis de comprometimento e de motivação no âmbito do projeto. O balanço energético e a análise econômica da produção agro-industrial foram realizados. Os resultados mostram que, em regiões de baixo nível de desenvolvimento, o investimento em projetos agrícolas, mesmo em pequena escala, proporciona um significativo acréscimo na renda e, potencialmente, na qualidade de vida dos agricultores familiares. Entretanto, são imprescindíveis políticas públicas específicas e eficazes que incentivem a organização coletiva, o desenvolvimento de lideranças e alternativas de diversificação da produção, para agregação de valor, como forma de superar o estado de estagnação produtiva. O girassol possui bom potencial de agregação de valor para a agricultura familiar, mas os fatores locais de produção, tais como baixo nível de mecanização, escassez de sementes certificadas e de assistência técnica especializada, entre outros, precisam se adequar às necessidades dessa cultura. O balanço energético no modelo agro-industrial de pequena escala mostrou-se positivo, tanto na etapa de produção do grão, obtendo-se razões de energia entre 3,7 e 4,1, quanto na extração do óleo, obtendo-se razão de energia agregada de 1,4. Nas condições da análise feita, a comercialização do óleo e da torta, após a extração em pequena escala, é mais rentável que a venda exclusiva dos grãos. Entretanto, potencialmente o produtor pode aumentar significativamente sua renda caso a torta seja aproveitada em atividades econômicas próprias, tais como seu uso como ração animal na criação de bovinos, ovinos e peixes. A produção de mel apresenta-se como uma alternativa de grande potencial econômico na cadeia de produção do girassol.

Palavras Chave:

Biodiesel, Biocombustíveis, Balanço energético, Agricultura familiar, Girassol.

Abstract

EVANGELISTA JUNIOR, Francisco. *An agro-industrial model based on small-scale and on family farmers production and its inclusion in the supply chain of biodiesel from sunflower – case study of the semi-arid region of Rio Grande do Norte*. 2009. 138p. Thesis (PhD in Planning of Energy Systems): Faculty of Mechanical Engineering, State University of Campinas, Campinas.

Along the recent years, in many countries energy priorities have been put on the security of supply and on the environmental issues concerned with emissions of Greenhouse Gases – GHG. In this regard, a special attention has been put on biofuels, and, among others, biodiesel that has the potential of displacing mineral diesel. In December 2004, Brazil has created the National Program of Biodiesel Production and Use – PNPB (acronym related to the Portuguese expression), with priority on social aspects and on regional development. In this regard, the so-called Social Fuel Stamp was created and a tax exemption is given to biodiesel production based on raw materials produced by family farmers; the production based on farmers located in less developed areas – e.g., North, Northeast and the Semi-Arid Region – are eligible for larger benefits. However, the current production based on family farmers is constrained by the lack of credit opportunities, very low level of technology use, small-scale production and the production just for family's consumption; as consequence, family farmers have been unable to produce without governmental assistance and financial support. The aim of this thesis is the evaluation of a small-scale agro-industrial model in the context of the PNPB. The specific focus of this thesis is the production of sunflower based on family farmers in the Semi-Arid region in the Rio Grande do Norte state (Northeast region of Brazil). The research is based on an agricultural project in which about 1,200 ha were planted (with sunflower) by 198 families, and on an extraction unit of

oil with capacity of processing 300 kg seeds/hour. This thesis presents three main results. First, a survey was done with the farmers, identifying their profiles, their practices, in which extent they were engaged with the project and their motivations. The second main result is regarding the energy balance of the agricultural and the extraction stages, while the third result is concerned with the economic analysis of the two production stages. The results show that in less developed regions, agricultural projects such the one analyzed in this thesis, even in small-scale, give a significant contribution to the families' wealth, and, potentially, can also enhance life quality. However, public policies are necessary in order to foster social organization, raising leaderships, and promote production diversification; production diversification is necessary in order to enlarge the incomes and motivate people to overcome the current stagnation stage. Sunflower has the potential to generate income to the family farmers, but the local production conditions, such as low mechanization level and lack of seeds of good quality, need to be improved, aiming at take advantage of the existing potentialities. The energy balance presented in this thesis is positive, both regarding the agricultural stage (i.e., the seed production, with energy ratios results between 3.7 and 4.1) and up to the extraction stage in the supply chain (energy ratio equal to 1,4). According to the hypotheses taken into account in this thesis, from the economic point of view the best option is the extraction of oil, in order to also take the benefits of meal's commercialization, rather than only sell the seeds. However, family farmers can significantly enlarge their incomes in case of meal's use by themselves, as animal's feed. Honey production is also a good alternative for income's enlargement.

Key words:

Biodiesel, Biofuels, Energy balance, Family farmers, Sunflower.

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Equação geral do processo de transesterificação do triglicerídeo	8
Figura 2.2 – Reações sequenciais do processo de transesterificação do triglicerídeo	8
Figura 2.3 – Fluxograma da cadeia de produção do biodiesel	15
Figura 2.4 – Fluxograma típico de um sistema de produção de biodiesel	19
Figura 3.1 – Distribuição percentual da capacidade de produção de biodiesel comercializável por região do Brasil até julho/2009	25
Figura 3.2 – Evolução da produção de mamona no Estado do Rio Grande do Norte	27
Figura 4.1 – Produção Mundial de oleaginosas na safra 2008/2009	30
Figura 4.2 – Evolução da produção mundial de óleos vegetais	31
Figura 4.3 – Evolução dos preços dos principais óleos vegetais no mercado mundial	33
Figura 4.4 – Municípios localizados na região semi-árida do Estado do Rio Grande do Norte	35
Fonte: Ministério da Integração Nacional, Portaria nº 89, de 16 de março de 2005	35
Figura 4.5 – Evolução da produção do caroço de algodão no Estado do Rio Grande do Norte	37
Figura 4.6 – Evolução da produção da mamona no Estado do rio Grande do Norte	38
Figura 4.7 – Municípios do Rio Grande do Norte zoneados para as culturas do algodão, mamona e girassol	39
Figura 6.1 – Tanque de criação de tilápias e plantação de mamão irrigado da COPEC	45
Figura 6.2 – Mapa do Rio Grande do Norte com a localização da Região do Mato Grande	46
Figura 6.3 – Áreas de concentração das plantações de girassol no território do Mato Grande	47

Figura 6.4 – Modelo de gestão do projeto agro-industrial cooperativista	49
Figura 6.5 – Esquema do mecanismo operacional do projeto agro-industrial estudado	52
Figura 6.6 – Operação de limpeza do girassol com capinadeira de tração animal	53
Figura 6.7 - Operação de descaroçamento mecânico de girassol	53
Figura 6.8 – Operação de colheita com colheitadeira mecânica de grande porte	54
Figura 6.9 – Sistema de extração de óleo a frio utilizado	56
Figura 6.10 – Solos característicos na região do Mato Grande	58
Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA	58
Figura 6.11 – Precipitação Pluviométrica nas Áreas de Plantio AP1, AP2 e AP3 em 2008	59
Figura 6.12 – Distribuição de produtividades por número de estabelecimentos	61
Figura 6.13 – Produtividades médias nacionais referente à cultura do girassol e às obtidas no Mato Grande	61
Figura 6.14 – Mancha alternaria na área de plantio AP1, 2008	62
Figura 7.1 – Realização dos tratos culturais (limpeza da plantação) pelos agricultores	68
Figura 7.2 – Realização da adubação de cobertura (aplicação do nitrogênio) pelos agricultores	68
Figura 7.3 – Motivos que levaram o produtor a aderir ao projeto de plantio do girassol	69
Figura 7.4 – Disposição do produtor para plantar girassol na próxima safra	70
Figura 7.5 – Avaliação dos agricultores referente a receita líquida proporcionada pela cultura do girassol	70
Figura 7.6 – Médias das receitas líquidas dos agricultores distribuídas por conceito obtido, safra 2007/2008	73
Figura 7.7 – Curva ajustada do IDH dos municípios do Rio Grande do Norte em função da renda per capita	78
Figura 8.1 – Esquema com indicação de insumos e equipamentos aplicados na produção de grãos de girassol	81
Figura 8.2 - Distribuição das entradas de energia por produto, por insumo, nas condições planejadas	88

Figura 8.3 - Distribuição das entradas de energia, por produto, por insumo nas condições realizadas	88
Figura 8.4 – Fluxo de insumos e equipamentos aplicados na extração de óleo vegetal	91
Figura 9.1 – Custo agrícola e receita da venda do grão referente ao Arranjo 1, incluindo a adubação de cobertura e para o preço do grão igual a 0,64 R\$/kg	101
Figura 9.2 – Custo agrícola e receita da venda do grão referente ao Arranjo 2, incluindo a adubação de cobertura e para o preço do grão igual a 0,64 R\$/kg	102
Figura 9.3 - Custo agrícola e receita da venda dos grãos referente ao Arranjo 2, serviços contratados (tratores de 85 CV), adubação de cobertura e preço do grão igual a 0,64 R\$/kg	103
Figura 9.4 - Custo agrícola e receita da venda do grão referente ao Arranjo 2 (tratores de 85 CV), equipamentos adquiridos através de financiamento, adubação de cobertura e preço do grão igual a 0,64 R\$/kg	104
Figura 9.5 – Evolução do preço da soja, em São Paulo	106
Figura 9.6 – Custo total (agrícola + industrial) e receita total (óleo + torta) referente ao Arranjo 2, serviços contratados (tratores de 85CV), adubação de cobertura e preço do óleo e da torta iguais a 1,90 R\$/kg e 0,50 R\$/kg, respectivamente.	107
Figura 9.7 – Custo total (agrícola + industrial) e receita total (óleo + torta) referente ao Arranjo 2, serviços contratados (tratores de 85CV), adubação de cobertura e preço do óleo e da torta iguais a 1,90 R\$/kg e 0,75 R\$/kg, respectivamente.	107
Figura 9.8 – Agricultores construindo colméias que foram instaladas na safra 2008/2009	108

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Propriedades dos óleos vegetais e respectivos ésteres metílicos (biodiesel)	11
Tabela 3.1 – Incidência de PIS/PASEP e COFINS sobre os produtores de biodiesel, R\$/l de biodiesel	22
Tabela 3.2 – Resultados dos leilões de biodiesel realizados pela ANP	24
Tabela 3.3 – Evolução da produção de biodiesel no Brasil	26
Tabela 4.1 – Teor de óleo e rendimento em óleo das principais oleaginosas	29
Tabela 4.2 – Principais países produtores de óleos vegetais	32
Tabela 6.1 – Distribuição dos participantes por área de plantio e município	48
Tabela 6.2 – Detalhamento das operações do Arranjo Operacional 1	54
Tabela 6.3 – Detalhamento das operações do Arranjo Operacional 2	55
Tabela 6.4 – Resultados gerais da produção de girassol na região do Mato Grande	60
Tabela 6.5 – Resultados da produção do girassol/2008 na região do Mato Grande, por área de plantio – AP	60
Tabela 7.1 – Associação da avaliação da receita líquida obtida e a disposição de plantar na próxima safra, baseado no número de estabelecimentos	72
Tabela 7.2 – Associação da média da receita líquida obtida pelos agricultores agrupados por conceito e a disposição de plantar na próxima safra. A Média (MD) e respectivo Desvio Padrão (DP) da receita líquida estão expressos em R\$/ha	72
Tabela 7.3 – Principais indicadores sócio-econômicos dos cinco municípios do Mato Grande integrantes do projeto agrícola – IDH e Renda per Capita	74
Tabela 7.4 – Principais indicadores sócio-econômicos dos cinco municípios do Mato Grande integrantes do projeto agrícola – Mortalidade, Taxa de Alfabetização e Índice de Gini.	75

Tabela 7.5 – Renda per capita adicional gerada pelo projeto agrícola	76
Tabela 7.6 – Acréscimo percentual da renda per capita dos municípios	77
Tabela 7.7 – Posição dos municípios em função do IDH do Censo 2000 e do IDH projetado	79
Tabela 8.1 – Fatores de conversão energética aplicadas ao projeto de plantio do girassol	82
Tabela 8.2 – Resultados do consumo de diesel e capacidade de produção referentes ao Arranjo Operacional 1	83
Tabela 8.3 – Resultados do consumo de diesel e capacidade de produção, referentes ao Arranjo Operacional 2	83
Tabela 8.4 – Energia equivalente incorporada à máquinas e implementos agrícolas	84
Tabela 8.5 - Balanço energético nas condições planejadas - produtividade de 1000 kg/ha (P1000)	86
Tabela 8.6 - Balanço energético nas condições realizadas - produtividade de 463 kg/ha (R463)	87
Tabela 8.7 – Aporte por insumo nas condições planejadas (P1000) (%)	89
Tabela 8.8 – Aporte por insumo nas condições realizadas (R463) (%)	89
Tabela 8.9 – Quadro comparativo com os resultados apresentados em estudos de referência	90
Tabela 8.10 - Balanço energético nas condições realizadas - produtividade de 463 kg/ha (R463)	93
Tabela 9.1 – Preços de materiais e aluguel de equipamentos utilizados na fase agrícola	95
Tabela 9.2 – Insumos e horas de máquina utilizados no Arranjo 1, na condição planejada (P1000)	96
Tabela 9.3 – Insumos e horas de máquina utilizados no Arranjo 1, na condição realizada (R463)	96
Tabela 9.4 – Insumos e horas de máquina utilizados no Arranjo 2, na condição planejada (P1000)	97
Tabela 9.5 – Insumos e horas de máquina utilizados no Arranjo 2, na condição realizada (R463)	97
Tabela 9.6 – Custo de produção do grão (R\$/ha) referente ao Arranjo 1, na condição planejada (P1000)	98
Tabela 9.7 – Custo de produção do grão (R\$/ha) referente ao Arranjo 1, na condição realizada (R463)	98

Tabela 9.8 – Custo de produção do grão (R\$/ha) referente ao Arranjo 2, na condição planejada (P1000) 99

Tabela 9.9 – Custo de produção do grão (R\$/ha) referente ao Arranjo 2, na condição realizada (R463) 99

Tabela 9.10 – Balanço de custos e receitas para a produção de girassol a partir dos Arranjos 1 e 2, nas condições planejada (P1000) e realizada (R463) 100

Tabela 9.11 - Custo de transporte, armazenagem e extração de óleo e torta, em R\$/kg de grão prensado 105

Lista de Abreviações e Siglas

ACV – Análise de Ciclo de Vida

AGL – Ácidos Graxos Livres

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

ARCO – Agência Regional de Comercialização das Regiões do Mato Grande e Grande Natal

BASA – Banco da Amazônia

BNB – Banco do Nordeste

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral

CEI – Comissão Executiva Interministerial

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CNPE – Conselho Nacional de Políticas Energéticas

COFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

COPEC – Cooperativa dos Produtores de Canudos

EBB – European Biodiesel Board

EM – Ester Metílico

EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

FAME – Fatty Acid Methyl Ester

FNE - Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste

GEE – Gases de Efeito Estufa

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBP – Instituto Brasileiro do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IEA – Instituto de Economia Agrícola
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica
ISO – International Organization for Standardization
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCT – Ministério das Ciências e Tecnologia
MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário
OV – Óleo Vegetal
PASEP – Programa de Formação do Patrimônio do Servidor
PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.
PIS – Programa de Integração Social
PNPB - Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PRONAF – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
USDA – United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 Considerações iniciais	1
1.2 Objetivos	3
1.3 Justificativa	4
1.4 Estrutura da tese	5
CAPÍTULO 2 - ASPECTOS GERAIS DO BIODIESEL	7
2.1 Conceitos e histórico	7
2.2 A cadeia de produção do biodiesel	14
CAPÍTULO 3 - A PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO BRASIL	20
3.1 O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel - PNPB	20
3.2 O Programa do Biodiesel no Rio Grande do Norte	26
CAPÍTULO 4 - AS CULTURAS OLEAGINOSAS APLICADAS À PRODUÇÃO DE BIODIESEL	29
4.1 As principais oleaginosas	29
4.2 A produção de oleaginosas no Rio Grande do Norte	34
CAPÍTULO 5 - A BASE METODOLÓGICA	40
CAPÍTULO 6 - O PROJETO AGRO-INDUSTRIAL FAMILIAR DE PEQUENA ESCALA PARA A PRODUÇÃO DE ÓLEO VEGETAL	44

6.1 A contextualização do projeto agro-industrial	44
6.2 O modelo de gestão adotado	48
6.3 Os arranjos operacionais estudados na etapa de cultivo do girassol	52
6.4 O sistema de extração de óleo de pequena escala	55
6.5 Avaliação do cultivo do girassol	57
CAPÍTULO 7 - CARACTERÍSTICAS, PRÁTICAS, E MOTIVAÇÃO DOS AGRICULTORES FAMILIARES	64
CAPÍTULO 8 - BALANÇO ENERGÉTICO DO PROJETO AGRO-INDUSTRIAL DE PEQUENA ESCALA	80
CAPÍTULO 9 - ANÁLISE ECONÔMICA DO PROJETO AGRO-INDUSTRIAL DE PEQUENA ESCALA	94
CAPÍTULO 10 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS	109
REFERÊNCIAS	111
ANEXO 1 – CAPACIDADES DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL AUTORIZADA PELA ANP	118
ANEXO 2 – O SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO	121
ANEXO 3 – SISTEMA DE PLANTIO APLICADO A CULTURA DO GIRASSOL	123
ANEXO 4 – FLUXOGRAMA DAS PRINCIPAIS ETAPAS DA PESQUISA QUANTITATIVA	125
ANEXO 5 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO	126
ANEXO 6 – RESULTADO DA PESQUISA	130

Capítulo 1 - Introdução

1.1 Considerações iniciais

Desde a década de setenta do século passado, governos, empresas, instituições públicas e privadas intensificaram seus esforços em busca de alternativas para substituir a principal fonte de energia utilizada em nível global, o petróleo. As grandes crises, conhecidas como "choques do petróleo" ocorridas naquela época, explicitaram a fragilidade do modelo vigente, caracterizado pela dependência de um combustível fóssil, suprido por um número reduzido de países de grande instabilidade política, cujas decisões têm afetado de forma determinante o equilíbrio econômico-financeiro mundial.

Pouco antes do novo século, a questão ambiental se tornou preponderante na pauta das discussões internacionais, com foco especial no uso indiscriminado dos combustíveis fósseis e sua relação direta com as emissões antropogênicas dos Gases de Efeito Estufa – GEE. Em fevereiro de 2005, entrou em vigor o Protocolo de Quioto, um acordo internacional no qual os países industrializados relacionados no denominado Anexo I do referido Protocolo se comprometem atingir metas de redução quantificadas de GEE no período de 2008 a 2012. Além disto, as recentes conclusões vinculando as emissões dos Gases de Efeito Estufa – GEE e o aquecimento global (IPCC, 2007) reforçam a necessidade de medidas urgentes no sentido de reduzir e estabilizar tais emissões.

Esta conjunção de fatores tem levado os países a mudarem de comportamento em relação aos seus hábitos e práticas com o trato da energia. Como consequência, os programas de

eficiência energética e de fomento às fontes renováveis de energia se tornaram importante alvo das políticas públicas e das pesquisas no mundo.

Neste contexto, os biocombustíveis assumiram um papel de destaque no cenário mundial, em especial para uso no setor de transportes, cujas atividades dependem essencialmente dos combustíveis derivados do petróleo, tais como a gasolina e o óleo diesel.

Nos últimos anos, diversos países iniciaram um processo de estímulo à produção e ao uso de biocombustíveis, quase sempre por meio de incentivos financeiros baseados na desoneração fiscal ou através da obrigatoriedade legal do uso destes misturados aos derivados fósseis.

Dentro do segmento dos biocombustíveis, o biodiesel, combustível oriundo de óleos vegetais e gorduras animais, aparece como substituto natural do óleo diesel fóssil utilizado nos motores de combustão interna com ignição por compressão. Segundo Demirbas (2007), um combustível alternativo ao diesel fóssil deve ser tecnicamente praticável, economicamente competitivo, ambientalmente aceitável e facilmente disponível, características estas atendidas potencialmente pelo biodiesel.

Em dezembro de 2004, o Brasil instituiu o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB, cujas principais diretrizes estão focadas na implementação de um programa sustentável, promovendo a inclusão social; na garantia de preços competitivos, qualidade e suprimento; e na produção de biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e regiões diversas.

Diferentemente dos Programas Europeu e Americano, que se norteiam pelos aspectos ambientais e de segurança energética (RYAN; CONVERY; FERREIRA, 2006), o Programa Brasileiro priorizou os aspectos sociais aliados ao desenvolvimento regional. Para tanto, criou um dispositivo legal conhecido como "Selo Combustível Social", no qual se estabelece uma desoneração fiscal gradativa ao produtor de biodiesel que adquirir um percentual mínimo de

matéria-prima proveniente de agricultores familiares, em especial àqueles localizados no Norte, Nordeste e Semi-Árido, regiões brasileiras de maiores carências sócio-econômicas.

O PNPB despertou um interesse por parte dos Governos Estaduais, em especial dos Nordestinos, que de imediato instituíram programas de estímulo à produção agrícola com intuito de inserir agricultores familiares na cadeia de produção do biodiesel. Inicialmente, os Programas Regionais tomaram como base a cultura da mamona. Com o redirecionamento do PNPB, que estendeu os incentivos para outras culturas implantadas pelo segmento agrícola familiar no Nordeste, conforme Instrução Normativa do Ministério de Desenvolvimento Agrário Nº 6.450, de 14 de maio de 2008, o girassol surgiu como alternativa potencial para a região.

1.2 Objetivos

Esta tese tem como objetivo geral avaliar a inserção de um modelo de produção agro-industrial de pequena escala no contexto do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB, tendo como focos principais: o segmento de agricultores familiares do semi-árido potiguar como fornecedores de matéria prima para a produção de biodiesel, e a cultura do girassol como alternativa às culturas tradicionais cultivadas no semi-árido brasileiro (e.g., mamona e algodão). A partir do objetivo principal, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar o grau de motivação e o comprometimento dos agricultores familiares na implantação de um projeto de produção de girassol no semi-árido potiguar, assim como as perspectivas futuras deste segmento no contexto do PNPB.
- Realizar o balanço energético da cadeia de produção de óleo vegetal a partir de um modelo agro-industrial de pequena escala, baseado nos princípios de Análise de Ciclo de Vida – ACV e na relação de fluxos de energia de entrada e saída inseridos no processo de produção (Output/Input)

- Avaliar o desempenho econômico de um modelo agro-industrial de pequena escala para a produção de óleo vegetal, como forma de agregação de valor ao processo produtivo do segmento familiar.

1.3 Justificativa

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB disponibiliza alguns incentivos aos produtores de biodiesel que adquiram de agricultores familiares matéria prima em quantidade mínima estabelecida por lei. Dentre estes incentivos destacam-se: a desoneração fiscal de alguns tributos federais e o direito de participar de concorrências em leilões públicos.

Atualmente 80% do biodiesel produzido no Brasil são comercializados através de leilões públicos vinculados ao fornecimento de matéria prima pela agricultura familiar (Selo Combustível Social). Este novo cenário criou uma demanda de trabalho regular para os agricultores familiares gerando expectativas positivas em relação à melhoria dos aspectos sócio-econômicos deste grupo social. Entretanto, algumas características do sistema de produção familiar tradicional, tais como: a baixa utilização de recursos tecnológicos, a produção agrícola em pequena escala e desvinculada do mercado (auto-consumo) podem inviabilizar a inserção sob base sustentada dessa classe de agricultores na cadeia de produção do biodiesel.

Diversos segmentos dos setores acadêmicos, empresariais e formuladores de políticas públicas advogam que a competitividade da atividade agropecuária nacional, inclusive no segmento familiar, está vinculada a adoção de práticas que estimulem a cooperação entre os agentes econômicos de uma cadeia produtiva. Da mesma forma, é reconhecido pelos especialistas que uma das formas de fortalecer a agricultura familiar é agregar valor a seus produtos, como forma de superar as desvantagens da produção em pequena escala (BATALHA; BUAINAIN; SOUZA FILHO, 2005). Nesta linha de raciocínio é de grande relevância o estudo de modelos agrícolas que contemplem a sinergia entre os agentes de produção e a agregação de valor aos produtos provenientes da agricultura familiar.

Outro aspecto desafiador inserido no PNPB é a priorização dos incentivos já mencionados, ao cultivo agrícola em regiões adversas do ponto de vista edafo-climático, caso da maior parte do Nordeste e do Semi-Árido brasileiros. Logo, faz-se necessário a identificação e o desenvolvimento de culturas oleaginosas que aliem um alto potencial de agregação de valor e que sejam bem assimiladas pela agricultura familiar nestas áreas.

Neste contexto, a produção agro-industrial de pequena escala, baseada na cultura do girassol, se constitui num modelo de grande potencial para a inserção do segmento familiar na cadeia de produção do biodiesel, o que justifica plenamente um estudo mais aprofundado sobre o assunto.

1.4 Estrutura da tese

O capítulo 1 trata da introdução, e nele são abordadas algumas considerações iniciais sobre o cenário energético atual, especialmente em relação ao uso de fontes fósseis no setor de transportes e à necessidade de desenvolvimento de combustíveis alternativos tal como o biodiesel. Comenta-se ainda sobre a implantação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB, cujo caráter social estimulou os governos estaduais a promoverem programas voltados para a agricultura familiar. Complementam o capítulo a descrição dos objetivos e as justificativas para elaboração deste trabalho.

No capítulo 2 são apresentados os aspectos gerais do biodiesel, tais como: sua definição, os detalhes envolvidos no processo de produção, assim como descreve as etapas que compõem a cadeia de produção.

O capítulo 3 trata da produção de biodiesel no Brasil, descrevendo o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB, a situação atual da produção de biodiesel no Brasil, e as iniciativas para estimular a produção de oleaginosas no estado do Rio Grande do Norte.

No capítulo 4 é feita uma análise das principais culturas oleaginosas aplicadas a produção de biodiesel, tomando-se como base a evolução da produção de óleos vegetais no âmbito mundial, assim como as perspectivas futuras. É analisada a produção de oleaginosas no Rio Grande do Norte e identificadas as principais culturas com potencial para a produção de biodiesel no estado.

O capítulo 5 trata da base metodológica utilizada nesta pesquisa. São comentados os aspectos metodológico referente a pesquisa de campo realizada com os agricultores familiares, assim como os conceitos de eficiência energética baseado na Análise de Ciclo de Vida – ACV. Os aspectos econômicos também são abordados.

No capítulo 6 é descrito todo o projeto agro-industrial familiar de pequena escala para a produção de óleo vegetal, base deste estudo. Inicialmente foi feita a contextualização do projeto, depois foram apresentados: o modelo de gestão adotado; os arranjos operacionais estudados na etapa do cultivo do girassol; e o sistema de extração de óleo de pequena escala. O capítulo se encerra com a avaliação do cultivo do girassol.

Os capítulos 7, 8 e 9, tratam dos resultados obtidos na avaliação das características, práticas e motivações dos agricultores familiares; no balanço energético e na análise econômica do projeto agro-industrial de pequena escala, respectivamente.

E por fim, no capítulo 9 são apresentadas as conclusões pertinentes a esta pesquisa juntamente com as sugestões para os próximos trabalhos.

Capítulo 2 - Aspectos Gerais do Biodiesel

2.1 Conceitos e histórico

Uma das definições mais presentes na literatura e nos meios normativos descreve o biodiesel como um combustível composto de ésteres monoalquílicos de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais, ou de gorduras animais, e que estejam em conformidade com padrões normativos específicos de qualidade. Na Comunidade Européia e nos Estados Unidos, o biodiesel segue os padrões estabelecidos nas normas EN14214 e ASTM D6751, respectivamente. A norma EN14214 limita a designação de biodiesel apenas aos ésteres metílicos de ácidos graxos também conhecidos como FAME (Fatty Acid Methyl Éster). No Brasil, a especificação foi revisada recentemente devendo o biodiesel atender ao disposto na Resolução ANP N° 7, de 19.03.2008.

Outras definições, mais genéricas, ressaltam as características benéficas atribuídas ao biodiesel, tais como: caráter renovável, substituto do óleo diesel mineral, biodegradável, ambientalmente correto, principalmente em relação ao menor nível de emissões de GEE quando comparado ao diesel mineral, entre outras.

O biodiesel pode ser utilizado na forma pura ou como mistura ao diesel mineral. Com o objetivo de identificar a quantidade de biodiesel existente na mistura, estabeleceu-se, em nível mundial, a designação BXX, sendo que XX define o percentual em volume de biodiesel misturado ao diesel mineral, ou seja, uma mistura B20 possui 20% de biodiesel, em volume, misturado a 80% de diesel mineral.

As três tecnologias mais utilizadas na obtenção do biodiesel são: a pirólise, a microemulsificação e a transesterificação, sendo esta última a mais utilizada na atualidade (MITTELBAACH e REMSCHIMIDT, 2004).

A transesterificação é uma reação na qual uma molécula de um triglicerídeo (triaciglicerol) presente no óleo vegetal, ou gordura animal, reage com três moléculas de um álcool de cadeia curta, na presença de um catalisador, obtendo-se três moléculas de ésteres monoalquílicos conhecidos como biodiesel e uma molécula de glicerol. Esta reação é representada pela equação geral descrita na Figura 2.1, sendo que R₁, R₂ e R₃ representam as cadeias longas de hidrocarbonetos de ácidos graxos, e R representa a cadeia curta de hidrocarbonetos do álcool, ou seja, CH₃ ou C₂H₅ quando metanol ou etanol, respectivamente.

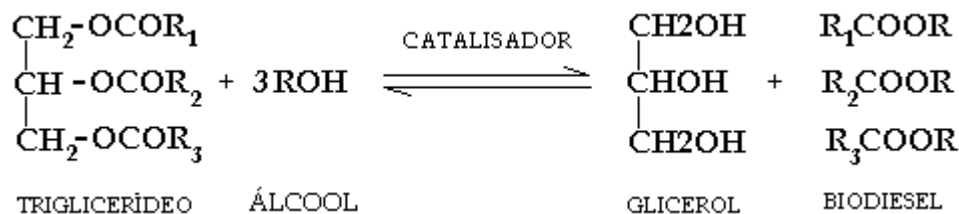


Figura 2.1 – Equação geral do processo de transesterificação do triglicerídeo

Fonte: Adaptado de Barnwal e Sharma (2005) e Mittelbach e Remschmidt (2004)

Na prática, o processo de transesterificação ocorre através de três reações consecutivas e reversíveis, conforme representado na Figura 2.2. Na primeira, o triglicerídeo é convertido em diglicerídeo, na segunda em monoglicerídeo e, por fim, na terceira em glicerol.

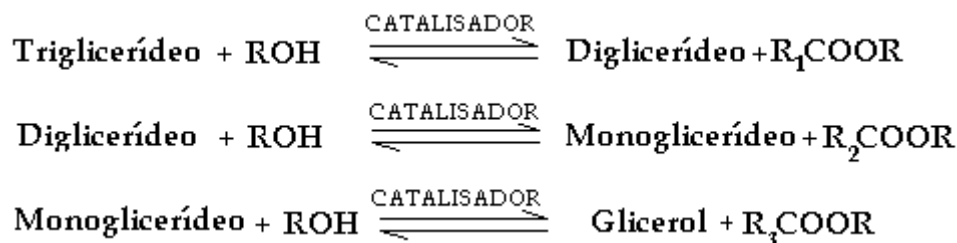


Figura 2.2 – Reações sequenciais do processo de transesterificação do triglicerídeo

Fonte: Barnwal e Sharma (2005)

Um dos aspectos mais importante no processo de transesterificação e produção do biodiesel é a relação molar entre o álcool reagente e o triglicerídeo (MEYER; SAGAR; NAIK, 2006). Conforme mostrado na figura 2.1, a reação estequiométrica da transesterificação requer três moles de álcool para um mol do triglicerídeo. Entretanto, para que o equilíbrio seja a direita (sentido de formação do biodiesel), é necessário um excesso de álcool. A relação molar ótima entre o álcool e o óleo (triglicerídeo) depende do tipo de catalisador utilizado (MITTELBAACH e REMSCHIMIDT, 2004). A relação molar de 6:1 é normalmente usada em processos industriais, na obtenção ésteres metílicos com rendimento de conversão superior a 98% (FREEDMAN; PRYDE; MOUNTS, 1984 apud BARNWAL e SHARMA, 2005, p. 371).

Os principais álcoois utilizados nos processos de transesterificação são àqueles de cadeia curta, em especial o metanol e o etanol. Diversos fatores explicam a preferência pelo uso do metanol na produção de biodiesel, entre os quais se destacam: menor custo e maior reatividade (LANG et al. 2001 apud MITTELBAACH e REMSCHIMIDT, 2004, p. 46); tecnologia dominada e processo de menor complexidade (INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2007). O etanol apresenta como principais vantagens sua origem renovável e a baixa toxidez quando comparado ao metanol. Ainda em relação aos custos, Knothe et al. (2006) considera que em algumas regiões, especialmente no Brasil, a disponibilidade de matéria prima e de tecnologia permite a produção economicamente viável de etanol por processos fermentativos, resultando num produto mais barato que o baseado em metanol. No Brasil, por exemplo, o biodiesel de natureza etílica seria um produto em potencial.

Os catalisadores utilizados no processo de transesterificação são classificados em básicos, ácidos, enzimáticos e heterogêneos. Na grande maioria dos casos são usados na produção de biodiesel os catalisadores básicos, em função de suas vantagens principalmente quando comparados aos de natureza ácida, entre as quais destacam-se: maior conversão de éster; menor tempo de reação; menor corrosividade, e menores quantidades requeridas de álcool reagente. Os catalisadores ácidos são utilizados principalmente nos casos em que a matéria prima possui quantidades significativas de ácidos graxos livres. Os principais catalisadores básicos utilizados

são: o hidróxido de sódio, o hidróxido de potássio, e seus respectivos alcóxidos (metóxido de sódio e metóxido de potássio).

Além da relação molar triglicerídeo/álcool e o tipo de catalisador utilizado, outros aspectos interferem no processo de transesterificação de forma determinante, entre os quais destacam-se:

a) Intensidade da mistura – a agitação vigorosa do meio reagente é necessária em função da baixa miscibilidade entre os óleos (triglicerídeos) e a solução álcool/catalisador (MEYER; SAGAR; NAIK, 2006);

b) Temperatura da reação – o aumento da temperatura acelera o processo de conversão do éster. Em geral, na metanólise a reação é conduzida a pressão atmosférica e temperaturas próximas ao ponto de ebulição do metanol (entre 60 e 70 °C) (BARNWAL e SHARMA, 2005);

c) Pureza dos reagentes - quanto maior o grau de impurezas presentes na reação, tais como ácidos graxos livres e água, menor a conversão em éster (biodiesel). A LURGI, tradicional fabricante de plantas de biodiesel, estabelece os seguintes limites máximos a partir dos quais é necessário o refino do óleo vegetal: 0,1% de ácidos graxos livres; 0,1% de água; 0,8% de insaponificáveis e 10 ppm de fosfatídeos (LURGI, 2008).

Após o processo de transesterificação do óleo vegetal, o éster resultante (biodiesel) apresenta características físico-químicas similares às do diesel de origem mineral. A densidade e a viscosidade são próximas. O ponto de fulgor mais alto permite manuseio mais seguro do biodiesel. O número de cetano, um dos principais indicadores da qualidade da combustão em motores de ignição por compressão, pode ter pequenas variações, para mais ou para menos, em relação ao diesel, mineral dependendo da origem da oleaginosa. O poder calorífico é menor em função da maior quantidade de oxigênio e menor quantidade de carbono presentes no éster metílico (CARRARETTO et al. 2004). Na Tabela 2.1 são apresentadas algumas propriedades dos óleos vegetais, seus respectivos ésteres metílicos (biodiesel) e do diesel mineral.

Um dos aspectos mais importantes do processo de transformação do óleo vegetal em éster metílico (biodiesel), através da transesterificação, é a drástica redução da viscosidade cinemática. Esta característica permite a aplicação do biodiesel sob a forma pura ou sob a forma de mistura com o diesel mineral, como combustível em motores de ignição por compressão sem modificações significativas em relação aos motores existentes. Outro fator relevante que impulsionou o uso do biodiesel foram os benefícios ambientais devido à redução das emissões de gases, quando da comparação com o diesel mineral, entre as quais, destacam-se: dióxido de carbono (CO₂), óxido de enxofre (SO_x), material particulado (MP), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC). A exceção é quanto às emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x), que apresentam um pequeno aumento.

Tabela 2.1 – Propriedades dos óleos vegetais e respectivos ésteres metílicos (biodiesel)

Óleo Vegetal (OV) / Éster Metílico (EM)	Viscosidade Cinemática (mm ² /s)	Nº de Cetano	Poder Calorífico Inferior (MJ/kg)	Ponto de Névoa (°C)	Ponto de Fluidez (°C)	Ponto de Fulgor (°C)	Densidade (kg/l)
Soja (OV)	32,6	37,9	39,6	-3,9	-12,2	254	0,914
Girassol (OV)	33,9	37,1	39,6	7,2	-15,0	274	0,916
Palma (OV)	39,6	42,0	-	31,0	-	267	0,918
Babaçu (OV)	30,3	38,0	-	20,0	-	150	0,946
Soja (EM)	4,5	45,0	33,5	1,0	-7,0	178	0,885
Girassol (EM)	4,6	49,0	33,5	1,0	-	183	0,860
Palma (EM)	5,7	62,0	33,5	13,0	-	164	0,880
Babaçu (EM)	3,6	63,0	31,8	4,0	-	127	0,875
Mistura B20	3,2	51,0	43,2	-	-16,0	128	0,859
Diesel Mineral	3,1	50,0	43,8	-	-16,0	76	0,885

Fonte: (BARNWAL e SHARMA, 2005)

A história do biodiesel teve início com a utilização de óleos vegetais como combustível em motores de combustão interna, de ignição por compressão, os denominados motores a diesel, em homenagem a seu criador, Rudolf Diesel. O primeiro motor diesel a operar com óleo vegetal, no caso, óleo de amendoim, foi apresentado numa Exposição em Paris, no ano de 1900, e operou satisfatoriamente (KNOTHE et al. 2006). A partir daí, novos testes com diversos tipos de óleos de plantas tropicais foram realizados por pesquisadores belgas, franceses, ingleses e alemães. No decorrer da década de 1920, os testes realizados já evidenciavam os problemas inerentes à utilização dos óleos vegetais nos motores a compressão (MITTELBACH e REMSCHMIDT, 2004). A alta viscosidade dos óleos vegetais provocava a atomização deficiente pelos injetores, resultando em combustão incompleta, e no funcionamento ruim dos motores. Outros problemas tais, como: a formação de depósitos nos bicos injetores, a diluição do óleo lubrificante, e o aprisionamento dos anéis dos pistões, também foram observados. Com o passar do tempo, e a grande disponibilidade de combustíveis derivados do petróleo no mercado, o interesse pelos óleos vegetais praticamente cessou até as chamadas crises do petróleo, nos anos 1970 e 1980, quando as pesquisas tomaram novo e definitivo impulso.

No Brasil, alguns programas foram instituídos com a finalidade de promover o uso do óleo vegetal como alternativa ao diesel mineral. Em 1980, a Resolução nº 7 do Conselho Nacional de Energia, instituiu o Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos - PRO-ÓLEO. Dentre outros objetivos, o Programa visava a substituição de óleo diesel por óleos vegetais em mistura de até 30%, em volume, incentivar a pesquisa tecnológica para promover a produção de óleos vegetais nas diferentes regiões do país e buscar a total substituição do óleo diesel por óleos vegetais (NAE, 2004).

Diversos estudos e experimentos relatam problemas com os motores de ignição por compressão quando operados com óleos vegetais em estado bruto, ou refinado, em longo prazo. Shahid e Jamal (2008) realizaram uma pesquisa contemplando cerca de 50 trabalhos publicados entre 1900 e 2005, envolvendo diferentes tipos de matérias primas e óleos refinados. Os experimentos realizados evidenciaram um desempenho insatisfatório dos motores, causado principalmente pela carbonização dos injetores e pelo aprisionamento dos anéis dos pistões.

Apesar dos problemas, Tyson et al. (2004) esclarecem que a utilização de óleo vegetal sob a forma pura, ou em mistura com o diesel mineral, persiste porque é difícil de identificar as falhas em curto prazo e porque os consumidores são motivados pelo caráter renovável, e pelos potenciais benefícios climáticos e econômicos.

A modificação da estrutura dos óleos vegetais através do processo de transesterificação transformando-os em ésteres metílicos ou etílicos (biodiesel) foi a solução encontrada para a minimização dos efeitos negativos do uso dos óleos vegetais como combustível em motores de ignição por compressão.

A primeira referência de um combustível baseado em éster metílico de ácidos graxos é de 1937, com a patente belga 422.877, concedida ao pesquisador G. Chavanne, da Universidade de Bruxelas, Bélgica. Naquele ano foi produzido um éster etílico a partir da transesterificação por catálise ácida de óleo de palma, que foi testado no ano seguinte como combustível em um ônibus, no percurso entre Bruxelas e Lovaina, na Bélgica (MITTELBACH e SHARMA, 2004).

No Brasil, no final da década de 1970, a Universidade Federal do Ceará, através de seu Núcleo de Fontes Não Convencionais de Energia, desenvolveu e testou um combustível constituído por uma mistura de ésteres metílicos a partir da transesterificação de óleos vegetais denominado de PRODIESEL. O produto foi patenteado em 1980 sob o número PI 8007957. Os testes continuaram no início da década seguinte, sendo produzidos cerca de 300 mil litros do PRODIESEL (PARENTE, 2003).

Em 1983, o Governo Federal instituiu o Programa de Óleos Vegetais – OVEG, cuja coordenação coube a Secretaria de Tecnologia Industrial – STI. O OVEG contou com a participação de diversos institutos de pesquisas, fabricantes de automóveis e peças, produtores de óleos vegetais e fabricantes de lubrificantes. Foram testados tanto o biodiesel puro assim como uma mistura de 70% de diesel mineral e 30% de biodiesel, e os resultados foram considerados satisfatórios (HOLANDA, 2004).

Em Outubro de 2002, o Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT lançou o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel – PROBIODIESEL. O programa tinha como objetivos o desenvolvimento das tecnologias de produção e do mercado de consumo de biocombustíveis, além do estabelecimento de uma Rede Brasileira de Biodiesel que congregasse e harmonizasse as ações de especialistas e entidades responsáveis pelo desenvolvimento desse setor da economia. O PROBIODIESEL também visava o desenvolvimento e a homologação das especificações do novo combustível, além de atestar a viabilidade e a competitividade técnica, econômica, social e ambiental, a partir de testes de laboratório, bancada e campo (LIMA, 2004).

Em Julho de 2003, foi formado através de decreto presidencial um grupo de trabalho interministerial encarregado de estudar a viabilidade de utilização de óleo vegetal – biodiesel como fonte alternativa de energia. A aprovação desse estudo de viabilidade motivou a constituição de uma comissão executiva interministerial em dezembro de 2003, com o objetivo de definir ações direcionadas à produção e ao uso do biodiesel como fonte alternativa. Em dezembro de 2004 foi oficialmente instituído o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB que é abordado de forma mais detalhada no próximo capítulo.

2.2 A cadeia de produção do biodiesel

A cadeia de produção do biodiesel baseada em matérias primas oleaginosas segue basicamente quatro etapas, uma de natureza agrícola e três industriais, conforme mostrado na Figura 2.3. Em Análises de ciclo de Vida – ACV, essa cadeia também é conhecida pela expressão "do poço ao tanque" (Well to Tank – WTT), tendo em vista que tem início no cultivo das oleaginosas e termina no tanque da usina de biodiesel.

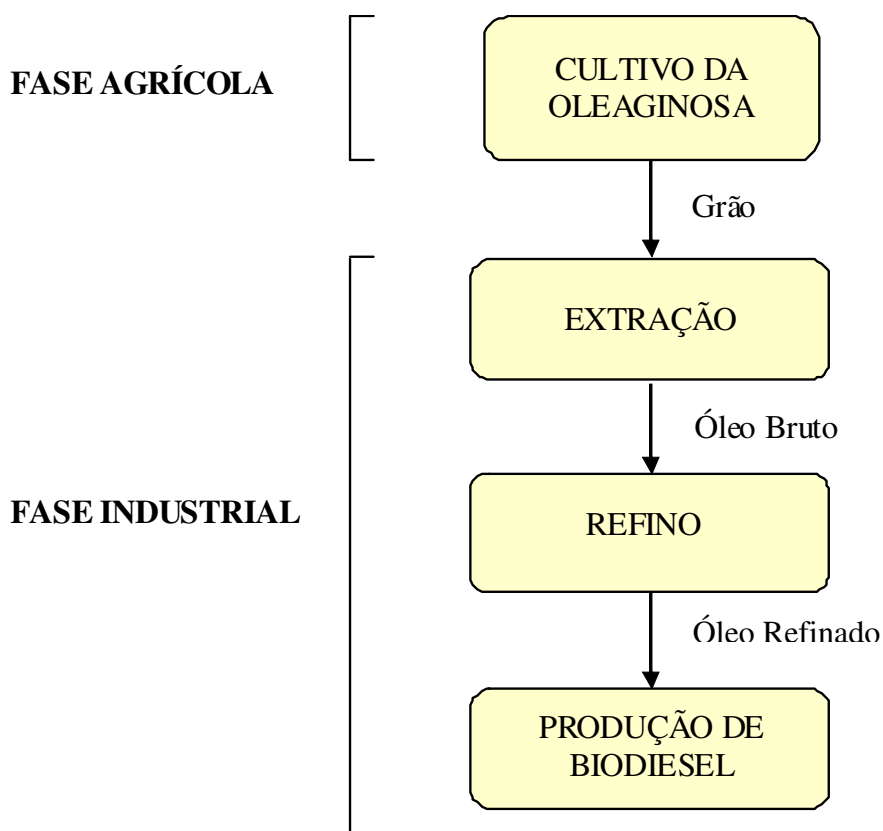


Figura 2.3 – Fluxograma da cadeia de produção do biodiesel

A primeira etapa corresponde à fase agrícola, e abrange um conjunto de ações relacionadas ao cultivo das oleaginosas em áreas rurais, resultando na produção de grãos ou frutos, tais como: soja, canola, girassol, palma, entre outros. As práticas agrícolas utilizadas dependem de diversos fatores, tais como: tipo de cultura; fatores edafo-climáticos; escala de produção; níveis tecnológicos aplicados; aspectos sócio-econômicos regionais, entre outros. Esta etapa é uma das mais importantes da cadeia de produção, por ser responsável pela maior parcela do custo do biodiesel e por contabilizar, potencialmente, os maiores benefícios sócio-ambientais.

A fase industrial é composta por três etapas, a saber: a extração do óleo vegetal; o refino do óleo bruto e a produção de biodiesel.

Na etapa de extração o óleo vegetal é retirado dos grãos ou amêndoas das oleaginosas através dos seguintes métodos de extração: mecânica, por solvente, ou mista. De acordo com Parente (2003), a seleção do método depende da capacidade de extração e do teor de óleo contido nos grãos, e recomenda-se o seguinte critério de escolha: extração mecânica para capacidades abaixo de 200 t/dia e teor de óleo acima de 35%; extração por solvente para capacidades acima de 300 t/dia e teor de óleo abaixo de 25%; e extração mista para capacidades acima de 200 t/dia e teor de óleo acima de 25%. Antes do início do processo de extração, os grãos passam por um processo de limpeza para a remoção de impurezas, tais como: areia, pedras, talos, materiais metálicos, entre outros. A limpeza é realizada por meio de peneiras vibratórias e correntes de ar produzidas em aspiradores tipo ciclone.

Geralmente, a extração mecânica é feita através de prensas rotativas contínuas tipo “expeller” nas quais os grãos são prensados pela ação de um rotor em forma de parafuso. As altas pressões e temperaturas geradas fazem com que o óleo seja expulso dos grãos e escoe por aberturas existentes no interior da prensa. O óleo é coletado externamente e enviado para um filtro prensa, no qual é filtrado. A massa sólida resultante do processo de prensagem, denominada de “torta”, é expelida para fora da prensa, é coletada e reaproveitada, geralmente como ração animal ou adubo. A extração mecânica pode ser feita a frio ou a quente, e, neste último caso, os grãos são pré-aquecidos antes de serem prensados.

A extração por solvente utiliza o princípio da dissolução para remoção do óleo vegetal. Inicialmente se faz a remoção das cascas, ou descortificação. Em seguida, as amêndoas são moídas através de moinhos de facas, ou martelo, e laminadas por meio de cilindros laminadores. Os grãos triturados e laminados são cozidos e seguem para a extração com solvente. O cozimento serve para tornar as membranas celulares mais permeáveis, reduzir a viscosidade e a tensão superficial do óleo. No extrator de óleo os grãos laminados são conduzidos continuamente através de um leito e lavados por um fluxo cruzado de solvente, geralmente o hexano. Após várias etapas de lavagem, a miscela (solvente + óleo) passa por um processo de destilação para separar o solvente do óleo. O solvente retorna novamente para o extrator. A massa sólida

resultante do processo de extração, denominada de farelo, segue para a etapa de dessolventização, na qual o excesso de solvente é removido.

A extração mista é uma combinação da extração mecânica com a extração por solvente, ou seja, os grãos são prensados em prensas tipo “expeller” produzindo óleo bruto e torta. A torta, ainda rica em óleo, passa por um processo de extração por solvente, no qual é recuperada boa parte do óleo residente na torta.

A etapa posterior ao processo de extração é o refino do óleo bruto. Nesta fase, conhecida também como pré-tratamento, são removidas as impurezas e os contaminantes, tais como: gomas (fosfatídeos), ácidos graxos livres, corantes, ceras e água, que interferem no processo transesterificação do óleo vegetal durante a produção do biodiesel. Os processos mais usuais envolvidos no pré-tratamento são: a degomagem; a desacidificação; o branqueamento; a desodorização; a winterização; e a desidratação.

A degomagem tem como objetivo a remoção dos fosfatídeos (gomas). De uma forma geral, os fosfatídeos hidratáveis são removidos através da adição de água ao óleo. A mistura é mantida sob agitação numa temperatura entre 60 a 90°, o que faz com que as gomas se precipitem e possam ser removidas posteriormente, por decantação ou centrifugação.

No processo de desacidificação, os ácidos graxos livres são removidos do óleo pelos métodos de neutralização ou destilação. O método mais utilizado é a neutralização alcalina, no qual NaOH ou KOH é adicionado ao óleo e a mistura é mantida sob agitação. Em seguida o óleo é lavado e centrifugado para a remoção dos sabões formados.

O branqueamento é responsável pela remoção de pigmentos, corantes e substâncias residuais, tais como: sabões e gomas. Estas impurezas são removidas através do processo de adsorção, por meio de terras diatomáceas, sílica gel, ou carvão ativado. A desodorização do óleo é feita por meio de destilação a vapor.

A winterização consiste na retirada das ceras do óleo. O óleo é submetido a um resfriamento lento, de forma a possibilitar a cristalização e formação das ceras, seguido por um processo de filtração ou centrifugação.

Já a desidratação é realizada com o objetivo de remover o excesso de água, em processo de destilação a vácuo, ou passando uma corrente de nitrogênio através do óleo vegetal (MITTELBACH e REMSCHMIDT, 2004).

A terceira e última etapa é a produção de biodiesel propriamente dita. As tecnologias utilizadas vêm sendo desenvolvidas desde a inauguração da primeira planta industrial de biodiesel, em 1991, na Áustria (MITTELBACH e REMSCHMIDT, 2004). O processo de transesterificação a partir da rota metálica se consolidou como padrão tecnológico industrial para a produção de biodiesel. Na Figura 2.4 é apresentado um fluxograma típico de produção de biodiesel a partir de óleo vegetal. Na primeira fase, o álcool (metanol ou etanol), e o catalisador (NaOH ou KOH) são misturados ao óleo vegetal, num reator, no qual ocorre o processo de transesterificação. Após completada a reação, a separação entre as fases glicerol e éster é realizada por decantação ou centrifugação. Em seguida, os ésteres produzidos passam por processo de neutralização, no qual ácido é adicionado com o objetivo de neutralizar os resíduos de catalisadores, assim como quebrar os sabões formados. Depois, o álcool é recuperado da corrente éster, que segue para uma lavagem aquosa para remoção dos sais formados. Em seguida, o éster é secado, encerrando assim a purificação do biodiesel. Após o processo de separação do éster, a corrente de glicerina composta por glicerol, ácidos graxos, álcool, sabões e catalisador, passa por um processo de neutralização e de decomposição de sabões através da reação com ácido fosfórico ou sulfúrico. O ácido decompõe os sabões, transformando-os em ácidos graxo livres (AGL). Os ácidos graxos livres são separados e reaproveitados (esterificados). Em seguida, o metanol é recuperado, podendo ser secado e reaproveitado no processo. A glicerina bruta produzida pode ser purificada (destilação) e utilizada em diversos segmentos, tais como: as indústrias de cosméticos e farmacêutica.

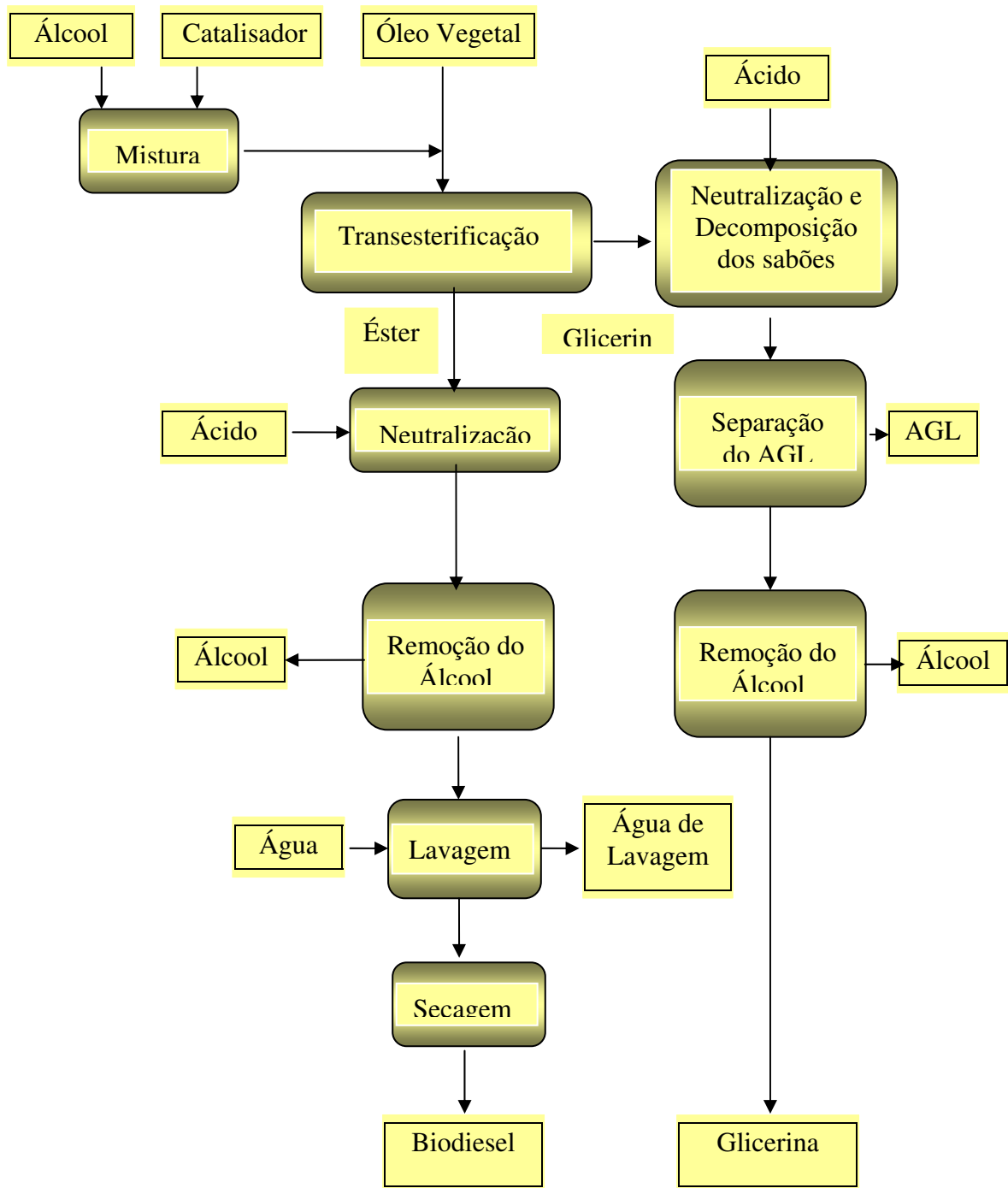


Figura 2.4 – Fluxograma típico de um sistema de produção de biodiesel

Capítulo 3 - A Produção de Biodiesel no Brasil

3.1 O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel - PNPB

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB foi lançado oficialmente em 6 de dezembro de 2004 e tem como principal objetivo a produção e o uso sustentáveis do biodiesel, com ênfase na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de empregos e renda. Trata-se de um Programa Interministerial coordenado por uma Comissão Executiva Interministerial – CEI, composta por representantes de 14 Ministérios, sob a liderança do Ministério da Casa Civil. As ações definidas pela CEI são implementadas por um Grupo Gestor, composto pelos membros da CEI, além da ANP, Petrobras, Embrapa e BNDES, sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia.

O marco legal do Programa foi estabelecido com a publicação da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que insere o biodiesel na matriz energética nacional. O Programa estabelece a obrigatoriedade da adição de um percentual de 2% e 5% de biodiesel ao óleo diesel comercializado, em qualquer parte de território nacional, a partir de 2008 e 2013, respectivamente.

Considerado o caráter social do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB, foi instituído através do decreto 5.297, de 6 de dezembro de 2005, o Selo Combustível Social com o objetivo de estimular a participação dos agricultores familiares na cadeia produtiva do biodiesel. Este instrumento confere aos produtores de biodiesel: a desoneração fiscal parcial ou total, de alguns tributos federais, o direito de participar de concorrências em leilões públicos

para compra de biodiesel, o acesso a melhores condições de financiamento junto ao BNDES e instituições financeiras, entre outros incentivos.

Em conformidade com a Instrução Normativa N° 1, de 19 de fevereiro de 2009, expedida pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, para obtenção do Selo Combustível Social os produtores de biodiesel deverão atender aos seguintes critérios:

A - Aquisição de matérias-primas provenientes de agricultores familiares, em um montante calculado sobre o custo de produção nos seguintes percentuais mínimos: 30% para as regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Semi-Árido; 10% até a safra 2009/2010 e 15% a partir da safra 2010/2011, para as regiões Norte e Centro Oeste.

B – Celebração de contratos com os agricultores familiares, ou com suas cooperativas agropecuárias, de quem as matérias-primas são adquiridas..

C – Assegurar a assistência de técnica e capacitação técnica a todos os agricultores familiares de quem adquira matérias-primas.

A Lei N° 11.326, de 24 de julho de 2006, define como agricultor familiar aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo simultaneamente aos seguintes requisitos:

- Não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
- Utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- Tenha renda familiar predominantemente de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento;
- Dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família;

O agricultor familiar incluso nos critérios do Selo Combustível Social deverá se caracterizar como beneficiário do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

– PRONAF e possuir a Declaração de Aptidão – DAP, documento que o identifica como beneficiário do PRONAF, conforme definido pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário – MDA. O Selo Combustível Social garante as seguintes vantagens ao produtor de biodiesel:

- Alíquotas de PIS/PASEP e COFINS com coeficientes de redução diferenciados conforme Tabela 3.1.
- Condições diferenciadas de financiamento junto ao Banco de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES e suas Instituições Financeiras Credenciadas, ao Banco da Amazônia (BASA), ao Banco do Nordeste (BNB), ao Banco do Brasil S/A ou outras instituições financeiras que possuam condições especiais de financiamento para projetos com Selo Combustível Social.
- Reserva nos leilões públicos para comercialização de biodiesel de 80% dos lotes para oferta exclusiva daqueles que possuam o Selo Combustível Social.

Tabela 3.1 – Incidência de PIS/PASEP e COFINS sobre os produtores de biodiesel, R\$/l de biodiesel

Modalidade do Produtor	Qualquer matéria prima / Sul, Sudeste e Centro-Oeste	Palma e Mamona / Norte, Nordeste e Semi-árido	Qualquer matéria prima / Norte, Nordeste e Semi-árido
Sem Selo	0,22	0,15	0,22, exceto mamona e palma
Com Selo	0,07	0,00	0,00

Fonte : Decreto Nº 5.297, de 06.12.2004 e Decreto Nº 6.458, de 14.05.2008

A partir da aprovação da lei que introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira, em janeiro de 2005, iniciou-se o processo de implantação do Programa do Biodiesel brasileiro propriamente dito. Durante o ano de 2005 foram instaladas as três primeiras usinas de biodiesel no Brasil. A primeira, inaugurada em 23 de março, no município de Cássia/MG, com capacidade de produção anual de 14,4 milhões de litros de biodiesel e propriedade da Soyminas. A segunda, inaugurada em 27 de abril, no município de Belém/PA, com capacidade de 10,8 milhões de litros

e propriedade da Agropalma, e a terceira, inaugurada em 4 de agosto, no município de Floriano/PI, com capacidade de 97,2 milhões de litros e propriedade da Brasil Ecodiesel.

Através da Resolução N° 3, de 23 de setembro de 2005, do CNPE, foi antecipado para o dia 1 de janeiro de 2006 o prazo para atendimento do percentual mínimo intermediário de 2% (B2), ficando a obrigatoriedade restrita ao volume de biodiesel produzido por detentores do Selo Combustível Social. Foi também instituído que as aquisições de biodiesel serão feitas através de leilões públicos. Esses dispositivos se tornaram a base da estruturação da cadeia de produção do biodiesel no país. Os cinco leilões realizados e com prazos de entregas previstos para os anos de 2006 e 2007, deram credibilidade e confiança para que diversas empresas investissem na instalação de usinas de biodiesel, proporcionando um rápido crescimento na capacidade de produção instalada. Com isso, foram garantidas as condições mínimas para o atendimento do prazo estabelecido para introdução da mistura obrigatória de 2%, que ocorreu em janeiro de 2008. A política de aquisição de biodiesel através de leilões permanece até o momento. Os resultados dos leilões realizados encontram-se resumidos na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Resultados dos leilões de biodiesel realizados pela ANP

Leilão	Data	Nº de Empresas Vencedoras	Volume Comercializado (m ³)	Preço Médio (R\$/m ³)	Prazo de Entrega
1º	23/11/05	4	70.000	1.904,84	Jan a Dez/06
2º	30/03/06	8	170.000	1.859,65	Jul/06 a Jul/07
3º	11/07/06	4	50.000	1.753,79	Jan a Dez/07
4º	12/07/06	12	550.000	1.746,48	Jan a Dez/07
5º	13/02/07	4	45.000	1.862,14	Até Dez/07
6º	13/11/07	11	304.000	1.865,60	Jan a Jun/08
7º	14/11/07	10	76.000	1.863,20	Jan a Jun/08
8º	10/04/08	17	264.000	2.691,70	Jul a Set/08
9º	11/04/08	13	66.000	2.685,23	Jul a Set/08
10º	14/08/08	20	264.000	2.604,64	Out a Dez/08
11º	15/08/08	21	66.000	2.609,70	Out a Dez/08
12º Lote 1	24/11/08	23	264.000	2.385,93	Jan a Mar/09
12º Lote 2	24/11/08	23	66.000	2.388,87	Jan a Mar/09
13º Lote 1	27/02/09	27	252.000	2.222,68	Abr a Jun/09
13º Lote 2	27/02/09	32	63.000	1.885,38	Abr a Jun/09
14º Lote 1	29/05/09	27	368.000	2.306,98	Jul a Set/09
14º Lote 2	29/05/09	32	92.000	2.316,95	Jul a Set/09

Fonte: ANP (2009)

A partir de julho de 2008 e, depois a partir de julho de 2009, os percentuais mínimos de mistura do biodiesel ao diesel mineral foram alterados pelo CNPE para 3% e 4%, respectivamente.

Atualmente, 65 usinas estão autorizadas pela ANP a produzir biodiesel no Brasil, totalizando uma capacidade de produção anual de 4,1 milhões de m³. Entretanto, apenas 43 estão autorizadas a produzir e comercializar o biodiesel e, nesta última condição, a capacidade instalada é de 3,6 milhões de m³ ao ano. Das 43 usinas, 30 são detentoras do Selo Combustível Social, conforme apresentado no Anexo 1. Considerando as usinas autorizadas a comercializar pela ANP, verifica-se que 59% da capacidade de produção de biodiesel brasileira está

concentrada nas regiões Centro Oeste e Sul, onde estão localizados os principais estados produtores de soja, que é a principal fonte de matéria prima utilizada na produção de biodiesel, conforme mostrado na Figura 3.1.

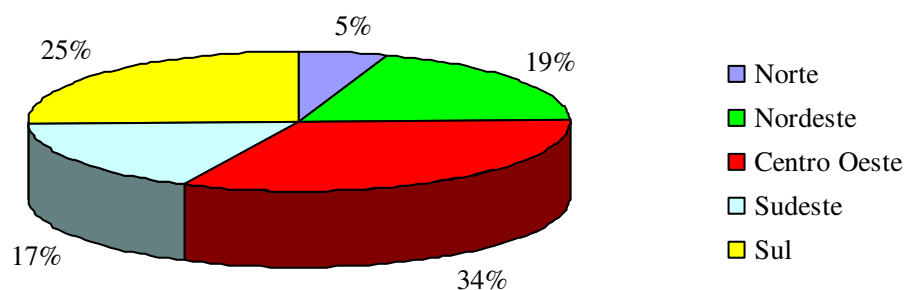


Figura 3.1 – Distribuição percentual da capacidade de produção de biodiesel comercializável por região do Brasil até julho/2009

Fonte: ANP (2009)

Atualmente, a produção de biodiesel no Brasil está vinculada ao percentual mínimo obrigatório de mistura no diesel mineral. A informação é apresentada na Tabela 3.3. No ano de 2008, foram produzidos 1.167.129 m³, o que equivale a 1.032.909 toneladas (considerada a massa específica de biodiesel de soja, 0,885 kg/l - ver Tabela 2.1), o que resulta numa fração de utilização da capacidade comercializável de 32%. Comparando estes valores com os publicados pelo European Biodiesel Board (EBB, 2008), constata-se que em relação aos países da União Européia, a produção brasileira em 2008 fica abaixo apenas da produção alemã (2.819.000 toneladas) e da francesa (1.815.000 toneladas). É importante registrar, que a produção industrial de biodiesel na Europa teve início no começo da década de 1990, e a brasileira há menos de cinco anos. Em 2008, a produção da União Européia foi de 5.755.000 toneladas, para uma capacidade instalada de 20.909.000 toneladas/ano, perfazendo uma fração de utilização de 28%.

Tabela 3.3 – Evolução da produção de biodiesel no Brasil

Período	Produção de Biodiesel (m ³)	Comercialização de Diesel (m ³)	Mistura (%)
1º Semestre 2005	69	18.856.578	0,00
2º Semestre 2005	667	20.310.576	0,00
1º Semestre 2006	14.687	18.647.791	0,08
2º Semestre 2006	54.305	20.360.606	0,27
1º Semestre 2007	128.614	19.766.661	0,65
2º Semestre 2007	275.715	21.791.518	1,27
1º Semestre 2008	460.665	21.755.111	2,12
2º Semestre 2008	706.464	23.008.841	3,07
1º Semestre 2009	656.265	20.700.959	3,00

Fonte: ANP (2009)

Considerando os aspectos de produção, o PNPB tem atingido seus objetivos com folga. Todavia, em relação aos objetivos sociais, base do Programa, existem muitas dúvidas quanto a sua efetividade, visto que poucos estudos e informações oficiais foram publicados.

3.2 O Programa do Biodiesel no Rio Grande do Norte

A estruturação da cadeia produtiva do biodiesel no estado do Rio Grande do Norte teve início em 2003, com a assinatura de um Protocolo de Intenções entre o Governo do Estado, instituições financeiras públicas, fornecedores e a PETROBRAS. O referido protocolo tinha como objetivo estabelecer ações para implementar o Programa do Agronegócio da Mamona no Estado.

A partir de 2004, diversas iniciativas governamentais e não governamentais foram tomadas, voltadas para o segmento da agricultura familiar, no sentido de incentivar a cultura da mamona no Estado, tais como: fornecimento de sementes gratuitamente, fornecimento de assistência técnica, garantia de compra da produção, entre outras. Entretanto, tais ações não foram

suficientes para motivar os pequenos produtores a dar continuidade à produção da referida cultura ao longo do tempo. Vários fatores contribuíram para isso, destacando-se: a falta de conhecimento sobre a cultura, a dependência das prefeituras para a realização dos serviços de preparo de solo, a dificuldade de conciliação da mamona com a criação de animais, as baixas produtividades alcançadas, os baixos preços praticados na época, os problemas logísticos referentes a coleta, o transporte e a venda da produção. Estes problemas geraram, junto aos pequenos produtores, um significativo descrédito em relação à cultura da mamona, o que pode ser constatado pelo declínio da produção observados nas últimas safras, conforme mostrado na Figura 3.2.

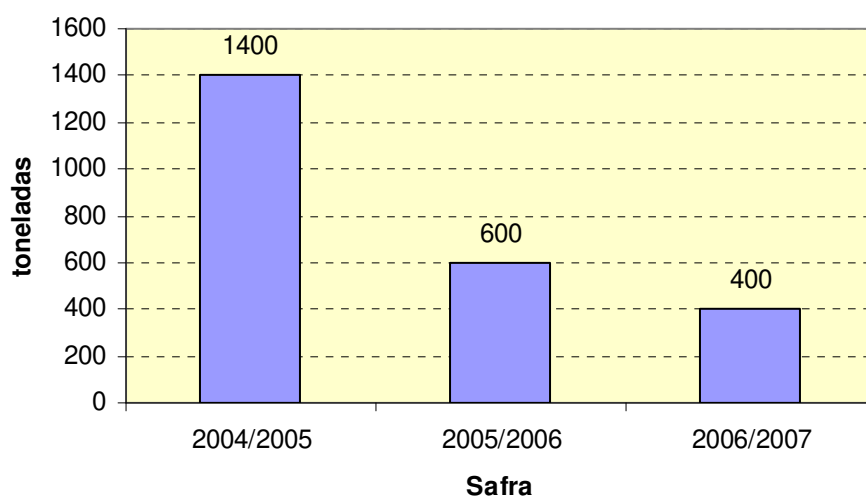


Figura 3.2 – Evolução da produção de mamona no Estado do Rio Grande do Norte

Fonte: CONAB (2009)

No final de 2006, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A – EMPARN apresentou os primeiros resultados dos ensaios realizados com a cultura do girassol no Estado. Após avaliar o comportamento produtivo de diversos cultivares de girassol, concluiu que as produtividades médias alcançadas foram superiores à média nacional e que, de acordo com as condições edafo-climáticas existentes no Estado, o girassol pode representar uma alternativa viável como matéria prima para a produção de biodiesel (LIRA et al. 2006).

Em janeiro de 2008, o Governo Estadual lançou uma nova investida para estimular a cadeia de produção do biodiesel no Estado, com a criação do Programa Estadual de Agroenergia na Agricultura Familiar. Dessa vez foi priorizada a produção das culturas do girassol e do algodão. O Programa tem como objetivo a implantação de 13 mil hectares de girassol e 15 mil hectares de algodão, em 2008, destinados à produção de biodiesel. Ainda dentro das ações do Programa Estadual de Agroenergia, foi assinado acordo em janeiro de 2009 entre o Governo do Estado e representantes do governo japonês, por meio da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA), com o objetivo de produzir sementes de girassol, mamona e outras oleaginosas no período de 2009 a 2013 (RIO GRANDE DO NORTE, 2009).

Os resultados do Programa Estadual de Agroenergia do Rio Grande do Norte ainda não foram divulgados oficialmente.

Capítulo 4 - As Culturas Oleaginosas Aplicadas à Produção de Biodiesel

4.1 As principais oleaginosas

Uma das características mais importantes do biodiesel é a sua grande versatilidade no que diz respeito aos tipos de matérias primas, tais como: óleos vegetais, gorduras animais e óleos residuais. As matérias primas típicas para produção de biodiesel são os óleos vegetais refinados e, como regra geral, a oleaginosa mais utilizada é aquela de maior disponibilidade (KNOTHE et al. 2006). Outras características relevantes das oleaginosas são: o teor de óleo e o rendimento em óleo, parâmetros que são apresentados na Tabela 4.1 para diferentes culturas.

Tabela 4.1 – Teor de óleo e rendimento em óleo das principais oleaginosas

Espécie	Teor de Óleo (%)	Rendimento em óleo (t/ha)
Palma (<i>Elaeis guineensis</i> N.)	26	3,0 a 6,0
Babaçu (<i>Attalea speciosa</i>)	66	0,4 a 0,8
Girassol (<i>Helianthus annus</i> L.)	38 a 48	0,5 a 1,5
Colza (<i>Brassica campestris</i>)	40 a 48	0,5 a 0,9
Mamona (<i>Ricinus communis</i>)	43 a 45	0,5 a 1,0
Amendoim (<i>Arachis hipogaea</i>)	40 a 50	0,6 a 0,8
Soja (<i>Glycine max</i>)	17	0,2 a 0,6

Fonte: NAE (2004)

A princípio, as oleaginosas com maior rendimento em óleo são as que têm maior vocação para a produção de biodiesel, tal como a palma. Entretanto, há exceções, a exemplo da soja, que apresenta um pequeno rendimento em óleo (0,2 a 0,6), e é uma das culturas mais utilizadas como matéria prima para tal finalidade. Na realidade, a soja é plantada em grande escala, visando principalmente o mercado de farelo, rico em proteínas, enquanto o óleo é considerado um sub-produto; a produção de biodiesel a partir do óleo de soja interessa por ser uma alternativa de diversificação da produção, além de ser um novo e rentável nincho de mercado.

Os óleos vegetais mais produzidos no âmbito mundial são oriundos das seguintes culturas: palma, soja, canola (colza) e girassol, conforme mostrado na Figura 4.1. A produção mundial de óleos vegetais em 2008/2009, totalizou 132,16 milhões de toneladas. A palma (polpa + palmiste) respondeu por 36% da produção mundial, seguido da soja, canola e girassol com percentuais de 27, 15 e 9, respectivamente (USDA, 2009).

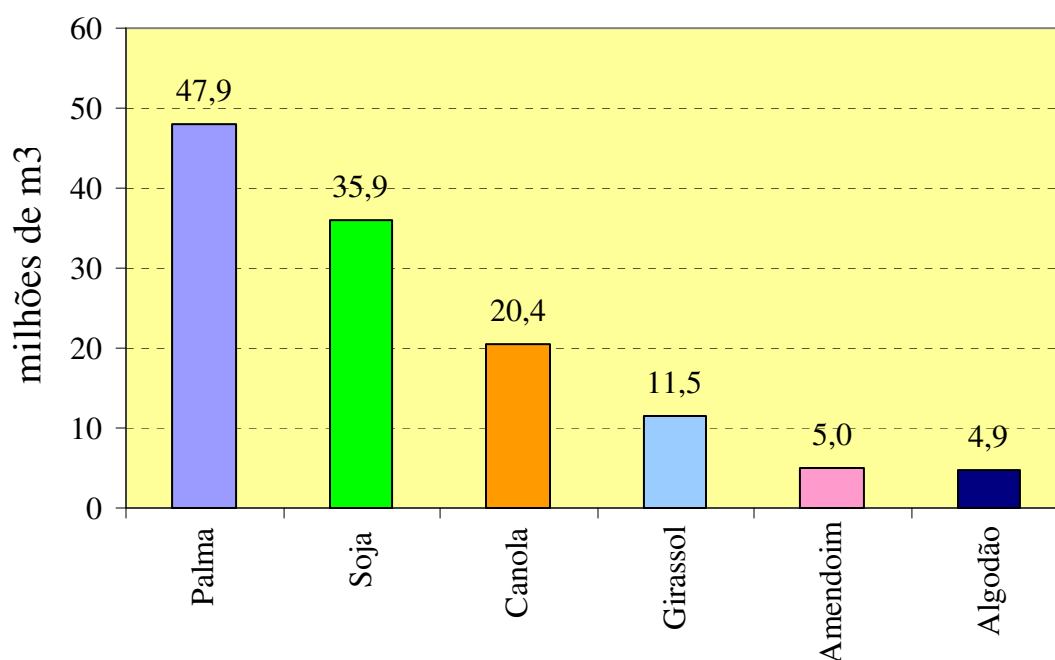


Figura 4.1 – Produção Mundial de oleaginosas na safra 2008/2009

Fonte: USDA (2009)

A produção de óleos vegetais vem crescendo continuamente ao longo dos anos. A partir da década de noventa do século passado, teve início forte aceleração de sua produção, conforme mostrado na Figura 4.2. As principais razões desse crescimento são: o aumento da demanda de óleos comestíveis, principalmente em países emergentes tais como a China e a Índia; a implementação de políticas industriais voltadas ao desenvolvimento da indústria dos biocombustíveis, e em especial o biodiesel; aumento dos preços dos óleos motivados pela alta dos preços do petróleo e pelos baixos níveis dos estoques; pelos processos especulativos envolvendo commodities agrícolas; e, por fim, as mudanças nos padrões climáticos globais (ROSILLO-CALLE; PELKMANS; WALTER, 2009).

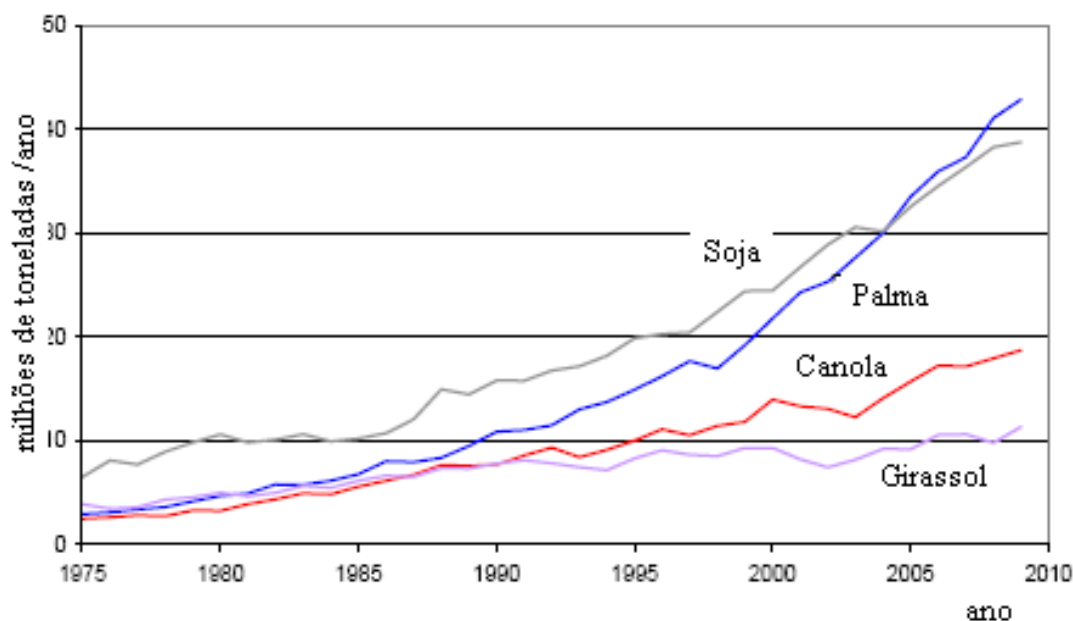


Figura 4.2 – Evolução da produção mundial de óleos vegetais

Fonte: USDA apresentado em Rosillo-Calle; Pelkmans; Walter (2009)

Os principais países produtores de óleo vegetal e suas respectivas produções estão apresentados na Tabela 4.2. As vocações agrícolas de cada país definem o tipo de oleaginosa produzida. As produções da Malásia e da Indonésia concentram-se na cultura da palma, nos

países da União Européia predominam a canola (colza) e o girassol, e nas Américas (Estados Unidos, Brasil e Argentina), o domínio é da soja.

Tabela 4.2 – Principais países produtores de óleos vegetais

País	Produção de óleo, 2008/2009 (milhões de toneladas)	Participação no mercado de óleos vegetais (%)
Indonésia	22,7	17,2
Malásia	19,9	15,0
China	15,9	12,0
União Européia	15,3	11,6
Estados Unidos	9,7	7,4
Argentina	7,9	6,0
Brasil	7,1	5,3
Índia	7,0	5,3
Outros	26,6	20,2
Total	132,1	100

Fonte: USDA (2009)

Os preços dos óleos vegetais se mantiveram uniformes até 2006, a partir de quando ocorreu um aumento vertiginoso; os preços internacionais voltaram aos patamares históricos no início de 2009, conforme mostrado na Figura 4.3. Esta situação afetou de forma significativa o mercado de mundial de alimentos, e foi atribuída, por muitos, como consequência do crescimento da indústria do biodiesel. Entretanto, com o retorno dos preços aos níveis anteriores a 2006, ficou constatado que se tratava de uma bolha especulativa das commodities agrícolas, que têm seus preços

vinculados aos preços internacionais do petróleo. Mesmo porque, a produção de biodiesel responde por uma parcela muito pequena do mercado mundial de óleos vegetais.

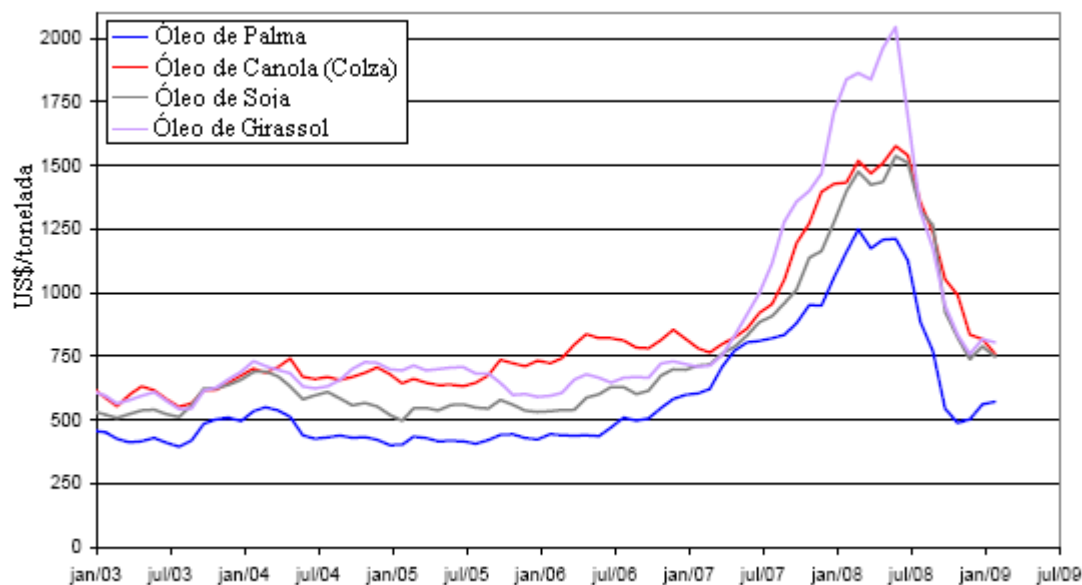


Figura 4.3 – Evolução dos preços dos principais óleos vegetais no mercado mundial

Fonte: USDA, apresentado em Rosillo-Calle; Pelkmans; Walter (2009)

A demanda futura dos óleos vegetais mais adequados a indústria do biodiesel tende a crescer. Entretanto, o crescimento pode ser limitado em função da disponibilidade de matérias primas barata e produzidas em larga escala. Outros pontos a serem observados são a origem da matéria prima (se associada a alimentos ou não) e a qualidade do óleo vegetal (ROSILLO-CALLE; PELKMANS; WALTER, 2009).

A principal matéria prima utilizada na produção do biodiesel no Brasil é a soja. O país é o segundo maior produtor mundial dessa commodity, totalizando uma produção de 59,47 milhões de toneladas de grãos na safra 2008/2009, da qual 27,58 foram exportadas (USDA, 2009). Internamente são consumidos 5,1 milhões de toneladas de óleo de soja, e exportadas 1,96 milhão de toneladas (safra 2008/2009). Considerando que a produção de biodiesel (a partir da soja) em

2008 foi de aproximadamente 1 milhão de toneladas, estima-se que 20% do consumo interno de óleo foi devido ao biodiesel. Esse consumo deverá ser aumentado em função da antecipação da nova mistura B4, mesmo porque não há outras alternativas de matéria prima a curto prazo. Ou seja, a soja continuará sendo a mais importante matéria prima para a produção do biodiesel nacional nos próximos anos.

4.2 A produção de oleaginosas no Rio Grande do Norte

O Rio Grande do Norte é um dos nove estados que compõem a região Nordeste do Brasil, possuindo uma área de 52.796,79 km² e uma população estimada de 3.013.740 habitantes (IBGE, 2007a).

Dos 167 municípios que compõem o estado, 147 estão incluídos na região semi-árida definida conforme Portaria nº 89 do Ministério da Integração Nacional, de 16 de março de 2005 que estabelece a nova delimitação do semi-árido brasileiro (ver detalhes no Anexo 2). O semi-árido corresponde a 92 % da área total do Estado conforme mostrado na Figura 4.4.



Figura 4.4 – Municípios localizados na região semi-árida do Estado do Rio Grande do Norte

Fonte: Ministério da Integração Nacional, Portaria n° 89, de 16 de março de 2005

O domínio territorial do semi-árido no Rio Grande do Norte traz graves consequências ao setor agrícola estadual. De acordo com o IBGE (2007b), a participação do estado em relação à produção total de cereais, leguminosas e oleaginosas do Brasil foi de apenas 0,1%, correspondendo ao quarto menor percentual entre os estados brasileiros. As únicas oleaginosas aplicáveis à produção de biodiesel, com registro de produção no estado, são: o algodão, a mamona e, mais recentemente o girassol.

O algodão (*Gossypium hirsutum* L.) tem como principal produto a fibra têxtil. O óleo é considerado um sub-produto, cuja disponibilidade está vinculada ao mercado de fibras (ROSCOE, 2008). O caroço do algodão apresenta um óleo constituído basicamente de ácidos graxos insaturados (oléico e linoleico) de excelentes propriedades para a produção de óleo diesel (BELTRÃO, 2008). A produção de caroço de algodão no Brasil, em 2007, foi de 2,38 milhões de toneladas (CONAB, 2009).

No Rio Grande do Norte são cultivados, tanto o algodão arbóreo, quanto o herbáceo. O primeiro, conhecido como algodão mocó, se caracteriza pelo maior porte, fibra longa, ciclo médio de vida entre 5 a 6 anos, e é plantado principalmente nas regiões do Seridó, Oeste e Caatingas do Estado. O segundo, de menor porte e de ciclo anual, é plantado predominantemente na região litorânea e no agreste. Alguns autores acreditam que o algodão mocó é nativo da região do Seridó Potiguar (SANTOS, 2001). Entretanto há divergências sobre a origem dessa espécie no Estado.

A cana de açúcar e o Algodão sempre estiveram presentes na vida econômica do Rio Grande do Norte. A partir de meados do século XIX, o algodão assumiu o posto de lavoura dominante, em função do declínio da cana de açúcar. No século XX, a cultura passou por altos e baixos, em consequência das secas, inundações e guerras mundiais. O declínio da cultura do algodão iniciou-se na década de sessenta do século passado, e as principais causas foram a precária estrutura de produção, a baixa produtividade e as oscilações dos preços no mercado internacional (SANTOS, 2001). Na década de setenta varias fábricas de beneficiamento fecharam as portas, e nos anos oitenta, com o aparecimento da praga do bicudo, a já combalida cultura do algodão no estado foi praticamente dizimada. Conforme observado na Figura 4.5, a produção de caroço de algodão nos últimos dez anos está abaixo de dez mil toneladas por ano. Conforme já comentado no item 3.2, foi instituído pelo governo estadual o Programa Estadual de Agroenergia na Agricultura Familiar, que prioriza, além do girassol, o plantio de 15 mil hectares de algodão destinados a produção de biodiesel.

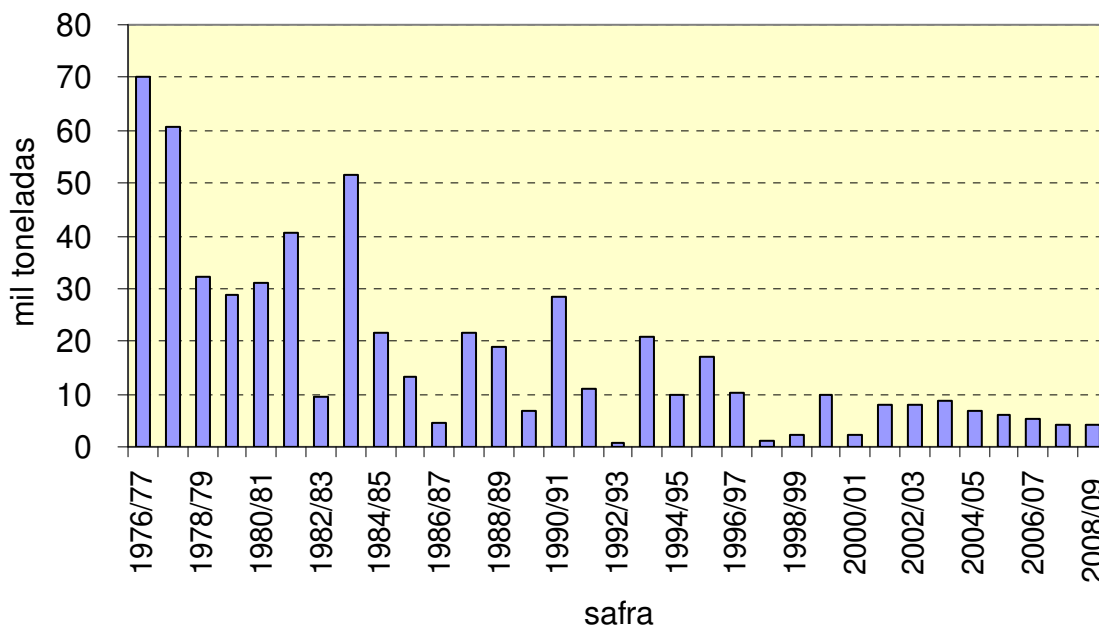


Figura 4.5 – Evolução da produção do caroço de algodão no Estado do Rio Grande do Norte

Fonte: CONAB (2009)

A mamona (*Ricinus communis L.*) é uma planta de origem afro-asiática que tem como produto principal o óleo extraído da semente, cujo maior componente é o ácido ricinoléico (MACEDO, 2004). Uma das principais características dessa cultura é a resistência a seca. No âmbito do PNPB, foi definida como cultura a receber os incentivos oficiais já comentados, desde que com produção nas regiões Norte, Nordeste e Semi-Árido. A produção brasileira de mamona em 2007 foi de 162.700 toneladas, sendo que 93% foram produzidos no Nordeste, e em especial nos estados da Bahia (74%), Piauí (8%) e Ceará (6%) (CONAB, 2009).

A evolução da produção de mamona no estado do Rio Grande do Norte é mostrada na Figura 4.6. Verifica-se que a produção é bastante irregular e inexpressiva. Um incremento é notado na safra 2004/2005, em função da implementação do Programa do Agronegócio da Mamona. Entretanto, a partir de 2006 iniciou-se um processo de declínio motivado pelos fatores já comentados no item 3.2.

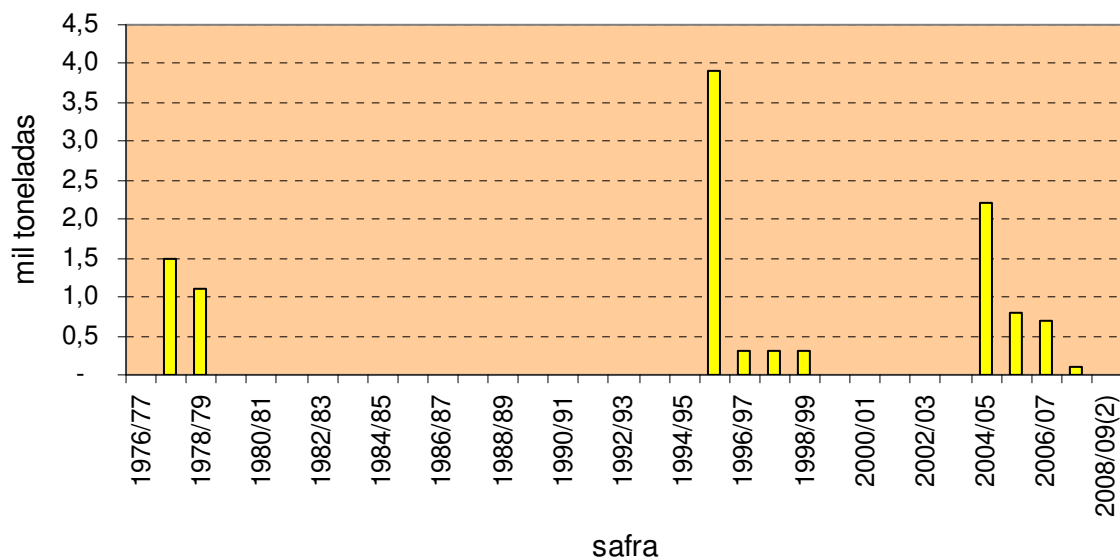


Figura 4.6 – Evolução da produção da mamona no Estado do rio Grande do Norte

Fonte: CONAB (2009)

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma oleaginosa de origem discutida, e os autores se dividem em argumentação entre Peru, México, Estados Unidos e Canadá (DALL'AGNOL; VIEIRA; LEITE, 2005). O girassol é utilizado principalmente para extração de óleo. Pode ser usado ainda na alimentação animal como silagem, na alimentação de pássaros e pode estar associado à apicultura. O girassol tem como características principais: resistência moderada a seca por possuir um sistema radicular pivotante que permite buscar nutrientes e água em profundidade; e reciclagem de nutrientes (possibilita a rotação e sucessão de culturas). A produção brasileira de girassol em 2007 foi de 106.100 toneladas, sendo que 99 % foi produzido nas regiões Centro-Oeste e Sul (CONAB, 2009).

O zoneamento agrícola de risco climático é um trabalho desenvolvido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, e que tem como objetivo indicar os municípios com maior aptidão para plantar determinada cultura. O zoneamento agrícola é elaborado a partir de modelos matemáticos e estatísticos que levam em conta fatores como: clima, solo e tipo de

planta, e serve como referência para concessão de crédito de custeio agrícola oficial e para o enquadramento no seguro rural público e privado.

O trabalho de zoneamento de risco climático das três culturas mencionadas acima (algodão, mamona e girassol) já foi elaborado para o Estado do Rio Grande do Norte e é representado na Figura 4.7. Observa-se que a região a Oeste do Estado é a indicada pelo MAPA como de maior aptidão para as culturas do algodão, mamona, e girassol. Dos quinze municípios que compõem a região do Mato Grande (litoral norte do estado), apenas quatro foram zoneados, a saber : João Câmara (girassol), Ceará Mirim (girassol e algodão), Taipu (girassol e algodão) e Touros (algodão), o que torna a situação mais difícil para os agricultores daquela região, tendo em vista as restrições de crédito e seguro oficiais.

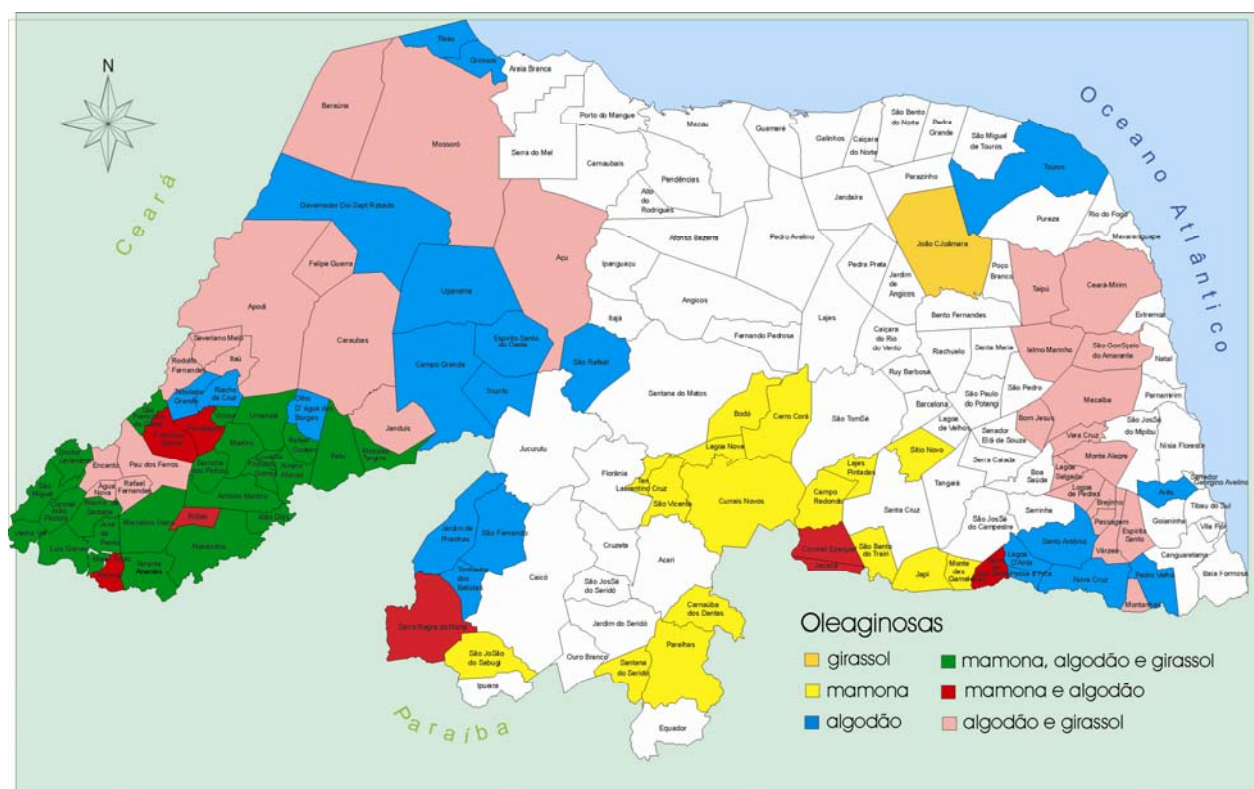


Figura 4.7 – Municípios do Rio Grande do Norte zoneados para as culturas do algodão, mamona e girassol

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2009)

Capítulo 5 - A Base Metodológica

Este trabalho foi elaborado com base na revisão da literatura e no acompanhamento de um projeto real implantado no Estado do Rio Grande do Norte, conforme detalhado no Capítulo 6. Neste projeto foram estudados três aspectos básicos que se complementam quando analisados sob uma visão sustentável, a saber: as características, práticas e motivações dos agricultores em relação ao projeto agrícola; o balanço energético; e a análise econômica do projeto agro-industrial em pequena escala.

Na primeira parte do estudo foi definido o perfil sócio-econômico do grupo de agricultores familiares participantes do projeto agrícola, a partir da identificação de suas características e práticas usuais. Foi analisada a receptividade do referido projeto, a partir da verificação do comprometimento e do nível de motivação demonstrados por este grupo de agricultores. Para tanto, foi realizada uma pesquisa baseada em entrevistas presenciais com os participantes do projeto, abordando os tópicos já mencionados.

A pesquisa tomou como base a metodologia utilizada em pesquisas quantitativas, ilustrada de forma sucinta no fluxograma apresentado no Anexo 4. Também foram consideradas algumas recomendações aplicadas às Unidades Demonstrativas do Agronegócio para a Agricultura Familiar, em especial aquelas que enfatizam que as ações de Pesquisa e Desenvolvimento com agricultores familiares devem ser iniciadas com um diagnóstico dos sistemas de produção e do território local, buscando-se traçar um perfil dos agricultores familiares: o levantamento deve ser realizado através de entrevistas qualitativas e questionários para obtenção dos dados quantitativos (SANTOS, 2000).

Na elaboração do questionário de avaliação foram considerados outros modelos já estudados e testados, tais como os utilizados no Censo Agro-Pecuário de 2006, do IBGE. O questionário de avaliação, apresentado no Anexo 5, abrange os seguintes tópicos: caracterização do perfil do produtor, do estabelecimento de produção e das práticas agrícolas utilizadas; participação do produtor e resultados do plantio de girassol; e, por fim, o grau de motivação do produtor com o projeto.

As entrevistas foram realizadas pelo autor desta tese, auxiliado por um técnico agrícola e estudante de engenharia agrônoma, treinado para este fim. As entrevistas ocorreram nos assentamentos e comunidades da região. A idéia inicial era incluir não apenas os participantes do projeto, mas também agricultores que não se sentiram motivados a participar dele. Em função da limitação de recursos humanos para a realização das entrevistas, da grande dispersão geográfica dos estabelecimentos e das dificuldades de acesso aos agricultores, a pesquisa convergiu para o seu foco principal: a população participante do projeto agrícola.

Vale destacar que neste trabalho, a caracterização do perfil do agricultor e de suas práticas tem como principal objetivo estabelecer apenas um referencial sócio-econômico, proporcionando maior compreensão dos resultados obtidos, e também auxiliar na análise crítica do modelo de gestão adotado. Logo, não é objeto deste trabalho uma análise sociológica aprofundada do segmento agrícola familiar.

A segunda parte deste estudo trata do balanço energético do projeto agro-industrial de pequena escala e se baseia na Análise de Ciclo de Vida – ACV de um produto. Esta metodologia tem sido bastante utilizada na avaliação dos impactos ambientais e na análise do uso da energia em todos os elos da cadeia de produção de um determinado produto.

De acordo com Sheehan et al. (1998), o balanço energético possibilita a quantificação das demandas totais de energia, assim como a determinação da eficiência global de produtos e processos.

A Análise de Ciclo de Vida (ACV) permite a análise dos fluxos de materiais e energéticos de um sistema produtivo, quantificando as entradas, saídas e emissões para o meio ambiente em todas as fases do processo: extração da matéria prima, fabricação, uso e disposição final do produto (TRIPP, 2008). Embora os princípios metodológicos da Análise de Ciclo de Vida (ACV) estejam definidos pela norma ISO 14040, publicada e revisada em 2006 pela International Organization for Standardization – ISO, os resultados gerados em diversos estudos de ACV, em especial os referentes aos biocombustíveis, têm gerado muitas controvérsias ocasionadas principalmente pela: diversidade de matérias primas, práticas tecnológicas utilizadas, demandas energéticas não contabilizadas e conceituação dos parâmetros de eficiência energética.

Os principais parâmetros de eficiência obtidos baseados no Inventário do Ciclo de Vida (ICV), são definidos por Sheehan et al. (1998), como a Eficiência Energética do Ciclo de Vida (EE) e a Razão de Energia Fóssil (RE), calculadas conforme descrito abaixo :

Eficiência Energética de Ciclo de Vida (EE) = (Energia do combustível produzido)/(Energia primária total)

Razão de Energia Fóssil (RE) = (Energia do combustível produzido)/(Demandas de energia fóssil)

A Eficiência Energética do Ciclo de Vida relaciona a energia do combustível produzido com a soma de todos os aportes energéticos ao longo de toda cadeia de produção. Este parâmetro indica o grau de utilização dos recursos energéticos renováveis ou fósseis na produção de um determinado combustível.

A Razão de Energia Fóssil relaciona a energia do combustível produzido com a soma de todos os aportes energéticos de origem fóssil ao longo de toda cadeia de produção. Este parâmetro é um indicador do grau de renovabilidade de um determinado combustível. Valores abaixo de 1,0 caracterizam um combustível não renovável, ou seja, se consome mais energia

fóssil em relação ao que é produzido. Valores maiores que 1,0 caracterizam a renovabilidade, ou seja, se consome menos energia fóssil em relação ao que é produzido.

O balanço energético de um produto também pode ser determinado e analisado em função de Entradas (INPUT) e Saídas (OUTPUT) energéticas, ou seja, consumidas e produzidas, respectivamente. O principal parâmetro de avaliação energética é a razão entre as Saídas e as Entradas Energéticas (Output/Input). O referido parâmetro pode ser comparado diretamente com a Eficiência Energética e a Razão de Energia Fóssil, calculados pela metodologia ACV.

A terceira e última parte deste estudo corresponde à análise econômica do projeto agro-industrial de pequena escala. Os custos e receitas foram estimados tanto da fase agrícola quanto na fase de extração do óleo vegetal, e são aqueles efetivamente realizados com base nos preços praticados na região. Com base nos resultados obtidos, foi feita a análise da rentabilidade esperada, da estrutura de custos e dos fatores que podem ser explorados para a redução dos custos de produção, e dos impactos da diversificação da produção sobre a rentabilidade da atividade.

Capítulo 6 - O Projeto Agro-industrial Familiar de Pequena Escala para a Produção de Óleo Vegetal

6.1 A contextualização do projeto agro-industrial

Dentro do contexto do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB, a PETROBRAS tem participado ativamente da estruturação da cadeia de produção do biodiesel no Estado do Rio Grande do Norte. Foram instaladas duas plantas experimentais de produção de biodiesel no município de Guamaré, com capacidade combinada de produção de 24.000 toneladas por ano, aproximadamente. A PETROBRAS também tem participação em diversos acordos com diferentes segmentos da sociedade, tais como: o Governo do Estado do Rio Grande do Norte, instituições de pesquisa e de extensão rural, cooperativas locais, entre outros, e que tiveram como objetivo o fomento da produção de culturas oleaginosas vinculada à agricultura familiar e destinada ao suprimento das plantas de biodiesel supracitadas.

Um dos acordos, firmado com a Cooperativa dos Produtores de Canudos – COPEC, contemplou a implantação de um projeto agro-industrial familiar de pequena escala para a produção de óleo de girassol na região conhecida como Território do Mato Grande. O óleo obtido é utilizado na produção de biodiesel.

A Cooperativa dos Produtores de Canudos – COPEC é uma cooperativa de produção agrícola composta atualmente por 16 agricultores familiares estabelecidos no Projeto de Assentamento de Rosário, na agrovila de Canudos, localizado a cerca de 80 km ao norte de Natal, no município de Ceará Mirim. As principais atividades da Cooperativa consistem na produção

por irrigação de fruticultura tais como: bananas, mamão e melancia, além da prática da piscicultura (criação de tilápias em sistema de viveiros), conforme mostrado na Figura 6.1.



Figura 6.1 – Tanque de criação de tilápias e plantação de mamão irrigado da COPEC

Os líderes da Cooperativa participam também de projetos voltados ao desenvolvimento da agricultura familiar na região através de uma OSCIP, Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, denominada de Agência Regional de Comercialização das Regiões do Mato Grande e Grande Natal – ARCO. Esta tem como objetivo buscar mercado para os produtos da agricultura familiar da região denominada de Território do Mato Grande.

O território do Mato Grande está localizado na região Nordeste do Estado do Rio Grande do Norte e é composto por 15 municípios abrangendo uma área de 5.732,1 km², conforme mostrado na Figura 6.2, sendo que 12 estão enquadrados como região semi-árida. Nesta região se encontram estabelecidas 7.800 famílias de agricultores familiares, sendo 5.081 em 77 Projetos de Assentamentos com um IDH de 0,61 (INCRA, 2003). No contexto da produção de biodiesel, essa região se encontra estrategicamente localizada já que lá reside um grande contingente de agricultores familiares, por apresentar baixos índices sócio-econômicos e situar-se numa área

próxima às plantas de diesel e biodiesel no Rio Grande do Norte (em Guamaré) e da cidade de Natal, capital do Estado, além de ser cortada por uma rodovia federal, a BR 406 .

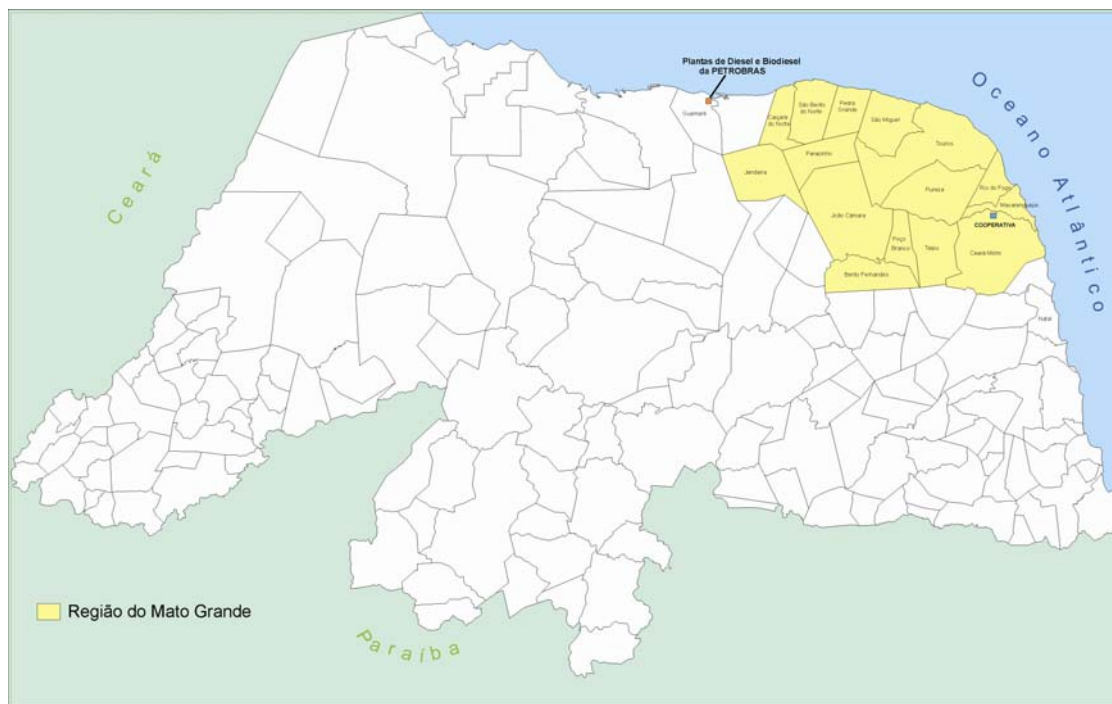


Figura 6.2 – Mapa do Rio Grande do Norte com a localização da Região do Mato Grande

O projeto agro-industrial objeto deste estudo está distribuído em duas partes: a primeira contemplando o projeto agrícola que visa a produção de grãos de girassol no semi-árido potiguar, por agricultores familiares, e a segunda contemplando o projeto industrial visando a extração a frio de óleo de girassol através de uma extratora de pequena escala. O óleo bruto e a torta resultantes do processo de prensagem a frio estão destinados a produção de biodiesel e a utilização como insumo alimentício para animais, tais como bovinos, ovinos, caprinos e peixes.

O projeto agrícola estudado foi desenvolvido em cinco municípios pertencentes à região semi-árida do Mato Grande (Touros, João Câmara, Pedra Grande, São Bento do Norte e Jandaíra), e contou com a participação de 198 estabelecimentos agrícolas familiares, distribuídos em oito Áreas de Plantio – AP, conforme mostrado na Figura 6.3. As áreas dos círculos são proporcionais às áreas plantadas.

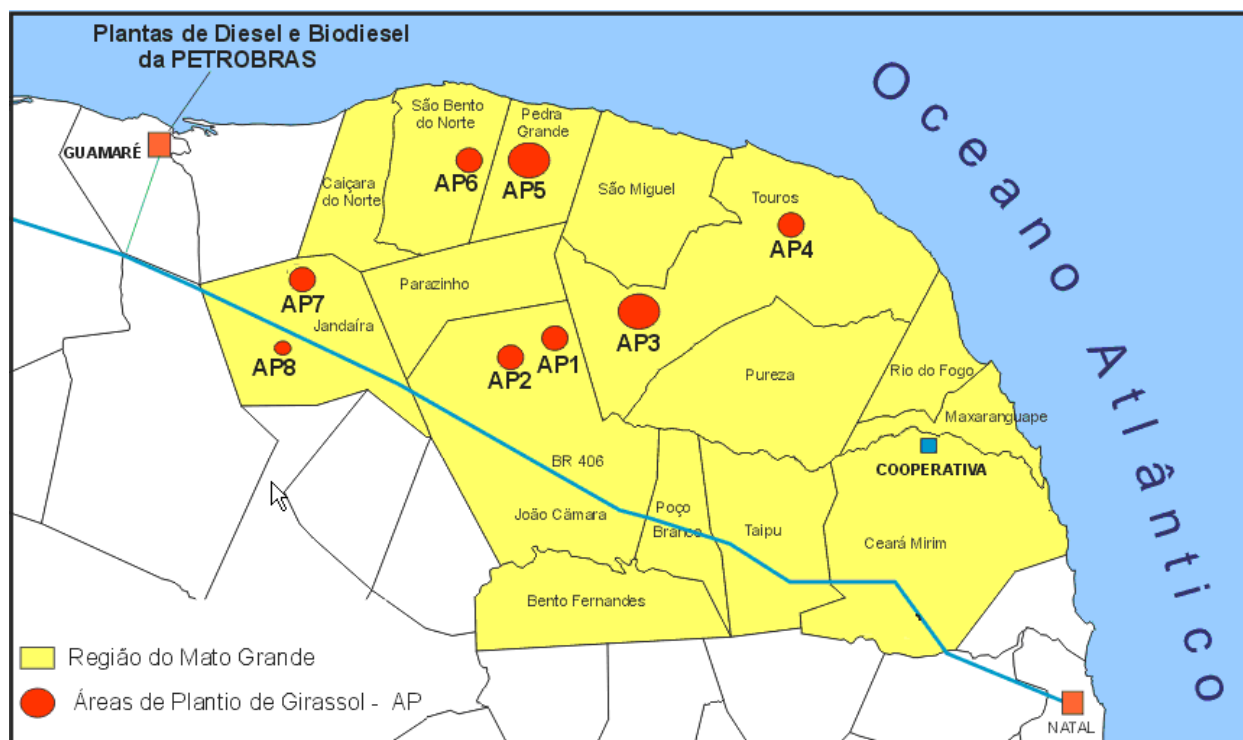


Figura 6.3 – Áreas de concentração das plantações de girassol no território do Mato Grande

A distribuição do número de estabelecimentos por área de plantio e respectivo município é apresentada na tabela 6.1. A participação no projeto agrícola foi voluntária e sem qualquer restrição de qualquer ordem (solo, clima, etc). Vale destacar que a maior participação do grupo AP3 pode ser explicada pela maior concentração de assentamentos existentes naquela região.

O ciclo de produção descrito neste trabalho teve início no final de 2007 e foi executado pela Cooperativa de acordo com as seguintes etapas:

- 1 – Divulgação da cultura do girassol e das condições do projeto nos Assentamentos e Comunidades Rurais na Região do Mato Grande através de palestras e seminários;
- 2 – Cadastramento dos agricultores familiares interessados em participar do projeto;
- 3 – Coleta de amostras do solo;
- 4 - Preparo do solo, adubação, plantio, tratos culturais e colheita do girassol;

5 – Transporte e armazenamento dos grãos. Os grãos foram armazenados na cidade de Ceará Mirim que está localizada a 20 km da sede da Cooperativa. Para isto foram utilizados galpões adaptados e de pequena capacidade uma vez que não existem na região armazéns apropriados disponíveis.

Tabela 6.1 – Distribuição dos participantes por área de plantio e município

Área de Plantio	Nº de Estabelecimentos	Município
AP1	5	João Câmara
AP2	7	João Câmara
AP3	88	Touros
AP4	43	Touros
AP5	22	Pedra Grande
AP6	15	São Bento do Norte
AP7	6	Jandaíra
AP8	12	Jandaíra

Fonte: Elaboração própria

6.2 O modelo de gestão adotado

O sistema de produção agro-industrial implantado seguiu um modelo de gestão cooperativista no qual a Cooperativa de produção agrícola atua como gestora de toda atividade produtiva agro-industrial, agindo como elo de ligação entre o produtor de biodiesel e os agricultores familiares, além de interagir dinamicamente com os outros participantes do ciclo produtivo, conforme representado na Figura 6.4. No projeto, o principal objetivo da Cooperativa é fortalecer as relações entre o produtor de biodiesel e os agricultores familiares, auxiliando-os na formação e na consolidação da cadeia produtiva do óleo vegetal voltado para a produção de biodiesel.



Figura 6.4 – Modelo de gestão do projeto agro-industrial cooperativista

Fonte: Elaboração própria

Diversos fatores contribuíram na conformação e aplicação do referido modelo na região na qual foi implantado o projeto, entre os quais destacam-se:

1 – As dificuldades apresentadas pelo modelo anterior, aplicado ao projeto de plantio da mamona no Estado do Rio Grande do Norte, iniciado no final de 2003, no qual os agricultores atuavam de forma individualizada e segundo práticas tradicionais caracterizadas pela baixa utilização de recursos tecnológicos e carência de assistência técnica. O distanciamento entre os agricultores e o produtor de biodiesel também evidenciou problemas principalmente em relação à aquisição e escoamento da produção. Este modelo resultou em baixa produtividade e desmotivação dos agricultores em relação à cultura da mamona.

2 – Existência na região de uma cooperativa de agricultores familiares, minimamente organizada e com histórico de sucesso em sistemas agrícolas de maior complexidade, tais como o cultivo por irrigação e prática da piscicultura.

3 - Destacada liderança e conhecimento sócio-econômico do segmento agrícola familiar da região do Mato Grande, por parte dos líderes da Cooperativa.

4 – Disponibilidade de requisitos tecnológicos mínimos necessários ao pleno desenvolvimento e viabilidade da cultura do girassol (i.e., nível mínimo de mecanização para o plantio).

5 – Possível agregação de valor aos produtos gerados pelos agricultores familiares através da comercialização do óleo vegetal e da torta em detrimento da produção e da comercialização apenas dos grãos.

A partir deste modelo de gestão foram estabelecidos os aspectos operacionais do projeto agro-industrial aqui analisado. As atribuições dos principais atores são descritas a seguir:

Cooperativa – responsável pela gestão e execução do projeto agro-industrial, com destaque às seguintes atividades: elaboração do planejamento de plantio do girassol; fornecimento de assistência técnica; disponibilização de insumos (sementes, adubos e defensivos agrícolas); disponibilização de serviços agrícolas, tais como: preparo do solo (aração e nivelamento), plantio e adubação de fundação, colheita mecanizada conforme arranjo produtivo definido junto ao agricultor familiar; coleta e transporte da produção; limpeza e armazenamento dos grãos; extração do óleo bruto; transporte do óleo bruto para as instalações do produtor de biodiesel; e a celebração de contratos individuais com os agricultores familiares garantindo a exclusividade do fornecimento da produção.

Agricultor familiar – responsável pela disponibilização e limpeza da área de plantio; aplicação de defensivos (formicida e inseticida); adubação de cobertura e colheita manual.

Produtor de biodiesel – responsável pela garantia da compra da matéria prima sob a forma de grãos de oleaginosas, ou óleo bruto produzido, e pela disponibilização de assistência técnica ao produtor rural através da cooperativa. Estas atribuições são requisitos necessários para obtenção do Selo Combustível Social. Outras atribuições, tais como: fornecimento de sementes,

disponibilização de serviços de coleta e transporte da produção, estão vinculadas às estratégias operacionais de cada projeto e dependem da realidade de cada região.

Os principais fatores motivadores, oferecidos aos agricultores familiares para adesão ao projeto de cultivo e desenvolvimento da cultura do girassol, foram os seguintes:

- a) Fornecimento de insumos (sementes, adubos e defensivos) e serviços agrícolas (preparo do solo, plantio e colheita mecanizada) pela cooperativa, com ressarcimento após a colheita sob as formas de grãos e óleo bruto produzidos e no montante baseado na produtividade alcançada.
- b) Fornecimento de assistência técnica, conforme exigido pelo PNPB.
- c) Garantia da compra, pelo produtor de biodiesel, de toda a produção, seja na forma de grãos seja na forma de óleo bruto.

Na Figura 6.5 é mostrado de forma simplificada o mecanismo operacional aplicado ao projeto agro-industrial familiar de pequena escala. Um dos aspectos de maior relevância, e também de maior complexidade do referido modelo, diz respeito a disponibilização dos recursos financeiros para custear todo ciclo produtivo agro-industrial. No caso da região Nordeste, a maior parte das cooperativas e associações familiares é de pequeno porte e de capital limitado para comportar os níveis de investimentos requeridos. Muitas delas se encontram sem acesso ao crédito nas instituições bancárias, seja pelos requisitos e garantias exigidos pelos bancos, seja pela existência de inadimplências passadas. Esta situação requer uma reflexão e uma avaliação criteriosa por parte de todos os participantes do Programa do Biodiesel na busca de uma partição dos riscos que viabilize o referido modelo.

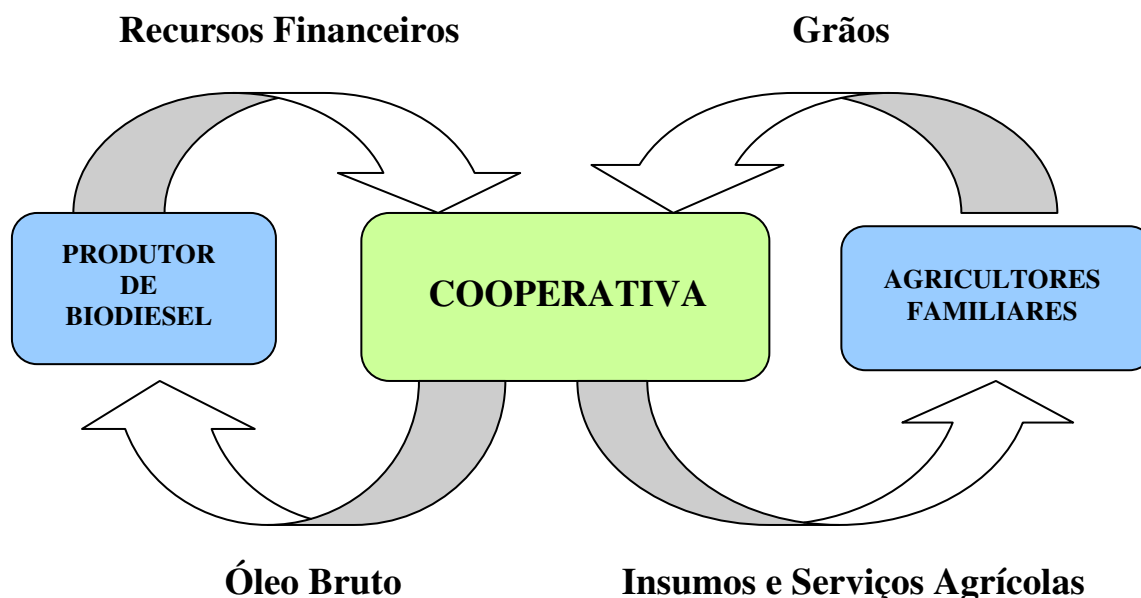


Figura 6.5 – Esquema do mecanismo operacional do projeto agro-industrial estudado

Fonte: Elaboração própria

6.3 Os arranjos operacionais estudados na etapa de cultivo do girassol

Os arranjos operacionais estudados foram definidos em função das responsabilidades acordadas entre a cooperativa e os agricultores familiares, do nível tecnológico disponível e das operações agrícolas consideradas necessárias. Dois arranjos operacionais foram avaliados, conforme as características descritas abaixo :

Arranjo 1, que foi empregado em pequenas áreas (menores que 5 hectares), com utilização de tratores e implementos de pequeno porte (85 CV), mais comuns nas associações de assentamentos e comunidades da região. A operação de limpeza foi executada predominantemente com capinadeira de tração animal, conforme mostrado na Figura 6.6, e a colheita realizada manualmente com a separação dos grãos feita por meio de descaroçadeira mecânica de pequeno porte acionada por trator, conforme mostrado na Figura 6.7. As operações, responsáveis e tecnologias empregadas são apresentadas na Tabela 6.2.



Figura 6.6 – Operação de limpeza do girassol com capinadeira de tração animal



Figura 6.7 - Operação de descaroçamento mecânico de girassol

Tabela 6.2 – Detalhamento das operações do Arranjo Operacional 1

OPERAÇÃO	TECNOLOGIA UTILIZADA	RESPONSÁVEL
Aração	Trator + Grade Aradora	Cooperativa
Nivelamento	Trator + Grade Niveladora	Cooperativa
Adubação de fundação + plântio	Trator + Plantadeira Adubadeira	Cooperativa
Tratos Culturais (limpas)	Tração Animal + Capinadeira	Agricultor
Adubação de cobertura	Manual	Agricultor
Colheita	Manual + Descaroçadeiras acionada por trator	Agricultor
Aplicação de inseticida	Manual + Pulverizador costal	Agricultor

Fonte: elaboração própria

Arranjo 2, que foi empregado em áreas maiores (acima de 5 hectares), com utilização de tratores e implementos de médio porte (140 HP) com serviço terceirizado. No caso, as operações são predominantemente mecanizadas. A colheita foi realizada com colheitadeiras mecânicas, conforme mostrado na Figura 6.8. As operações, responsáveis e tecnologias empregadas são apresentadas na Tabela 6.3.



Figura 6.8 – Operação de colheita com colheitadeira mecânica de grande porte

Tabela 6.3 – Detalhamento das operações do Arranjo Operacional 2

OPERAÇÃO	TECNOLOGIA UTILIZADA	RESPONSÁVEL
Aração	Trator + Grade Aradora	Cooperativa
Nivelamento	Trator + Grade Niveladora	Cooperativa
Adubação de fundação + plantio	Trator + Plantadeira Adubadeira	Cooperativa
Tratos Culturais (limpas) e adubagem de cobertura	Trator + Cultivador Adubador	Cooperativa
Colheita	Colheitadeira mecânica	Cooperativa
Aplicação de inseticida	Trator + Pulverizador	Cooperativa

Fonte: elaboração própria

6.4 O sistema de extração de óleo de pequena escala

O sistema de extração do óleo utilizado, de pequena escala, é composto pelos seguintes componentes: um elevador de canecas para alimentação do descascador e da peneira vibratória, um descascador, uma peneira vibratória de limpeza, um elevador de canecas para alimentação da prensa, uma prensa de extração a frio e um filtro prensa. Esses componentes estão mostrados na Figura 6.9.

O funcionamento do sistema de extração segue as seguintes etapas: os grãos são despejados na moega de alimentação do elevador de canecas que os transportam até o descascador. Depois os grãos seguem para uma peneira vibratória na qual as impurezas (areia, partes da planta, pedras) são removidas. Os grãos limpos caem na moega de alimentação do elevador da prensa e são transportados até uma prensa continua, tipo expeller, que executa a operação de prensagem. O óleo é coletado num tanque e é bombeado para um filtro prensa na qual é removida a borra (finos). O óleo filtrado é bombeado para um tanque de armazenamento e depois transportado para a usina de biodiesel. A torta produzida é ensacada e posteriormente utilizada como ração animal.



Figura 6.9 – Sistema de extração de óleo a frio utilizado

Um dos questionamentos mais usuais em relação às prensas mecânicas de pequeno porte diz respeito a capacidade de extração do óleo ou de torta. Kallivroussis; Natsis; Papadakis (2002) utilizam como regra típica um rendimento de extração de 80% do teor de óleo contido no grão. A CATI (2003) indica que neste tipo de equipamento pode-se extrair em média 1/3 de óleo do peso total do grão, ressaltando que o rendimento depende de vários fatores tais como: cultivar utilizada (tipo de semente), tipo de prensa e regulagem da prensa.

O sistema de extração de óleo a frio descrito no presente trabalho possui uma capacidade de prensagem de 300 kg de grãos por hora. Durante o período de operação foi observado pelos operadores da prensa variações significativas do rendimento de extração em função do lote do grão utilizado, confirmando as informações presentes na literatura sobre a forte influência das condições do grão no rendimento de extração. Uma amostra de grãos utilizada foi analisada em laboratório e apresentou uma umidade de 5,9% e um teor de óleo de 34,9%. Foram realizadas também algumas medições para avaliação do rendimento de extração de torta através de pesagem dos grãos que entravam na prensa e da torta que saía da prensa. A torta extraída correspondeu entre 68 e 72% da massa dos grãos. Assim, o óleo extraído corresponde à diferença – 28 a 32% -

mas nessa avaliação não foram descontadas a borra e as perdas. Vale ressaltar a necessidade da ratificação desses resultados através de exames laboratoriais para identificação dos teores de óleo da torta e da semente. Assim, poderá ser verificada a consistência dos resultados obtidos.

6.5 Avaliação do cultivo do girassol

O plantio do girassol teve início em março de 2008, concomitante com a chegada da quadra chuvosa local. Alguns aspectos relevantes ao cultivo do girassol estão descritos a seguir:

✓ Sementes utilizadas: Variedade Catissol 01. Foram plantadas de 3 a 4 sementes por metro linear num espaçamento de 0,7 m entre linhas.

A cultivar Catissol 01 foi desenvolvida pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, órgão da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, através do Núcleo de Produção de Sementes Ataliba Leonel. De acordo com a CATI, a cultivar Catissol 01 possui as seguintes características:

Tipo: Variedade

Ano de lançamento: 2000

Ciclo: 115 a 130 dias (grãos)

Espaçamento entre linhas: 0,70 a 0,90 m (grãos)

Aplicação de sementes: 4 a 5 kg / hectare (grãos)

Estande: 40 a 45 mil plantas/hectare

Característica da planta: 1,70 m de altura, sem ramificações, dotada de pelos ásperos

Característica da flor: tipo: capítulo, diâmetro médio: 22 cm

Características da semente: Cor preta (podem ocorrer aquênios pretos com listras cinzas ou brancas, na proporção de até 5%); peso médio de 1000 aquênios: 70 gramas

Produtividade média: 1500 a 2500 kg/hectare (grãos)

Resistência a doenças: Moderadamente susceptível a alternária e a esclerotínia

✓ Solos

Os solos das áreas de plantio do girassol na região do Mato Grande se dividem basicamente em três tipos: cambissolos, podzólicos e areias quartzosas, conforme mostrado na Figura 6.10. Os cambissolos eutróficos são solos rasos a profundos, bem drenados, desenvolvidos a partir de calcários, granitos e migmatitos, em áreas de relevo plano a fortemente ondulado. Os podzólicos vermelho-amarelo são solos medianamente profundos a profundos, fortemente a moderadamente drenados, com baixos teores de matéria orgânica. As areias quartzosas são solos hidromórficos, arenosos, desde ácidos até alcalinos, excessivamente drenados, profundos e de baixa fertilidade (IDEMA, 2002).

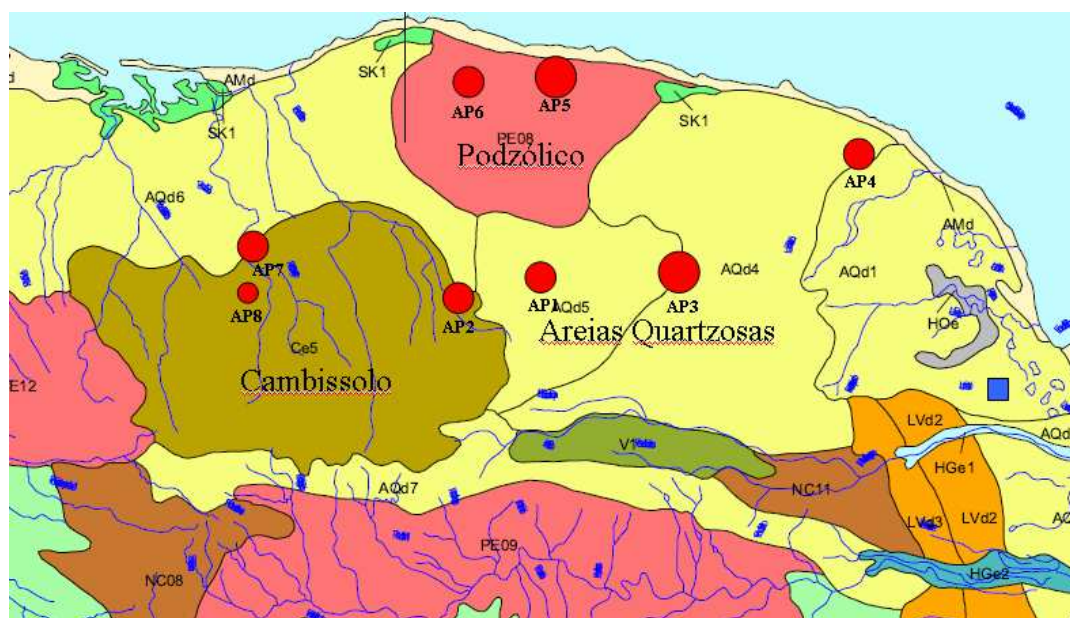


Figura 6.10 – Solos característicos na região do Mato Grande

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA

✓ Chuvras

O inverno na região do Mato Grande no período de Março a Julho de 2008, período do ciclo de plantio do girassol, teve uma intensidade pluviométrica adequada às exigências médias da cultura. De acordo com Leite; Brighenti; Castro (2005), na maioria dos casos, 400 a 500 mm de água, bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos próximos ao potencial

máximo. A figura 6.11 mostra a distribuição de chuvas ocorridas nas áreas de plantio AP1, AP2 e AP3 revelando um nível compatível com o requisitado pela cultura do girassol.

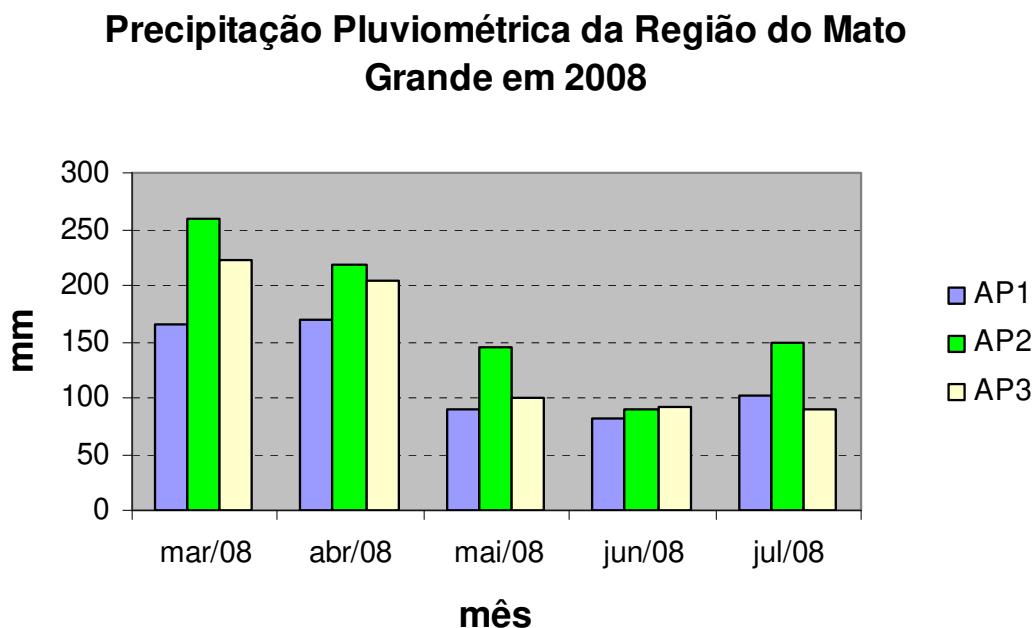


Figura 6.11 – Precipitação Pluviométrica nas Áreas de Plantio AP1, AP2 e AP3 em 2008

Os resultados gerais da produção de girassol, alcançada na safra 2008 nos cinco municípios da região do Mato Grande pesquisados, bem como o detalhamento por área de plantio, são mostrados nas Tabelas 6.4 e 6.5, respectivamente. A distribuição do número de estabelecimentos por faixa de produtividade está descrito na Figura 6.12.

A produtividade média obtida alcançada na região do Mato Grande de 463,4 kg/ha, é aparentemente baixa quando comparada às produtividades médias nacionais para a cultura do girassol nos anos 2005, 2006 e 2007, registradas pelo IBGE, conforme mostrado na Figura 6.13. Entretanto, este parâmetro não reflete o potencial de crescimento no desempenho dessa cultura ao longo do tempo, principalmente quando avaliado a luz das dificuldades enfrentadas neste primeiro ano de produção. Quando a análise considera a produtividade média do quartil superior, de aproximadamente 700 kg/ha, uma perspectiva otimista em relação a cultura do girassol no Mato Grande é evidenciada. Vale observar que as produtividades obtidas no Nordeste brasileiro

têm se mantido em patamares relativamente baixos. Na Bahia a produtividade média na safra 2005/2006 foi de 333 kg/ha, e nas demais áreas do Nordeste as produtividades médias atingiram 960 e 500 kg/ha nas safras 2005/2006 e 2006/2007, respectivamente (LEITE, CASTRO; KAZUHITO ZITO (Org.), 2008).

Tabela 6.4 – Resultados gerais da produção de girassol na região do Mato Grande

Área Plantada (ha)	1.213
Área Colhida (ha)	1.011
Área Colhida/Área Plantada	0,83
Agricultores familiares participantes	198
Agricultores com produção	147 (74 %)
Agricultores sem produção	51 (26 %)
Produção total (kg)	481.288
Produtividade média (kg/ha)	463,4

Fonte: elaboração própria

Tabela 6.5 – Resultados da produção do girassol/2008 na região do Mato Grande, por área de plantio – AP

Área de Plantio	Área Plantada (AP)	Área Colhida (AC)	Relação (AC/AP)	Produção (kg)	Produtividade (kg/ha)
	------(ha)-----				
AP1	59,0	59,0	1	14.377,0	243,7
AP2	130,8	130,8	1	79.019,0	604,1
AP3	300,0	194,6	0,65	61.027,4	313,6
AP4	194,7	117,0	0,60	71.290,6	609,3
AP5	330,2	330,2	1	162.494,7	492,1
AP6	110,3	91,9	0,83	43.179,0	469,8
AP7	60,4	60,4	1	25.889,5	428,6
AP8	27,9	17,9	1	11.589,7	415,4
Total	1.213,3	1.028,2	0,83	468.866,0	463,4

Fonte: Elaboração própria

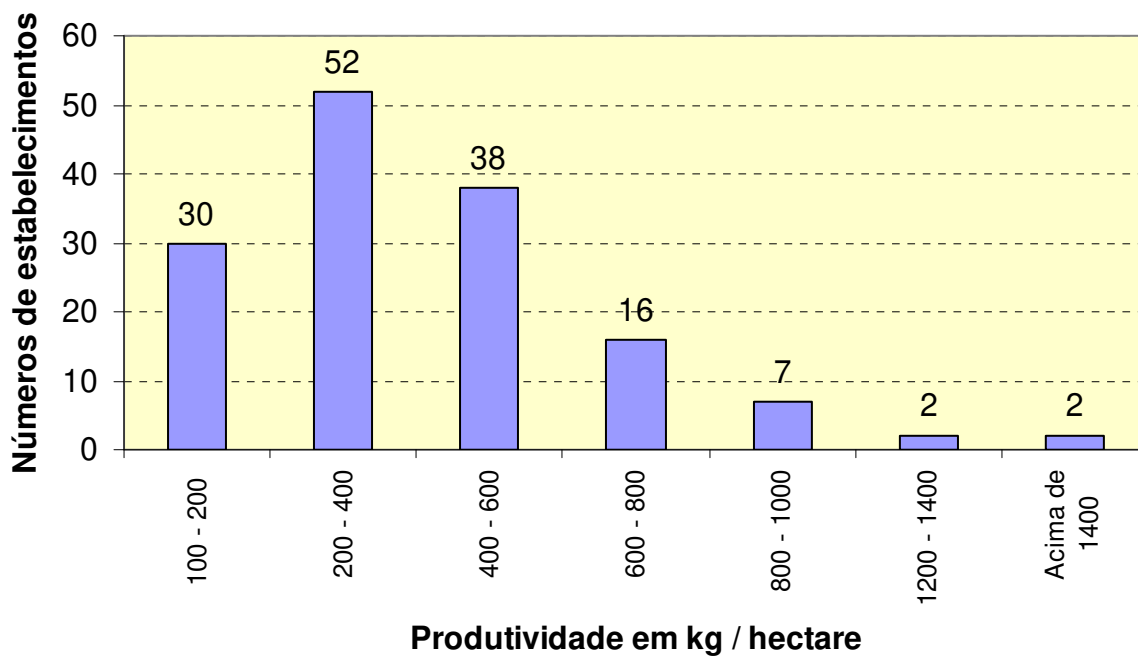


Figura 6.12 – Distribuição de produtividades por número de estabelecimentos

Fonte: Elaboração própria

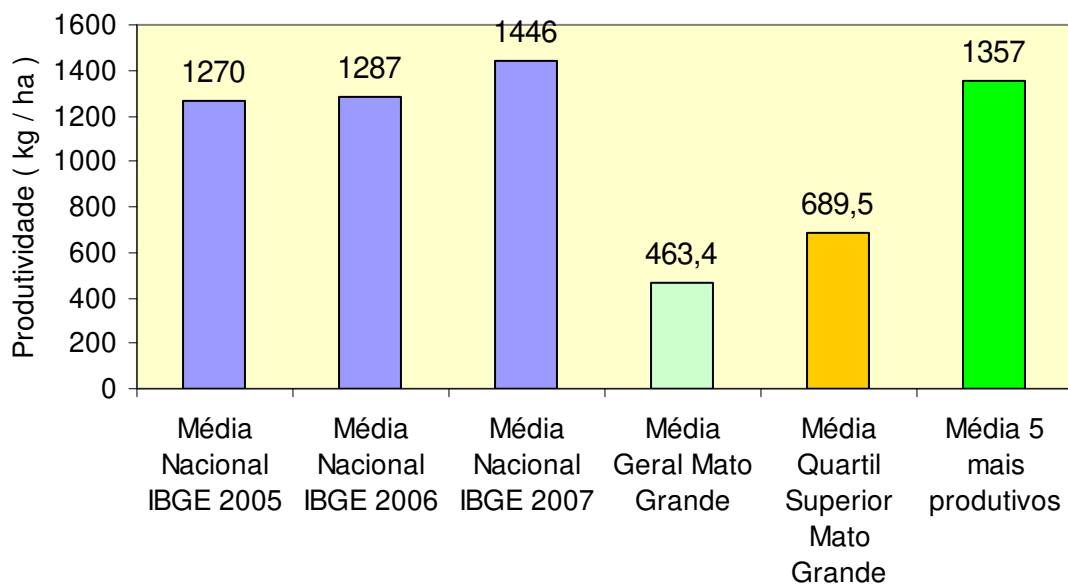


Figura 6.13 – Produtividades médias nacionais referente à cultura do girassol e às obtidas no Mato Grande

Em relação aos dados apresentados na Tabela 6.5, constata-se que as áreas de plantio AP1 e AP3 tiveram as menores produtividades: 243,7 e 313,6 kg/hectare, respectivamente. No caso da área de plantio AP1 três fatores foram determinantes para a baixa produtividade: incidência severa da doença mancha alternaria, conforme ilustrado na Figura 6.14; falta de aplicação do adubo de cobertura, no caso o nitrogênio; e colheita fora da época adequada. A mancha alternaria é uma doença provocada por fungos que causam necroses foliares e à desfolha precoce da planta. Quando atacado severamente, o girassol apresenta a maturação antecipada provocando perdas de produção e produtividade (LEITE, 2005). Na área de plantio AP3 e parte da AP4, o principal fator que determinou a baixa produtividade foi a inaptidão dos solos predominantemente arenosos, ácidos e de baixa fertilidade (areias quartzosas).



Figura 6.14 – Mancha alternaria na área de plantio AP1, 2008

A partir das observações de campo e discussões com a equipe técnica da Cooperativa, foram identificados os principais problemas durante o ciclo de produção do girassol na região do Mato Grande, e que contribuíram de forma determinante com os baixos níveis de produtividade obtidos. Devem ser destacados os seguintes problemas:

- A escassez de recursos tecnológicos disponíveis na região, especialmente colheitadeiras mecânicas. A postergação do processo de colheita provocou uma perda significativa em função do acamamento do girassol, queda do capítulo e ataque de pássaros. O Estado do Rio Grande Norte não possui base agrícola mecanizada, havendo dependência de máquinas de outros estados, tais como Ceará, Piauí e Maranhão.
- Aplicação deficiente dos fertilizantes, especialmente em relação ao nitrogênio, que deveria ter sido aplicado na adubação de cobertura.
- Falta de tratos culturais recomendados (limpeza das plantações)
- Assistência técnica deficiente em função da distribuição inadequada dos técnicos da cooperativa e da grande dispersão geográfica dos estabelecimentos.

Capítulo 7 - Características, Práticas, e Motivação dos Agricultores Familiares

A primeira parte da pesquisa referente à caracterização do perfil do agricultor familiar e de suas práticas agrícolas foi baseada em 183 entrevistas realizadas com os responsáveis pelos estabelecimentos, perfazendo 92% do total de participantes do projeto (198). Os quinze restantes não foram entrevistados porque não foram localizados pelos entrevistadores. Na caracterização foram consideradas as respostas dadas aos itens 2 a 5 do questionário de avaliação, que tratam dos seguintes assuntos: características do produtor, características do estabelecimento agrícola e sua utilização, financiamento e/ou empréstimos, e receitas do produtor.

A segunda parte da pesquisa, referente ao comprometimento e motivação dos agricultores, foi baseada em 142 entrevistas realizadas com os responsáveis pelos estabelecimentos que efetivamente colheram grãos de girassol, perfazendo um total de 97% dos produtores que obtiveram colheita (147, no total). Os cinco restantes não foram entrevistados porque não foram localizados. Nesta etapa, foram consideradas as respostas aos itens 6 e 7 do questionário de avaliação, que tratam das seguintes questões: participação do produtor, resultados do plantio, conhecimento e motivação do produtor.

Os resultados obtidos são mostrados em forma gráfica no Anexo 6. Em relação à caracterização do perfil do produtor responsável, do estabelecimento e das práticas agrícolas utilizadas, os resultados apresentados a seguir representam uma síntese:

- ✓ 73% têm idade superior a 40 anos, e apenas 7% tem idade inferior a 30 anos;
- ✓ 34% cursaram até a quarta série primária e 23% não têm instrução formal;

- ✓ 45% das famílias são compostas por cinco ou mais pessoas;
- ✓ De uma a duas pessoas da família trabalham efetivamente na atividade agrícola em 69% dos estabelecimentos, e em apenas 9% dos estabelecimentos trabalham mais de cinco pessoas da família;
- ✓ 91% dos responsáveis pelos estabelecimentos trabalham na atividade agrícola há mais de dez anos;
- ✓ 88% dos estabelecimentos possuem entre 10 e 30 hectares, sendo a média de 25 hectares;
- ✓ 94% fazem uso de tratores terceirizados para o preparo do solo;
- ✓ 80% fazem uso de capinadeira de tração animal (animal próprio);
- ✓ Menos de 1 % utilizam plantadeiras mecanizadas;
- ✓ 65% dos estabelecimentos não recebem qualquer serviço de assistência técnica;
- ✓ 80% dos estabelecimentos não fazem uso de adubo ou correção do solo;
- ✓ 81% utilizam defensivos agrícolas principalmente no combate às lagartas e formigas;
- ✓ 85% não fazem uso de irrigação;
- ✓ 73% armazenam a produção em sua própria casa;
- ✓ 97% dos entrevistados dependem de intermediários para transportar a produção;
- ✓ 81% dos estabelecimentos possuem áreas ocupadas com vegetação nativa;
- ✓ 74% não fazem uso de crédito agrícola disponibilizado pela rede bancária, sendo que 37% não o fazem por falta de pagamento do empréstimo anterior;
- ✓ 77% tem outras receitas além daquelas oriundas do exercício da atividade agrícola, sendo que 45% recebem recursos do programa federal Bolsa Família (média mensal de 95 R\$/família) e 16% recebem aposentadoria;
- ✓ A atividade agrícola tradicional baseia-se na cultura do milho (96%), do feijão (90%) e da mandioca (62%)

Baseado nos dados levantados, conclui-se que o universo familiar pesquisado abrange um grupo de agricultores com as seguintes características:

- Acesso restrito ao crédito agrícola;
- Baixa utilização de recursos tecnológicos;
- Áreas disponíveis ainda pouco aproveitadas;
- Carência de assistência técnica especializada;
- Participação limitada dos integrantes da família nas atividades agrícolas;
- Baixo nível de instrução dos responsáveis pelos estabelecimentos;
- A maioria dos responsáveis pelos estabelecimentos tem idade superior a 40 anos;
- A Produção agrícola tradicional é voltada ao auto-consumo, com dominância das culturas do milho, do feijão e da mandioca;

Uma das características predominantes no segmento agrícola familiar é a heterogeneidade sócio-econômica. De acordo com Buainain et al. (2005), a agricultura familiar brasileira é extremamente diversificada, incluindo famílias que vivem e exploram minifúndios, em condições de extrema pobreza, e produtores inseridos no moderno agronegócio. Os autores concluem pela necessidade das políticas públicas reconhecerem e levarem em consideração estas diferenças. Os agricultores familiares podem ser tipificados de diversas formas, entre as quais destacam-se: o nível de integração ao mercado, o grau de capitalização associada à renda, o uso de recursos tecnológicos e a organização coletiva. Tais tipificações resultam naturalmente numa ordenação na qual, no topo da escala, se situam aqueles: organizados coletivamente, seja em cooperativas ou qualquer outro tipo de associação, capitalizados, com a produção voltada para o mercado e uso regular de recursos tecnológicos, que neste trabalho são denominados como "auto-sustentáveis". No outro extremo da escala situam-se aqueles: caracterizados pela gestão individualizada, descapitalizados, sem acesso ao crédito e às tecnologias de produção, voltados para o auto-consumo, e dependentes de programas de transferência de renda (ex: Bolsa Família) ou de programas sociais (ex: aposentadoria), aqui denominados de "carentes". Entre os extremos encontram-se àqueles aqui denominados "em transição".

Nesta linha de raciocínio, constata-se que a maioria dos agricultores que participaram do projeto agrícola está inserida no patamar inferior da escala, ou seja, estão enquadrados no grupo

dos carentes. Uma minoria se enquadra no grupo em transição, ou seja, agricultores minimamente organizados, em estágio incipiente de capitalização e uso de recursos tecnológicos, tais como: os integrantes da COPEC e de outras associações locais.

Percebeu-se ao longo do estudo, a grande diferença de iniciativa e mobilização entre os dois grupos: enquanto os primeiros (os carentes) aguardam as coisas acontecerem, os organizados (em transição) procuram as oportunidades. Para a safra de 2008/2009, por exemplo, a COPEC já investiu na aquisição de 20 ovelhas com objetivo de agregar maior valor à torta do girassol e diversificar seus produtos. Também foram construídas mais de 200 colméias com objetivo de produzir mel.

Em relação ao comprometimento dos agricultores no contexto do projeto agrícola, os resultados mostram que 30% dos participantes não realizaram os tratos culturais necessários (limpeza da plantação) e 88% não fizeram a adubação de cobertura (aplicação de nitrogênio), conforme resultados mostrados nas Figuras 7.1 e 7.2. Em algumas áreas, principalmente nas áreas de plantio AP4 e AP8, esses resultados foram afetados pela ausência da assistência técnica, pela gestão ineficaz do processo de fornecimento do adubo de cobertura e, também, pela falta de atitude por parte dos de alguns agricultores. Percebe-se que a falta de atitude está relacionada principalmente com a inércia existência para se mudar de uma situação agrícola precária e estagnada para outra mais avançada.

Tratos culturais (limpeza da plantação)

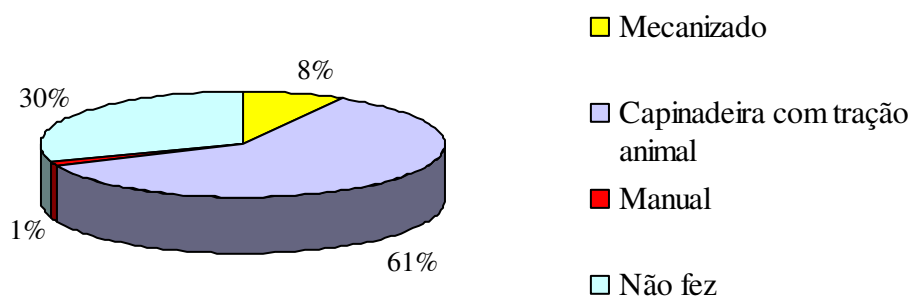


Figura 7.1 – Realização dos tratos culturais (limpeza da plantação) pelos agricultores

Adubação de cobertura

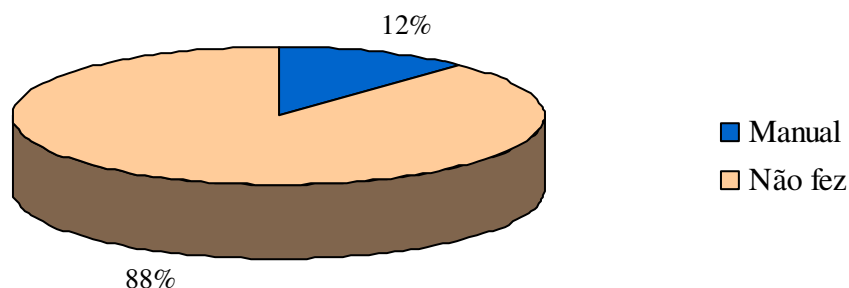


Figura 7.2 – Realização da adubação de cobertura (aplicação do nitrogênio) pelos agricultores

Com respeito ao grau de motivação dos agricultores familiares em relação ao modelo de produção implantado e à cultura do girassol, a pesquisa mostrou que: 74% dos agricultores se motivaram a participar do programa em função das condições oferecidas, ou seja, os serviços de preparo do solo, de adubação, plantio e colheita mecanizada foram custeados pelo produtor de biodiesel e ressarcidos pela produção; 61% responderam que irão plantar na próxima safra uma área igual ou maior; e 63% se mostraram satisfeitos (interpretação do autor para as opções de

conceito "Bom" e "Muito Bom") com a receita líquida proporcionada pela cultura do girassol. Os resultados são apresentados em diagramas nas Figuras 7.3, 7.4 e 7.5. Os resultados evidenciam que às condições oferecidas foram a maior motivação para adesão dos agricultores ao programa, superando, assim, um dos maiores problemas do segmento, que é a falta de recursos financeiros, ou de crédito. Vale observar que 74 % desses produtores não fazem uso, ou não dispõem de crédito agrícola, e alguns declararam de forma explícita, durante as entrevistas, que certamente não plantariam em função da falta de recursos.

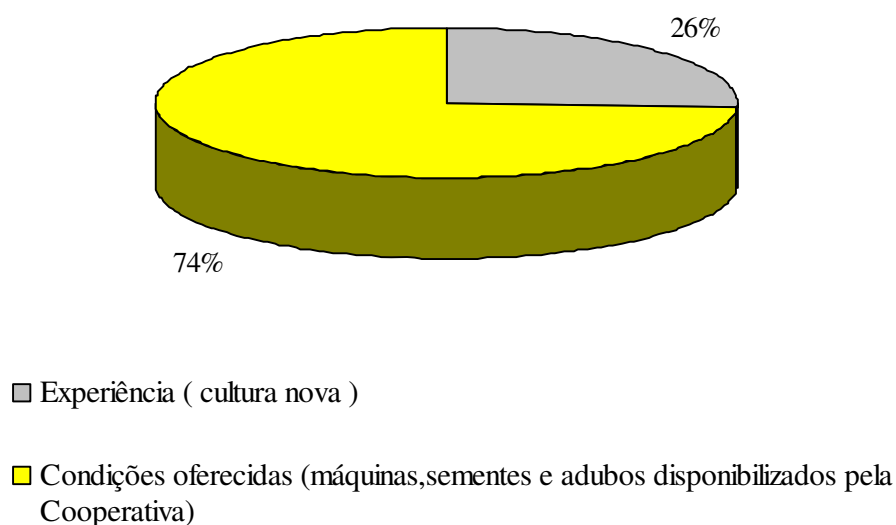


Figura 7.3 – Motivos que levaram o produtor a aderir ao projeto de plantio do girassol

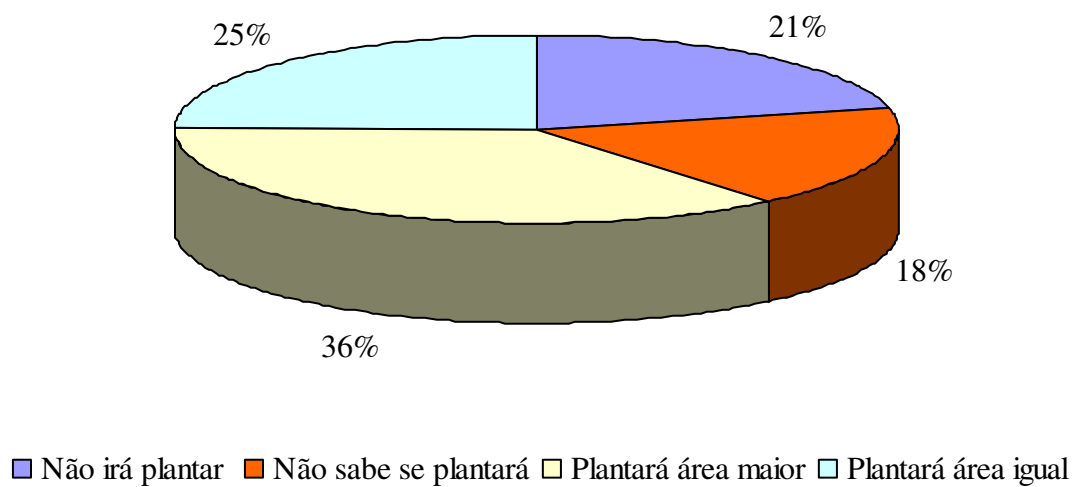


Figura 7.4 – Disposição do produtor para plantar girassol na próxima safra

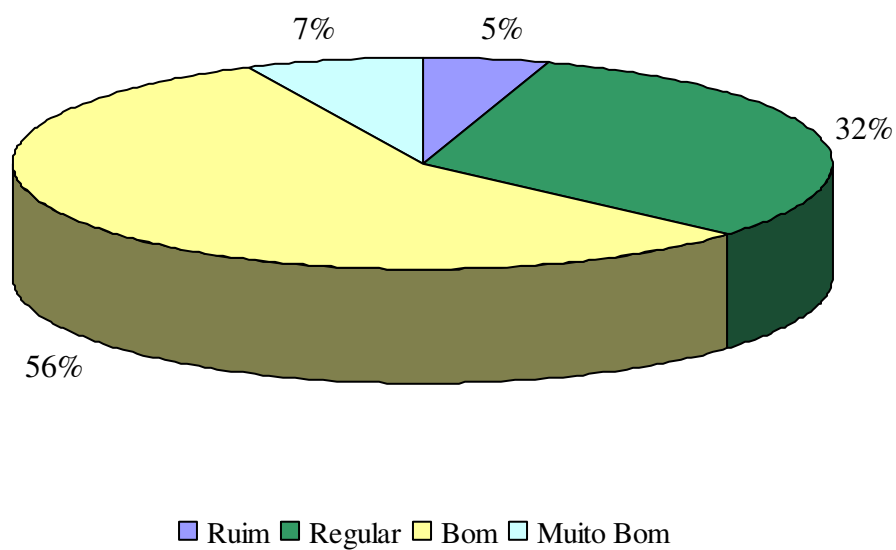


Figura 7.5 – Avaliação dos agricultores referente a receita líquida proporcionada pela cultura do girassol

A maior parte dos produtores se mostrou satisfeito com a receita líquida obtida com a cultura do girassol, assim como mostrou disposição para continuar o plantio na safra seguinte. A análise da Tabela 7.1 comprova a associação entre a disposição em continuar plantando e a receita líquida. A referida associação existe visto que há um senso lógico nos resultados, ou seja, o conceito "Fraco" referente a receita líquida obtida está associado às pessoas que não irão plantar na próxima safra, o conceito "Regular" está distribuído uniformemente em quem não irá plantar, está em dúvida e quem irá plantar numa área igual ou maior e, por último, os conceitos "Bom" e "Muito Bom" estão associadas às pessoas que irão plantar uma área igual ou maior.

Quando a mesma análise é feita baseada na média das receitas líquidas obtidas pelos respectivos grupos, conforme mostrado na Tabela 7.2, alguns resultados (em negrito) chamam a atenção. Por exemplo, o grupo dos que avaliaram a receita líquida com o conceito "Regular" e disseram que não irão plantar na próxima safra teve a maior média dentro do conjunto de entrevistados (177,5 R\$/ha; ver coluna "Regular" na Tabela 7.2). Este resultado é explicado basicamente pela insatisfação de alguns agricultores em relação à gestão do projeto nas áreas de plantio AP4, AP7 e AP8. Durante as entrevistas foi observado que naquelas áreas não houve o devido planejamento e o acompanhamento das fases do plantio foi ineficaz, gerando uma série de incertezas e insatisfações por parte dos agricultores, o que fez minar as expectativas futuras de alguns.

No caso do grupo que avaliou a receita líquida com o conceito "Muito Bom", verifica-se que a média da receita líquida do grupo disposto a plantar a mesma área (253,1 R\$/ha) é bem superior a média do grupo que irá plantar mais (teoricamente os mais motivados). Este fato é explicado por tratar-se de um grupo pequeno (apenas três estabelecimentos) no qual um dos participantes obteve uma receita bem superior aos demais, puxando a média para cima. Por último, cabe analisar o caso dos agricultores que avaliaram a receita líquida com o conceito "Bom", estão dispostos a plantar a mesma coisa na próxima safra e tiveram a menor receita líquida dentro de seu grupo (140,5 R\$/ha). Este é o caso em que predominam aqueles que, mesmo com a obtenção de uma receita líquida pouco expressiva, ficaram satisfeitos, tendo em vista que não precisaram trabalhar muito, nem desembolsar quaisquer recursos financeiros.

Tabela 7.1 – Associação da avaliação da receita líquida obtida e a disposição de plantar na próxima safra, baseado no número de estabelecimentos

Disposição para plantar na próxima safra	Conceito do produtor em relação à receita líquida obtida					
	Fraco	Regular	Bom	Muito Bom	Total	
	-----Nº-----				Nº	(%)
Não irá plantar	5	10	15	-	30	22
Não sabe se plantará	1	10	14	-	25	18
Plantará área igual	1	11	19	3	34	24
Plantará área maior	-	13	30	7	50	36
Total	(Nº)	7	44	78	10	139
	(%)	5	32	56	7	-
						100

Fonte: elaboração própria

Tabela 7.2 – Associação da média da receita líquida obtida pelos agricultores agrupados por conceito e a disposição de plantar na próxima safra. A Média (MD) e respectivo Desvio Padrão (DP) da receita líquida estão expressos em R\$/ha

Disposição para plantar na próxima safra	Conceito do produtor em relação a receita líquida							
	Fraco		Regular		Bom		Muito Bom	
	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP
	-----R\$/ha-----							
Não irá plantar	135,8	56,0	177,5	35,6	146,8	52,2		
Não sabe se plantará	97,9	-	162,4	35,8	150,9	53,7		
Plantará área igual	217,7	-	129,2	39,6	140,5	51,7	253,1	327,3
Plantará área maior	-	-	153,5	51,1	242,4	161,6	154,8	48,9

Fonte: elaboração própria

Salvo algumas exceções comentadas no parágrafo anterior, a receita líquida é um dado relevante no nível de satisfação das pessoas. No caso do projeto agrícola, isto pode ser constatado quando se analisa o conceito dado pelos agricultores em relação à média das receitas

líquidas obtidas, conforme mostrado na Figura 7.6. Contata-se o crescimento do conceito em função do aumento das médias das receitas líquidas. Vale observar que a média das receitas líquidas referentes aos conceitos "Regular" (155,3 R\$/ha) e "Bom" (185,0 R\$/ha) são de grande representatividade, tendo em vista que 88% dos entrevistados foram enquadrados nestes dois conceitos.

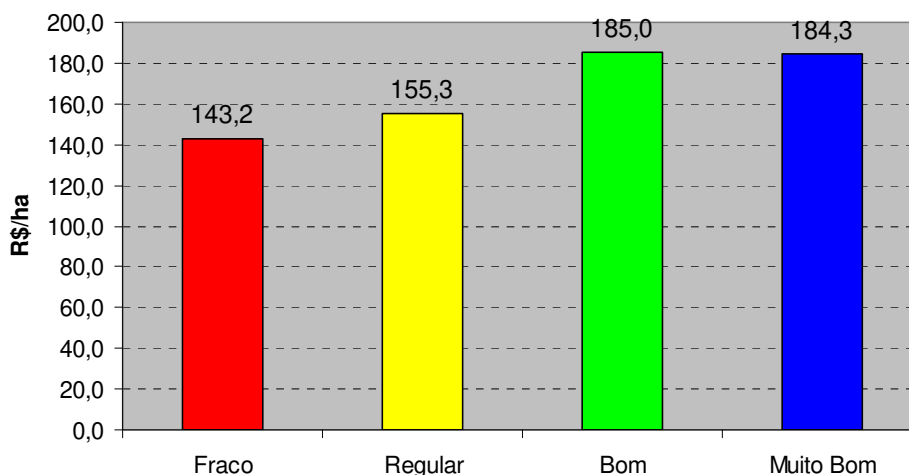


Figura 7.6 – Médias das receitas líquidas dos agricultores distribuídas por conceito obtido, safra 2007/2008

Uma análise de interesse no contexto sócio-econômico deste estudo é a avaliação das potenciais contribuições do projeto na vida dos agricultores. A partir da análise de alguns indicadores sócio-econômicos dos municípios participantes do projeto agrícola (Touros, João Câmara, Pedra Grande, São Bento do Norte e Jandaíra), verifica-se que esses indicadores estão abaixo da média do Estado do Rio Grande do Norte, conforme mostrado nas Tabelas 7.3 e 7.4. Este quadro reflete a realidade caracterizada pelo baixo desenvolvimento da região do Mato Grande

Tabela 7.3 – Principais indicadores sócio-econômicos dos cinco municípios do Mato Grande integrantes do projeto agrícola – IDH e Renda per Capita

Município	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDH		Renda per Capita	
	Índice	Ranking	R\$	Ranking
Natal	0,788	1	339,92	1
Parnamirim	0,760	2	263,01	2
Caicó	0,756	3	206,64	3
São Bento do Norte	0,643	59	81,98	98
João Câmara	0,639	66	102,79	46
Touros	0,595	142	83,11	95
Pedra Grande	0,587	153	69,5	138
Jandaíra	0,571	162	79,41	107
Venha-Ver	0,544	166	41,55	166
Média Mato Grande	0,602	-	76,13	-
Média RN	0,637	-	93,83	-

Fonte: IBGE (Censo Demográfico 2000)

Tabela 7.4 – Principais indicadores sócio-econômicos dos cinco municípios do Mato Grande integrantes do projeto agrícola – Mortalidade, Taxa de Alfabetização e Índice de Gini.

Município	Mortalidade até cinco anos de idade	Taxa de alfabetização	Índice de Gini
Natal	57,49	87,84	0,64
Parnamirim	59,90	85,90	0,60
Caicó	35,73	79,03	0,58
São Bento do Norte	74,85	68,57	0,56
João Câmara	70,68	61,57	0,62
Touros	103,76	61,44	0,61
Pedra Grande	101,49	58,60	0,57
Jandaíra	103,55	54,22	0,55
Venha-Ver	114,87	56,51	0,62
Média Mato Grande	92,84	61,93	0,57
Média RN	75,79	65,31	0,58

Fonte: IBGE (Censo Demográfico 2000)

Em 2008, o projeto agrícola proporcionou aos agricultores familiares dos cinco municípios integrantes uma receita extra de R\$ 183.583,55, devido ao cultivo do girassol. A receita adicional per capita, por município, foi calculada e, para tanto, foram consideradas as seguintes hipóteses e parâmetros: número médio de pessoas por família igual a cinco, número real de famílias que participaram do projeto em cada município e renda real proporcionada pelo projeto agrícola em cada município, distribuída uniformemente pelas famílias. Os valores obtidos dessa avaliação são apresentados na Tabela 7.5.

Tabela 7.5 – Renda per capita adicional gerada pelo projeto agrícola

Município	Renda Projeto Agrícola - 2008 (R\$/ano)	Nº de Famílias	Renda per Capita Adicional (R\$/mês)
Touros	52.093,4	79	11,0
Jandaíra	13.893,9	17	13,6
São Bento do Norte	17.403,2	12	24,2
João Câmara	34.454,4	12	47,9
Pedra Grande	65.738,83	22	49,8

Fonte: elaboração própria

Para avaliar o impacto sobre a renda das famílias participantes, foi considerada como referência a renda per capita municipal, obtida do Censo Demográfico 2000. Aqueles valores monetários foram corrigidos utilizando-se o deflator implícito do PIB, divulgado pelo IPEA. O fator de correção para atualizar valores monetários do ano 2000 para 2008 é igual a 1,85. A sequência de cálculo foi a seguinte: primeiro, corrigiu-se a renda per capita publicada no Censo, de 2000 para 2008, que foi então somada a renda per capita adicional do projeto agrícola; esta última foi por sua vez corrigida para o ano 2000, e comparada com a renda per capita publicado pelo Censo 2000.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 7.6, o projeto agrícola proporcionou um acréscimo significativo na renda dos agricultores, em especial nos municípios de João Câmara e Pedra Grande, onde houve um aumento da renda de 25,2 e 38,7%, respectivamente, em relação àquela do ano 2000. Na avaliação feita, são consideradas as seguintes hipóteses: primeiro, que os agricultores que participavam do projeto tinham no ano 2000, renda igual à renda média de cada município; segundo, que a participação de cada agricultor no projeto gerou uma receita adicional, sem prejuízo daquela que os mesmos tinham até então.

Tabela 7.6 – Acréscimo percentual da renda per capita dos municípios

Município	Renda per Capita - Censo 2000	Renda per Capita Corrigida - 2008	Renda per Capita Total - 2008	Renda per Capita Total Corrigida - 2000	Acréscimo Percentual da Renda per Capita – 2000
Touros	83,11	153,8	164,7	89,1	7,1
Jandaíra	79,41	146,9	160,5	86,8	9,3
São Bento do Norte	81,98	151,7	175,8	95,0	15,9
João Câmara	102,79	190,2	238,0	128,7	25,2
Pedra Grande	69,50	128,6	178,4	96,4	38,7

Fonte : elaboração própria

Ao longo dos anos, na medida em que a atividade econômica associada ao projeto agrícola gera renda adicional nos municípios, deve haver melhoria da qualidade de vida das famílias diretamente envolvidas na produção. Os resultados que são apresentados a seguir devem ser entendidos apenas como um exercício exploratório para a avaliação dos efeitos potenciais em regiões carentes, como é o caso do Mato Grande.

A partir do Censo Demográfico de 2000, foi determinada uma função de correlação entre a renda per capita e o IDH de todos os municípios do Estado do Rio Grande do Norte. Esta curva é apresentada na Figura 7.7.

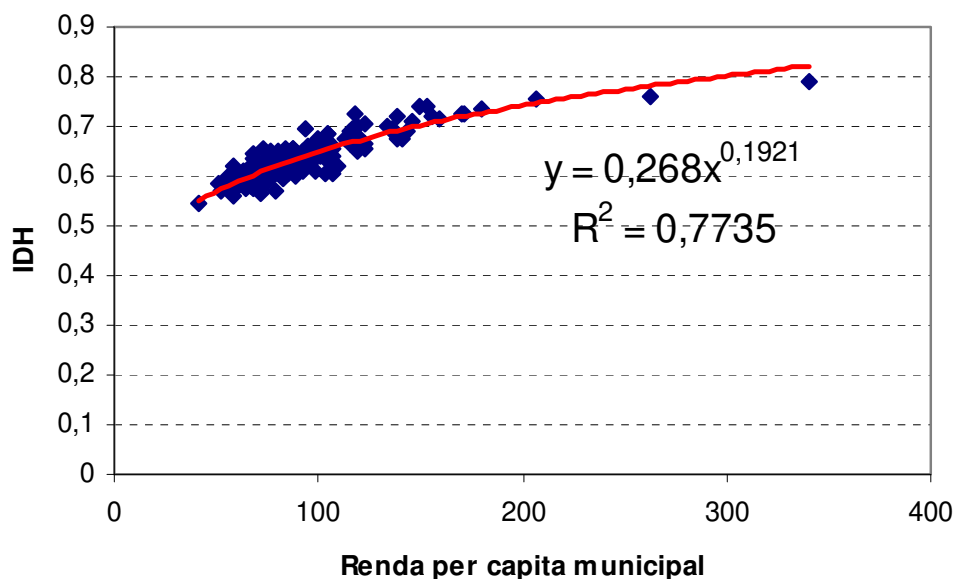


Figura 7.7 – Curva ajustada do IDH dos municípios do Rio Grande do Norte em função da renda per capita

Fonte: IBGE (Censo Demográfico 2000)

Com base na curva acima apresentada e na renda per capita de 2008, resultante da avaliação dos efeitos adicionais da atividade agrícola, e que foi corrigida para 2000 (ver Tabela 7.6), determinou-se a nova posição dos municípios no ranking do IDH do Rio Grande do Norte. Em caráter ilustrativo, são apresentados na Tabela 7.7 os resultados para os municípios de Jandaíra, Touros e Pedra Grande, que hipoteticamente seriam os mais beneficiados.

Cabe destacar que não está sendo afirmado que o projeto agrícola em questão, por si só, resultaria na melhoria do IDH. Na verdade, para os cinco municípios da região do Mato Grande, analisados nesta tese, o impacto do projeto sobre a renda total e a renda média dos municípios foi pequeno, e foi igualmente irrelevante o impacto sobre o IDH dos municípios. Por outro lado, para as famílias participantes o impacto sobre a renda, e também sobre alguns aspectos associados à qualidade de vida, foram significativos. Estes resultados servem para enaltecer a importância de se investir em regiões carentes, mesmo em pequenos projetos tal como o estudado, porque o que parece pouco para alguns é extremamente significativo para aqueles que realmente precisam.

Tabela 7.7 – Posição dos municípios em função do IDH do Censo 2000 e do IDH projetado

Município	IDH - Censo 2000	Posição original	Novo IDH projetado	Nova Posição
Jandaíra	0,571	162	0,632	82
Pedra Grande	0,587	153	0,645	56
Touros	0,595	142	0,635	77

Fonte : Elaboração própria

Capítulo 8 - Balanço Energético do Projeto Agro-Industrial de Pequena Escala

O Balanço Energético do projeto agro-industrial de pequena escala foi elaborado a partir de dados fornecidos pela Cooperativa gestora do projeto, e dos dados coletados diretamente nas áreas de plantio e na unidade de extração de óleo vegetal. Os dados da produção agrícola são referentes ao plantio na safra de 2007/2008, realizado em 198 propriedades de agricultores familiares localizadas na região litoral norte do Estado do Rio Grande do Norte, e complementados com dados da produção de 2008/2009.

O sistema de plantio utilizado foi o convencional, predominantemente e historicamente praticado na região, cujas características são descritas no Anexo 3. As operações agrícolas realizadas estão inseridas nos arranjos 1 e 2, descritos no item 6.3. Vale lembrar que o arranjo 1 é caracterizado pelo emprego de tratores de menor porte (85 CV) e operações mecanizadas, com exceção daquelas referentes à limpeza da plantação, aplicação de defensivos e a colheita de grãos. O arranjo 2 é caracterizado pelo emprego de tratores de médio porte (140 CV) e operações mecanizadas em sua totalidade com exceção da aplicação de defensivos.

Neste trabalho, os parâmetros de eficiência energética referente ao ciclo de produção do óleo vegetal em pequena escala, utilizados na análise, são representados pela razão entre saídas e entradas de energia (Output/Input), e foram calculados a partir da contabilização dos fluxos energéticos consumidos: em trabalho humano, no trabalho de animais, máquinas, eletricidade, óleo diesel, fertilizantes, defensivos agrícolas e sementes utilizados nas fases de produção agrícola, transporte, armazenamento e extração do óleo vegetal, e daqueles associados à produção

dos grãos de girassol, do óleo vegetal e de seus sub-produtos. O esquema que representa insumos e equipamentos utilizados no plantio do girassol é aquele da Figura 8.1.

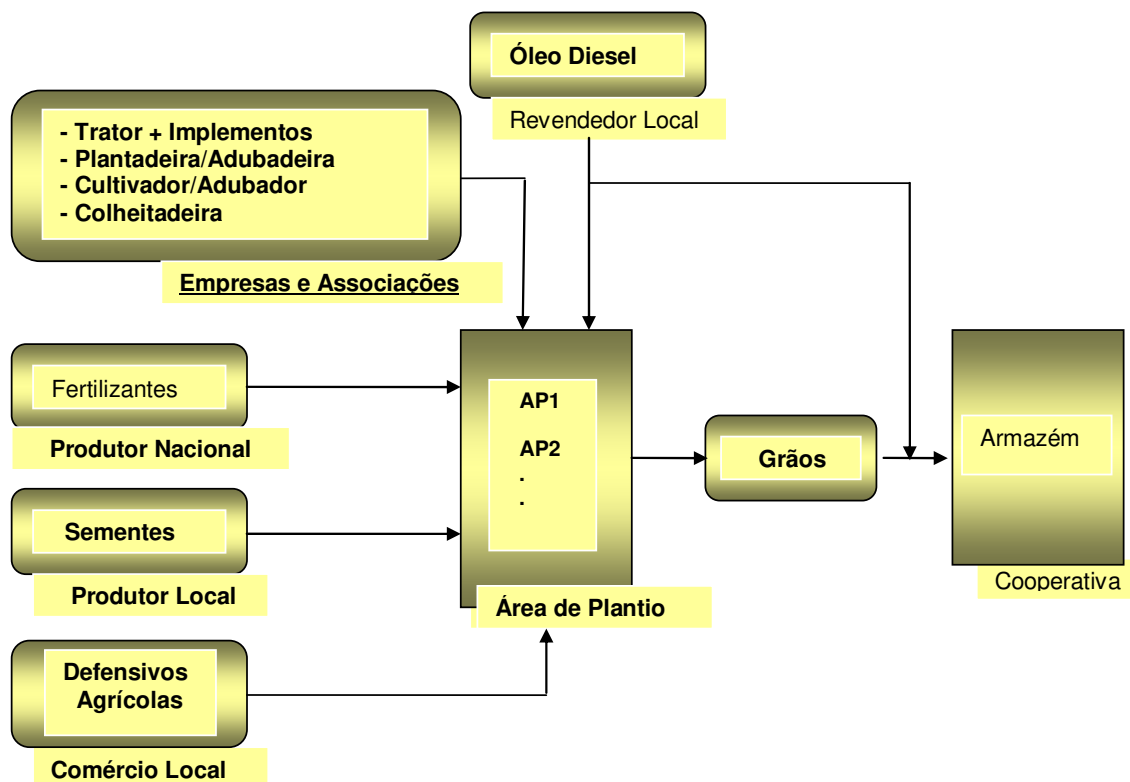


Figura 8.1 – Esquema com indicação de insumos e equipamentos aplicados na produção de grãos de girassol

Em função da ausência de um banco de dados que reflita a realidade local, as demandas energéticas na produção agrícola do girassol e na extração do óleo vegetal (Entradas-Inputs), assim como as energias disponibilizadas nos produtos, tais como grãos, óleo e torta de girassol (Saídas – Outputs), foram convertidas em unidades de energia a partir de dados disponíveis na literatura. As referências empregadas são apresentadas na Tabela 8.1.

Tabela 8.1 – Fatores de conversão energética aplicadas ao projeto de plantio do girassol

Entradas e Saídas (Inputs e Outputs)	Unidades	MJ / Unidade	Referência
Diesel	l	47,76	Macedo; Leal; Silva (2004)
Trabalho Humano	hora/pessoa	2,3	Ozkan; Akcaoz; Fert (2004)
Trabalho Animal (boi)	hora/animal	5,05	Ozkan; Akcaoz; Fert (2004)
Nitrogênio (N)	kg	66,94	Pimentel e Patzek (2005)
Fósforo (P ₂ O ₅)	kg	17,38	Pimentel e Patzek (2005)
Potássio (K ₂ O)	kg	13,64	Pimentel e Patzek (2005)
Máquinas	kg	142,7 ¹	Kallivroussis; Natsis; Papadakis (2002)
Sementes	kg	26,3	Kallivroussis; Natsis; Papadakis (2002)

Fonte: Conforme referências citadas na tabela

Nota¹: A energia incorporada nas máquinas consiste da energia consumida na fabricação dos materiais e equipamentos (86,38 MJ/kg) + energia consumida nas manutenções e reparos (0,55 x energia de fabricação = 47,51 MJ/kg) + energia consumida na entrega da máquina (8,8 MJ/kg), totalizando 142,7 MJ/kg.

Alguns detalhes do cálculo das demandas energéticas referentes às atividades agrícolas para a produção e transporte do girassol até o local de armazenamento são descritos a seguir:

✓ Óleo diesel

Foi considerado o consumo de diesel utilizado nas seguintes etapas: operações agrícolas nos Arranjos 1 e 2; transportes dos insumos (adubos, sementes e combustível) até a área de plantio; deslocamento das máquinas entre áreas de plantio e transporte dos grãos. Os consumos de óleo diesel nos tratores e colheitadeiras, nos Arranjos 1 e 2, são apresentados nas Tabelas 8.2 e 8.3, respectivamente. Esses dados foram obtidos a partir de informações fornecidas pela Cooperativa e medições diretas no campo realizadas pelo autor desta tese. A contribuição energética do diesel foi calculada a partir do consumo e do Poder Calorífico Inferior do diesel (38,64 MJ/l) + Produção,

Transporte e Processamento (9,12 MJ/l) = 47,76 MJ/l, conforme adotado por Macedo; Leal; Silva (2004). Considerou-se também, o percentual de 91% de energia fóssil adotado por Murad (2008).

Tabela 8.2 – Resultados do consumo de diesel e capacidade de produção referentes ao Arranjo Operacional 1

Operação	Equipamento	Consumo de diesel (l/h)	Capacidade de produção (ha/h)	Consumo de diesel (l/ha)
Aração	Trator de 85 CV e grade aradora de 16 discos	9,2	0,8	11,5
Nivelamento	Trator de 85 CV e grade niveladora de 32 discos	7,7	1,7	4,5
Semeadura + Adubação de fundação	Trator de 85 CV + Semeadora de 4 linhas + adubadeira	7,1	1,7	4,2
Colheita	Descaroçadeira	1		1

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.3 – Resultados do consumo de diesel e capacidade de produção, referentes ao Arranjo Operacional 2

Operação	Equipamento	Consumo de diesel (l/h)	Capacidade de Produção (ha/h)	Consumo de diesel (l/ha)
Aração	Trator de 140 CV e grade aradora de 24 discos	24,4	2,2	11,0
Nivelamento	Trator de 140 CV e grade niveladora de 52 discos	24,8	3,70	6,6
Semeadura + Adubação de fundação	Trator de 140 CV + Semeadora de 7 linhas + adubadeira	14,6	2,83	5,3
Cultivação + Adubação de Fundação	Trator de 65 CV + Cultivador + Adubador para 4 linhas	4,5	1,00	4,5
Colheita	Colheitadeira Mecânica	9,0	2,3	3,9

Fonte: elaboração própria

Os consumos de diesel em caminhões leve (até 4,5 t), médio (de 4,5 até 15,0 t) e pesado (igual ou maior de 15,0 t) foram assumidos iguais a 8,7, 3,76 e 2,8 km/l, respectivamente, em conformidade com Mourad (2008).

✓ Máquinas

No cálculo da demanda energética na fabricação, manutenção e entrega das máquinas foram considerados os tempos gastos nas operações agrícolas de produção do girassol (ver Tabelas 8.2 e 8.3), assim como o peso dos equipamentos e a vida útil dos mesmos, conforme dados e resultados apresentados na Tabela 8.4. Os valores referentes ao peso dos equipamentos foram obtidos a partir dos manuais dos fabricantes, enquanto para a vida útil dos equipamentos foram utilizados os dados publicados no Anuário IEA (2005). O equivalente energético mostrado na tabela 8.4 foi calculado a partir da multiplicação do fator de conversão energética referente a máquinas (142,7 MJ/kg, ver Tabela 8.1) pelo peso do equipamento, e o produto dividido pela vida útil, para distribuir a energia associada distribuída no tempo.

Tabela 8.4 – Energia equivalente incorporada à máquinas e implementos agrícolas

Equipamento	Peso (kg)	Vida útil (h)	Equivalente Energético (MJ/h)
Trator de 85 CV	4.550	10.000	64,9
Trator de 140 CV	7.500	10.000	107,0
Grade aradora de 16 discos	1.020	1.400	104,0
Grade aradora de 24 discos	1.390	1.400	141,7
Grade niveladora de 32 discos	600	1.400	61,2
Grade niveladora de 52 discos	1.595	1.400	162,1
Plantadora adubadora de 6 linhas	1.060	4.000	37,8
Plantadora adubadora de 4 linhas	770	4.000	78,5
Cultivador adubador de 4 linhas	520	3.200	23,2
Colheitadeira	9.000	7.200	178,4

Fonte: elaboração própria

✓ Fertilizantes

No cálculo das demandas energéticas foram considerados dois cenários referentes ao uso de fertilizantes. No primeiro, foram calculados os fluxos energéticos para os Arranjos 1 e 2, tendo por base a aplicação recomendada pelos agrônomos da Cooperativa, em função da análise de solos e da expectativa de uma produtividade mínima de 1000 kg/ha, ou seja 52 kg de Nitrogênio e 40 kg de P_2O_5 . No segundo, os cálculos tiveram por base a produtividade média realizada de 463,4 kg/ha, e apenas a aplicação de adubo de fundação foi considerada, já que no plantio no Mato Grande não foi realizada a adubação de cobertura, ou seja, foram considerados: 7 kg de Nitrogênio e 40 kg de P_2O_5 .

✓ Sementes

Em função da ausência de dados referente à energia necessária para a produção, tratamento e classificação de sementes de girassol, foi adotada a hipótese assumida por Kallivroussis; Natsis; Papadakis (2002), ou seja, o dobro do valor energético da semente ($2 \times 26,3 \text{ MJ / kg}$). No caso de semente de soja, Mourad (2008) adotou o valor estimado de uma vez e meia a energia calculada para o plantio e secagem da soja.

As entradas de energia (Inputs) do balanço energético da fase de produção agrícola do girassol foram calculadas considerando-se os Arranjos Operacionais 1 e 2 nas condições planejadas (produtividade de 1000 kg/hectare, ou seja, aplicação de 52 kg de Nitrogênio e 40 kg de Fósforo), identificada no texto como P1000, e nas condições realizadas (produtividade de 463,4 kg/hectare, 7 kg de Nitrogênio e 40 kg de Fósforo), identificada como R463. A saída de energia (Output) representada pelos grãos produzidos, foi calculada a partir da produtividade e do valor energético da semente (26,3 MJ/kg). A eficiência energética e a razão de energia fóssil calculadas são apresentadas nas Tabelas 8.5 e 8.6. As entradas de energia, distribuídas por produtos, são apresentadas nas Figuras 8.2 e 8.3, nas condições planejadas e realizadas.

Tabela 8.5 - Balanço energético nas condições planejadas - produtividade de 1000 kg/ha (P1000)

Balanço	Arranjo 1		Arranjo 2	
	Quantidade/ha	Energia total (MJ/ha)	Quantidade/ha	Energia total (MJ/ha)
Entradas				
Trabalho Humano (h)	77,0	177,1	3,0	7,0
Trabalho Animal (h)	16,0	80,8		
Máquinas		381,3		443,6
Nitrogênio (kg)	52	3.480,9	52,0	3.480,9
Fósforo (kg)	40,0	695,2	40,0	695,2
Óleo diesel (l)	27,8	1.329,4	40,5	1.935,2
Sementes (kg)	4,0	210,4	4,0	210,4
Entrada de energia		6.355,1		6.772,0
Produção (kg)	1.000,0		1.000	
Saída de Energia		26300		26.300,0
Eficiência energética		4,1		3,9
Razão de Energia fóssil		4,4		4,0

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.6 - Balanço energético nas condições realizadas - produtividade de 463 kg/ha (R463)

Balanço	Arranjo 1		Arranjo 2	
	Quantidade/ha	Energia total (MJ/ha)	Quantidade/ha	Energia total (MJ/ha)
Entradas				
Trabalho Humano (h)	67,8	155,9	1,87	4,3
Trabalho Animal (h)	16,0	80,8		
Máquinas		381,3		313,4
Nitrogênio (kg)	7,0	468,6	7,0	468,6
Fósforo (kg)	40,0	695,2	40,0	695,2
Óleo diesel (l)	24,1	1.150,0	32,8	1.566,3
Sementes (kg)	4,0	210,4	4,0	210,4
Entrada de energia		3.142,2		3.258,2
Produção (kg)	463,4		463,4	
Saída de Energia		12.187,5		12.187,5
Eficiência energética		3,9		3,7
Razão de Energia fóssil		4,3		3,9

Fonte: elaboração própria

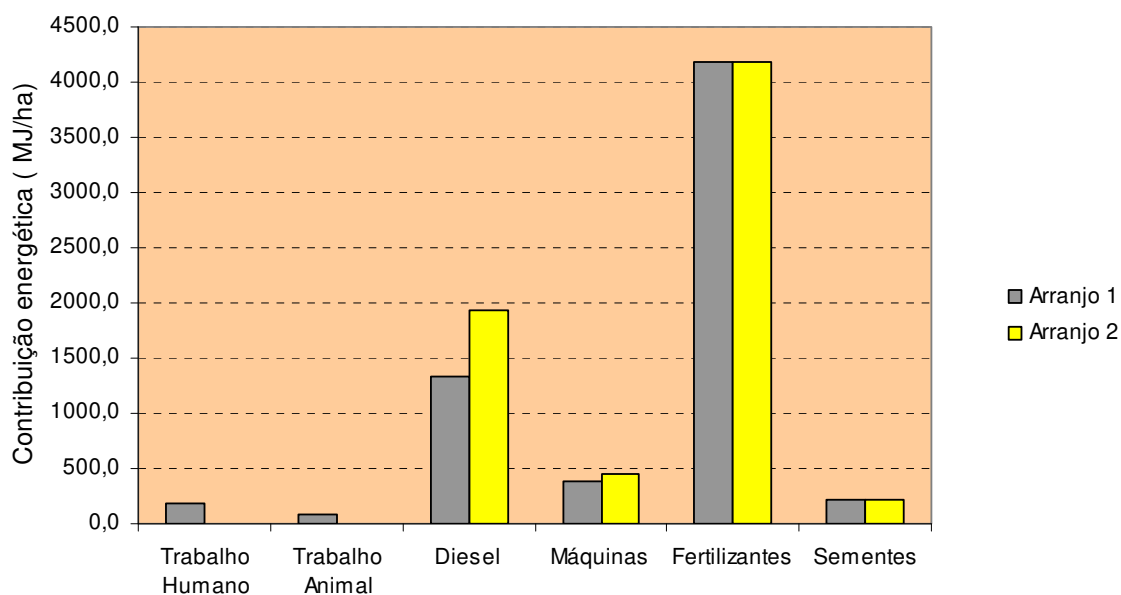


Figura 8.2 - Distribuição das entradas de energia por produto, por insumo, nas condições planejadas

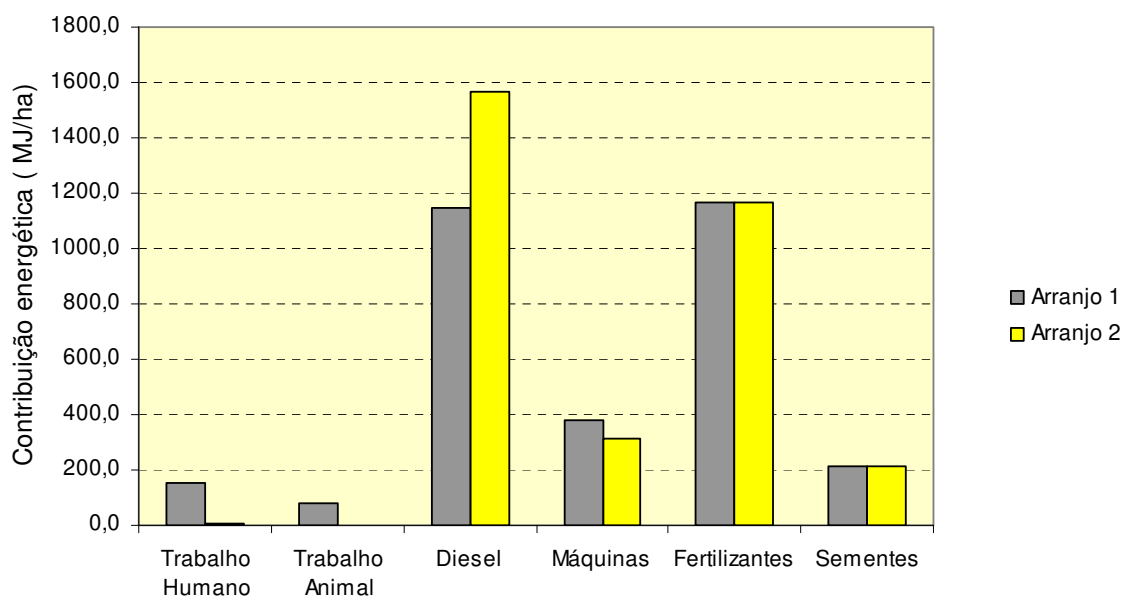


Figura 8.3 - Distribuição das entradas de energia, por produto, por insumo nas condições realizadas

Os resultados dos balanços energéticos, tanto nas condições planejada como na realizada, são positivos com valores de eficiência energética (razões de energia) variando de 3,7 a 4,1. Do

ponto de vista energético, a baixa produtividade do girassol na condição realizada é compensada pela menor entrada de fertilizantes, ocasionado pela não aplicação de Nitrogênio na fase de cobertura da cultura. O mesmo raciocínio é utilizado para a condição planejada. Em função disso, as eficiências energéticas (razões de energia) nas condições planejadas e realizadas são próximas.

Nas condições planejadas, os maiores aporte energéticos são atribuídos aos fertilizantes, diesel e máquinas, conforme mostrado na Tabela 8.7.

Tabela 8.7 – Aporte por insumo nas condições planejadas (P1000) (%)

Arranjo	Trabalho Humano	Trabalho Animal	Diesel	Máquinas	Fertilizantes	Sementes
	----- % -----					
1	3,0	1,3	20,9	6,0	65,7	3,3
2	0,1	0,0	28,6	6,6	61,7	3,1

Fonte: elaboração própria

Nas condições realizadas, os maiores aportes energéticos são atribuídos ao diesel, fertilizantes e máquinas, conforme apresentado na tabela 8.8. Nesse caso, o diesel tem a maior parcela em função da redução da entrada de fertilizantes, ocasionado pela não aplicação de nitrogênio na fase de cobertura da cultura.

Tabela 8.8 – Aporte por insumo nas condições realizadas (R463) (%)

Arranjo	Trabalho humano	Trabalho animal	Diesel	Máquinas	Fertilizantes	Sementes
	----- % -----					
1	5,0	2,6	38,6	12,1	37,0	6,7
2	0,1	0,0	48,1	9,6	35,7	6,5

Fonte: elaboração própria

De acordo com Gazzoni; Felici; Coronato (2006), a energia consumida no sistema de produção de uma cultura não é de fácil determinação e, como exemplo, cita o consumo do

combustível nas operações agrícolas, que pode variar em função do clima, topografia, tipo de solo, profundidade de trabalho, tamanho e forma das áreas de trabalho, habilidade do operador e outros fatores.

No mundo, vários estudos foram realizados sobre o balanço energético da cultura do girassol, entre eles: Gazzoni (Brasil), Kallivroussis (Grécia), Uzunoz (Turquia) e Pimentel e Patzek (EUA), cujos principais resultados são apresentados na Tabela 8.9.

Tabela 8.9 – Quadro comparativo com os resultados apresentados em estudos de referência

Referências	Entrada (MJ/ha)	Saída em grãos (kg/ha)	Entrada/Saída (MJ/kg)
Gazzoni; Felici; Coronato (2006)	11.945	2.000	6,0
Kallivroussis; Natsis; Papadakis (2002)	10.491	1.800	5,8
Uzunoz; Akcay; Esengun (2008)	18.931	2.230	8,5
Pimentel e Patzek,(2005)	25.601	1.500	17,1
Arranjo 2, P1000	6.772	1.000	6,8
Arranjo 2, R463	3.258	463	7,0

Fonte : adaptação própria

Constata-se que, nos estudos supracitados, as relações entre a energia consumida na produção de grãos (entrada) e a quantidade de grãos produzidos (saída), estão próximas dos resultados obtidos no presente estudo, com exceção do trabalho de Pimentel e Patzek (2005). Vale observar que, certas diferenças são resultados das particularidades de cada processo produtivo: exemplificando Gazzoni; Felici; Coronato (2006) realizaram o balanço considerando o plantio direto, enquanto Uzunoz; Akcay; Esengun (2008) incluíram a etapa de irrigação. A grande diferença em relação ao trabalho de Pimentel e Patzek (2005) deve-se a grande quantidade de insumos considerados pelos referidos autores, principalmente em relação as quantidades de óleo diesel (180 l/ha), fertilizantes (110 kg/ha de nitrogênio) e sementes (70 kg/ha). Por se tratar de uma cultura recente na região do Mato Grande, a incidência de doenças e pragas foi muito pequena, logo a aplicação de defensivos foi desprezível, reduzindo assim as

demandas energéticas nos arranjos produtivos analisados, consequentemente favorecendo a eficiência.

O esquema com indicação dos insumos e equipamentos utilizados na extração do óleo é mostrado na Figura 8.4.

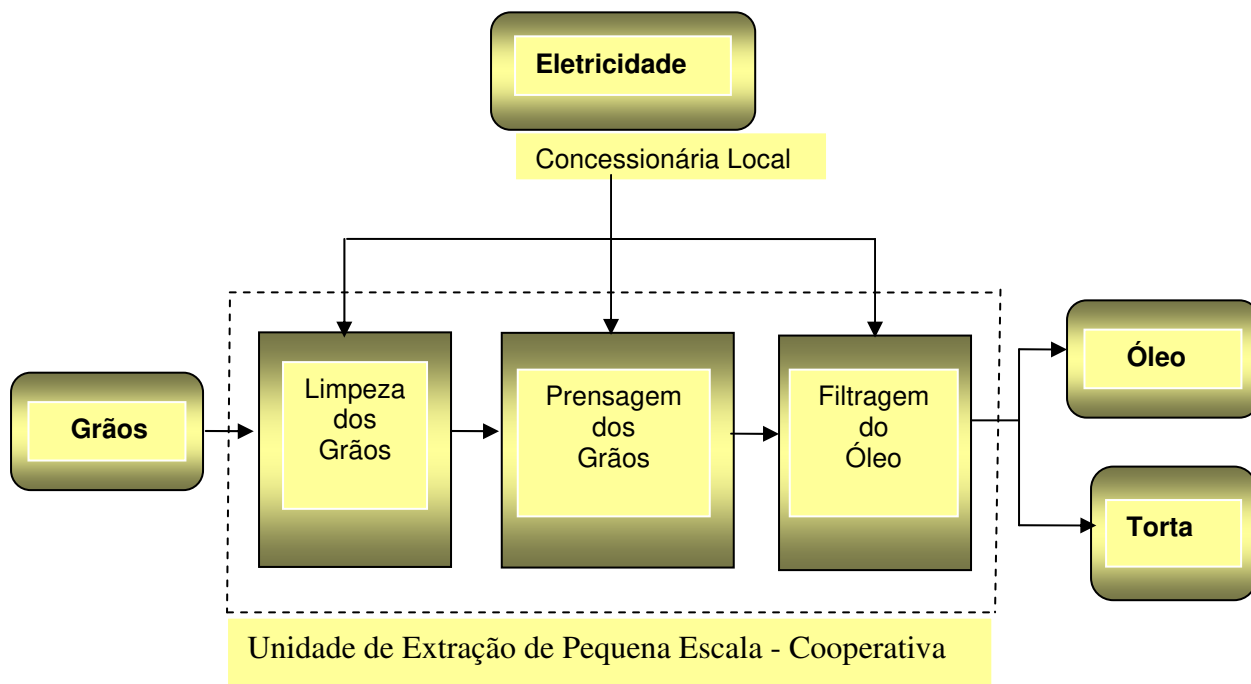


Figura 8.4 – Fluxo de insumos e equipamentos aplicados na extração de óleo vegetal

O balanço energético do sistema de extração de pequena escala considerou os seguintes insumos energéticos: a eletricidade, que alimenta todos os motores da unidade de extração, a energia incorporada ao sistema de extração, e os grãos de girassol. O óleo vegetal e a torta são as saídas.

A partir do consumo registrado de energia elétrica avaliou-se a contribuição da energia elétrica. Baseado no trabalho de Coltro; Castilho; Garcia (2003) apud Mourad (2008) foi adotado uma conversão energética de 2,27 MJ para cada kWh de energia elétrica consumida. Baseado no perfil de geração elétrica no Brasil em 2007 (EPE, 2008), foi utilizado um percentual de 85%

referente à parcela renovável da energia elétrica. De acordo com os ensaios realizados, a unidade de extração consome 15 kWh para produzir 78 kg de óleo vegetal em uma hora.

Em função da ausência de dados referente à energia incorporada na unidade de extração, foi assumida uma contribuição energética de 16.600 kcal/kg (69,45 MJ/kg) referente ao aço estrutural (MACEDO; LEAL; SILVA 2004), vida útil de 10 anos, peso da unidade de 5.000 kg e 5.000 horas de operação anual.

Para a avaliação da energia do grão do girassol, foi considerada a parcela energética da energia total de entrada, calculada no plantio de girassol referente ao arranjo 2, na condições realizada (R463) igual a 7,0 MJ/kg. A capacidade da unidade de extração é de 300 kg/h, resultando numa produção de óleo igual a 78 kg/h.

Em relação ao óleo vegetal, foi considerada a parcela energética como igual a 39,6 MJ/kg (PCI do óleo de girassol, ver tabela 2.1) e a fração de óleo extraído como sendo 0,26.

A eficiência energética (razão de energia) calculada é igual a 1,4. Na tabela 8.10 são apresentadas as contribuições energéticas de entrada e de saída. Vale observar que o baixo valor obtido é influenciado significativamente pelo rendimento da unidade de extração de pequena escala (26%), tendo em vista que parte considerável do óleo fica na torta, e pelo fato de não ter sido feita qualquer alocação entre o óleo e a torta. Pela ausência de dados de referência, não foi possível comparar os valores obtidos com outros sistemas de extração.

Tabela 8.10 - Balanço energético nas condições realizadas - produtividade de 463 kg/ha (R463)

Balanço	Quantidade/kg de óleo	Energia total (MJ/kg de óleo)
Entradas		
Grão (kg)	3,85	26,92
Energia elétrica (kWh)	0,19	0,44
Máquinas		0,09
Total Entradas		27,45
Saídas		
Óleo	1	39,60
Eficiência Energética		1,4

Fonte: elaboração própria

Capítulo 9 - Análise econômica do projeto agro-industrial de pequena escala

A análise econômica foi realizada com base nos custos médios praticados no mercado local e nas receitas calculadas a partir das produtividades: média do projeto agrícola (463 kg/ha) e planejada (1000 kg/ha). Vale observar que a rentabilidade calculada não corresponde ao valor real obtido pelos agricultores tendo em vista que estes receberam incentivos específicos para a produção do girassol no Estado.

Os preços praticados pela Cooperativa, tanto na aquisição de materiais, quanto na contratação de serviços, são apresentados na Tabela 9.1.

Tabela 9.1 – Preços de materiais e aluguel de equipamentos utilizados na fase agrícola

Material (M) e Serviço* (S)	Preço R\$/Unidade	Unidade
Trator de 140 CV + Grade Aradora (S)	48,13	ha
Trator de 140 CV + Grade Niveladora (S)	20,62	ha
Trator de 140 CV + Plantadeira de 7 linhas (S)	24,29	ha
Trator de 85 CV + Grade Aradora (S)	55,00	h
Trator de 85 CV + Grade Niveladora (S)	55,00	h
Tratos de 85 CV + Plantadeira de 4 linhas (S)	44,00	h
Trator de 65 CV + Cultivador Adubador de 4 linhas (S)	30,00	h
Debulhadeira Mecânica (S)	15,00	% da produção
Colheitadeira (S)	90,00	ha
Óleo Diesel (M)	1,95	l
Adubo NPK 07-40-00 (M)	1.630,00	t
Adubo Uréia 47-00-00 (M)	1.090,00	j
Semente de girassol	5,00	kg

Fonte: COPEC

* O aluguel de máquinas não inclui os custos referentes ao consumo de óleo diesel, exceto a colheitadeira.

Os fluxos de materiais e equipamentos utilizados nas fases agrícola e industrial são apresentados nas Figuras 8.1 e 8.4, respectivamente. As demandas de materiais e horas trabalhadas por hectare nas condições realizada (R463) e planejada (P1000), referentes aos Arranjos 1 e 2, são apresentadas nas Tabelas 9.2 e 9.3, 9.4 e 9.5, enquanto os respectivos custos são apresentados nas Tabelas 9.6 a 9.9.

Tabela 9.2 – Insumos e horas de máquina utilizados no Arranjo 1, na condição planejada (P1000)

Operação	Máquina (h)	Diesel (l)	Adubo NPK 07-40-00 (kg)	Adubo Uréia (kg)	Semente (kg)
Aração	1,25	11,5			
Nivelamento	0,59	4,5			
Semeadura + adubo de Fundação	0,59	4,2	100		4
Cultivo + adubo de cobertura				100	
Colheita	0,82	4,1			

Fonte: elaboração própria

Tabela 9.3 – Insumos e horas de máquina utilizados no Arranjo 1, na condição realizada (R463)

Operação	Máquina (h)	Diesel (l)	Adubo NPK 07-40-00 (kg)	Adubo Uréia (kg)	Semente (kg)
Aração	1,25	11,5			
Nivelamento	0,59	4,5			
Semeadura + adubo de fundação	0,59	4,2	100		4
Cultivo + adubo de cobertura					
Colheita	0,38	1,9			

Fonte: elaboração própria

Tabela 9.4 – Insumos e horas de máquina utilizados no Arranjo 2, na condição planejada (P1000)

Operação	Máquina (h)	Diesel (l)	Adubo NPK 07-40-00 (kg)	Adubo Uréia (kg)	Semente (kg)
Aração	0,45	11,0			
Nivelamento	0,27	6,7			
Semeadura + adubo de fundação	0,35	5,2	100		4
Cultivo + adubo de cobertura	1	4,5		100	
Colheita	0,43	3,9			

Fonte: elaboração própria

Tabela 9.5 – Insumos e horas de máquina utilizados no Arranjo 2, na condição realizada (R463)

Operação	Máquina (h)	Diesel (l)	Adubo NPK 07-40-00 (kg)	Adubo Uréia (kg)	Semente (kg)
Aração	0,45	11,0			
Nivelamento	0,27	6,7			
Semeadura + adubo de fundação	0,35	5,2	100		4
Cultivo + adubo de cobertura					
Colheita	0,43	3,9			

Fonte: elaboração própria

Tabela 9.6 – Custo de produção do grão (R\$/ha) referente ao Arranjo 1, na condição planejada (P1000)

Operação	Máquina	Diesel	Adubo NPK 07-40-00	Adubo Uréia	Semente	Total
Aração	68,75	22,43				91,18
Nivelamento	32,45	8,78				41,23
Semeadura + adubo de fundação	32,45	8,19	163,00		20,00	223,64
Cultivo + Adubo Cobertura				109,00		109,00
Colheita	88,00	8,0				96,00
Total						561,05

Fonte: elaboração própria

Tabela 9.7 – Custo de produção do grão (R\$/ha) referente ao Arranjo 1, na condição realizada (R463)

Operação	Máquina	Diesel	Adubo NPK 07-40-00	Adubo Uréia	Semente	Total
Aração	68,75	22,43				91,18
Nivelamento	32,45	8,78				41,23
Semeadura + Adubo de fundação	32,45	8,19	163,00		20,00	223,64
Cultivo + Adubo de cobertura						
Colheita	40,78	3,71				44,49
Total						400,54

Fonte: elaboração própria

Tabela 9.8 – Custo de produção do grão (R\$/ha) referente ao Arranjo 2, na condição planejada (P1000)

Operação	Máquina	Diesel	Adubo NPK 07-40-00	Adubo Uréia	Semente	Total
Aração	48,13	21,45				69,58
Nivelamento	20,62	13,07				33,69
Semeadura + adubo de fundação	24,29	10,14	163		20	217,43
Cultivo + adubo Cobertura	38,00	8,78		109		156,56
Colheita	82,39	7,61				90,00
Total						566,48

Fonte: elaboração própria

Tabela 9.9 – Custo de produção do grão (R\$/ha) referente ao Arranjo 2, na condição realizada (R463)

Operação	Máquina	Diesel	Adubo NPK 07-40-00	Adubo Uréia	Semente	Total
Aração	48,13	21,45				69,58
Nivelamento	20,62	13,07				33,69
Semeadura + adubo de fundação	24,29	10,14	163		20	217,43
Cultivo + adubo de cobertura						
Colheita	82,39	7,61				90,00
Total						410,70

Fonte: elaboração própria

Considerando que não existe na região um mercado consolidado para o girassol, o preço do grão tem variado de acordo com a política de incentivos estabelecida em cada estado. No cálculo da receita adotou-se o preço de 0,64 R\$/kg que corresponde ao preço médio para o ano 2008 indicado pela CONAB (2008). Baseado nos custos calculados acima, e no preço do grão de

girassol adotado (0,64 R\$/ha), determinou-se a rentabilidade referente à produção do girassol. Os valores estão apresentados na Tabela 9.10.

Tabela 9.10 – Balanço de custos e receitas para a produção de girassol a partir dos Arranjos 1 e 2, nas condições planejada (P1000) e realizada (R463)

Arranjo e Condição	Custos (R\$/ha)	Receita (R\$/ha)	Rentabilidade (R\$/ha)
Arranjo 1, P1000	561,0	640,0	79,0
Arranjo 1, R463	400,6	300,0	(-100,6)
Arranjo 2, P1000	566,5	640,0	73,5
Arranjo 2, R463	410,7	300,0	(-110,7)

Fonte: elaboração própria

Os custos de produção do girassol dependem de vários fatores, tais como: número de operações realizadas, tecnologia utilizada, tipo de solo, fertilizantes e defensivos utilizados, entre outros. Naturalmente, os resultados obtidos são influenciados por estes parâmetros, a começar pelo tipo de Arranjo Produtivo. O Arranjo 1 empregou um menor número de horas de máquinas tendo em vista que as operações de limpeza e coleta dos capítulos (inflorescência) do girassol foram realizadas manualmente. Por outro lado, os custos com o descaroçamento dos grãos se mostraram excessivamente altos, tendo em vista que o equipamento utilizado foi adaptado de um outro usado no descaroçamento do milho. Esta prática é tradicional na região, e o proprietário do equipamento é remunerado com 15% da produção dos grãos obtidos. Observou-se, também, que o uso de tratores de maior porte resultou em menores custos e maior produtividade (as operações de aração, nivelamento e plantio do Arranjo 2 foram feitas com tratores de 140 CV, enquanto no Arranjo 1 foram utilizados tratores de 85 CV).

Os custos do girassol no Brasil são bastante variáveis, a depender do nível tecnológico empregado, podendo ser 360 R\$ ou 700 R\$ (LEITE; CASTRO, KAZUHITO ZITO (Org.),

2008), o que mostra que os valores obtidos nesta tese se enquadram numa faixa de custos aceitáveis.

Em relação rentabilidade calculada, verifica-se que baixas produtividades inviabilizam a produção do girassol, como é caso da condição R463 (produtividade igual a 463 kg/ha). Vale ressaltar que os resultados referentes ao Arranjo 1, foram prejudicados pelo descaroçamento do grão já comentado.

As Figuras 9.1 e 9.2 apresentam as curvas de custos e receitas referentes aos Arranjos 1 e 2, incluindo a utilização do adubo de cobertura.

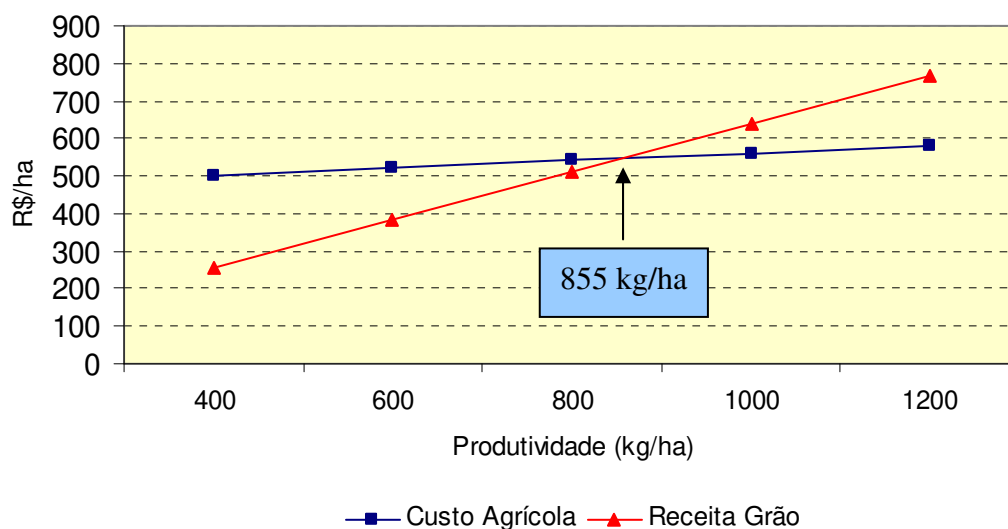


Figura 9.1 – Custo agrícola e receita da venda do grão referente ao Arranjo 1, incluindo a adubação de cobertura e para o preço do grão igual a 0,64 R\$/kg

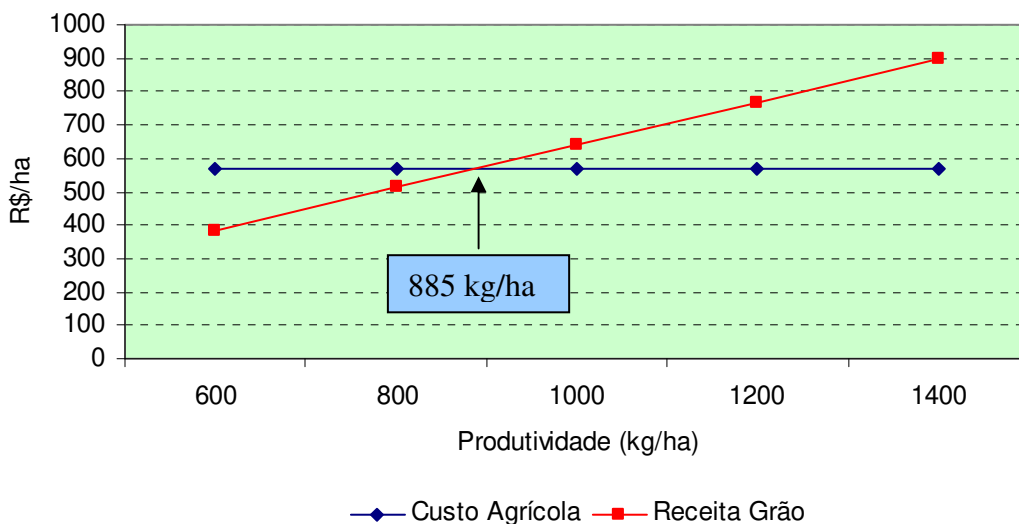


Figura 9.2 – Custo agrícola e receita da venda do grão referente ao Arranjo 2, incluindo a adubação de cobertura e para o preço do grão igual a 0,64 R\$/kg

Verifica-se que para o Arranjo 1, a condição de lucratividade inicia-se a partir da produtividade de 855 kg/ha, e para o Arranjo 2 a partir de 885 kg/ha, ou seja, do ponto de vista econômico, os pontos de indiferença quanto a produtividade são praticamente equivalentes, com uma pequena vantagem para o Arranjo 1.

Os custos apresentados retratam a situação em que todos os serviços agrícolas são realizados a partir de equipamentos contratados. A alternativa a ser analisada é a substituição desses equipamentos por outros adquiridos através de Programas Governamentais, tal como o "Mais Alimento", que financia a aquisição de equipamentos agrícolas com juros de 2% ao ano e prazo de pagamento em 10 anos.

De acordo com os técnicos da Cooperativa, para cultivar uma área de 1500 ha, são necessários no mínimo: 5 tratores de 85 CV, 3 grades aradoras, 2 grades niveladoras, 4 adubadores cultivadores e duas colheitadeiras, a um custo estimado igual a 1,3 milhão de reais. A uma taxa de juros de 2% a.a. e 10 anos de prazo de pagamento, resultaria num total a amortizar de 144.724 R\$/ano. Este valor, rateado pelos 1500 ha cultivados, corresponderia a 96,48 R\$/ha, que entraria em substituição aos custos previstos para a realização dos serviços contratados

(operações de aração, nivelamento, semeadura, limpeza, adubação de cobertura e colheita). Na análise foram consideradas todas as operações contempladas no Arranjo 2 e tratores de 85 CV.

Os resultados da análise são apresentados nas Figuras 9.3 e 9.4, e mostram que a lucratividade com equipamentos contratados inicia-se a partir de uma produtividade de 940 kg/ha e com equipamentos comprados através de financiamento a partir de 694 kg/ha. Isto comprova a importância de políticas públicas específicas, dirigidas para o pequeno agricultor, tal como o financiamento de equipamentos agrícolas.

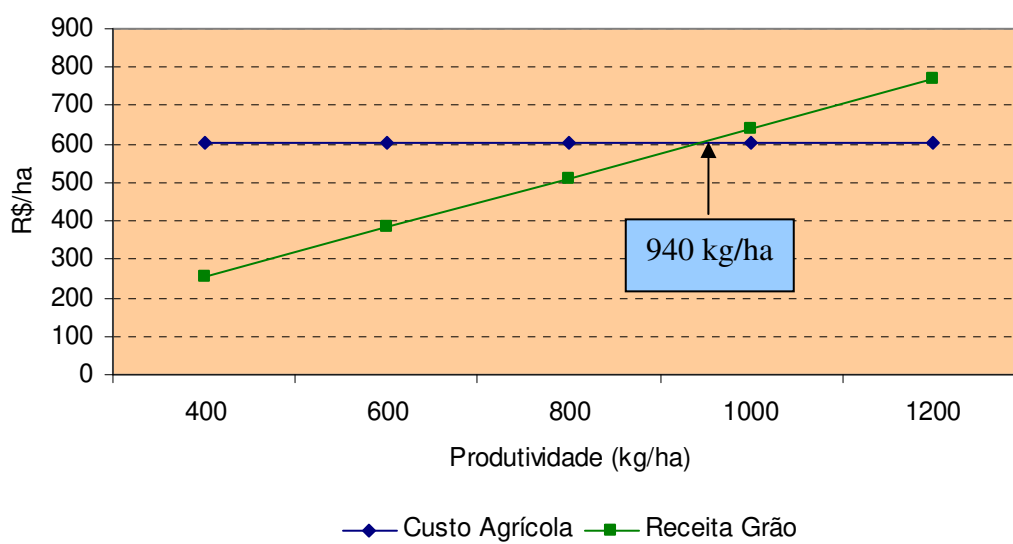


Figura 9.3 - Custo agrícola e receita da venda dos grãos referente ao Arranjo 2, serviços contratados (tratores de 85 CV), adubação de cobertura e preço do grão igual a 0,64 R\$/kg

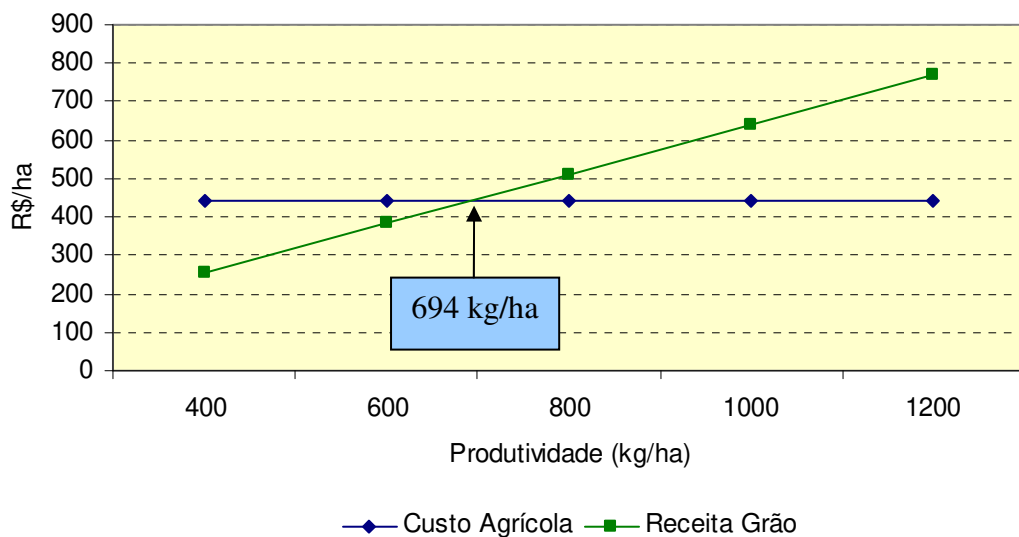


Figura 9.4 - Custo agrícola e receita da venda do grão referente ao Arranjo 2 (tratores de 85 CV), equipamentos adquiridos através de financiamento, adubação de cobertura e preço do grão igual a 0,64 R\$/kg

Outro ponto relevante a ser estudado diz respeito à extração do óleo e da torta do girassol por meio de unidades de prensagem de pequena escala, em detrimento da venda do grão. Neste caso, foram somados ao custo de produção dos grãos os seguintes custos: ensacamento e transporte dos grãos das áreas de plantio até o armazém, armazenagem dos grãos, compra, manutenção e energia elétrica referente à unidade de extração em pequena escala. Esses custos são detalhados na Tabela 9.11. A unidade de extração processa 1.500 toneladas de grãos por ano. A mão de obra provém dos próprios agricultores, e não foi considerada como custo.

Tabela 9.11 - Custo de transporte, armazenagem e extração de óleo e torta, em R\$/kg de grão prensado

Transporte e Armazenamento	
Amortização do caminhão (valor = R\$ 150.000, 10% a.a, 10 anos)	0,016
Manutenção do caminhão (peças = 6.000 R\$/ano)	0,004
Consumo de óleo diesel (3,5 km/l, percurso médio ida e volta = 160 km, preço = 1,95 R\$/l, capacidade de carga=12000 kg)	0,007
Aluguel de armazém (3.200 R\$/mês)	0,026
Sacaria (1 real por saco de 35 kg)	0,029
Extração de óleo	
Amortização da extratora de pequena escala (valor = R\$ 250.000, 10% a.a, 10 anos)	0,027
Manutenção da extratora (peças = 8.000 R\$/ano)	0,005
Energia elétrica (potência = 15 kW, capacidade de extração = 300 kg/h), custo energia elétrica = 0,2036 R\$/kWh)	0,010
Custo Total (R\$/kg)	0,125

Fonte: elaboração própria

Assim como o grão, não há um mercado de óleo na região. Logo foi adotado o preço médio do óleo de soja degomado igual a 1,9 R\$/kg (CEPEA/ESALQ, 2009). O preço do óleo de soja variou entre 1,8 e 2,05 R\$ em 2009, conforme mostrado na figura 9.5. O preço da torta de girassol no mercado local é comercializado entre 0,45 a 0,55 R\$/ha, tendo sido adotado um preço médio de 0,50 R\$/ha.

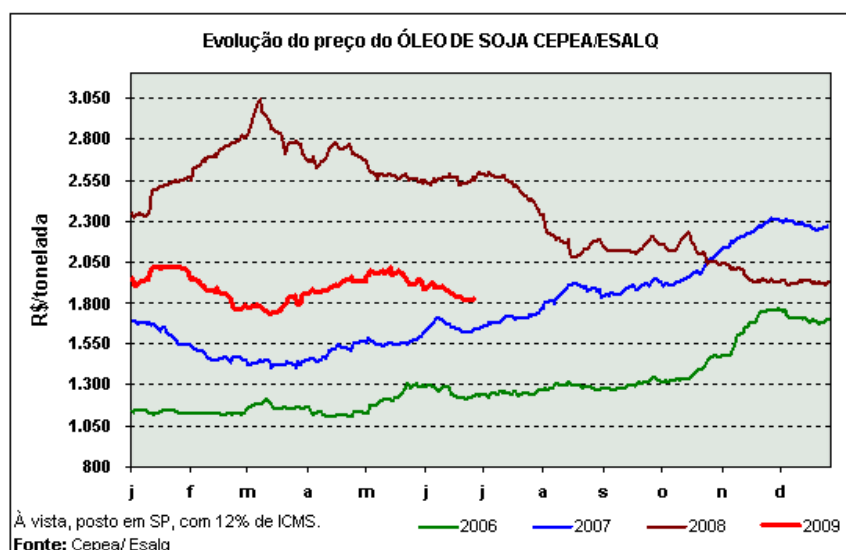


Figura 9.5 – Evolução do preço da soja, em São Paulo

Da Figura 9.6 constata-se que a partir de 815 kg/ha de produtividade, a receita começa a superar os custos quando se produz óleo e torta. Comparado à figura 9.3, pode-se concluir que nas condições estudadas, produzir e comercializar óleo e torta através de unidades de extração de pequena escala é mais rentável que a produção e venda exclusiva dos grãos. Na Figura 9.7 é mostrado que com um incremento de 50% no preço da torta (0,75 R\$/ha), a produtividade mínima, a partir da qual as receitas superam os custos, passa de 815 kg/ha para aproximadamente 650 kg/ha, comprovando a necessidade de se agregar ao máximo o valor da torta.

Uma das formas de se maximizar o valor agregado da torta é utilizá-la como insumo em outros processos produtivos dentro da agricultura familiar, tais como: a criação de bovinos, ovinos e peixes.

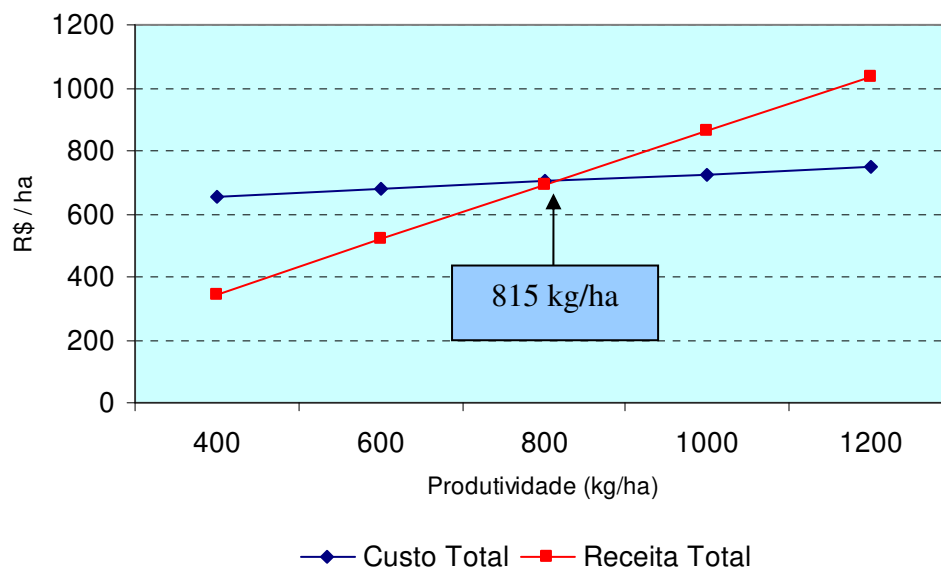


Figura 9.6 – Custo total (agrícola + industrial) e receita total (óleo + torta) referente ao Arranjo 2, serviços contratados (tratores de 85CV), adubação de cobertura e preço do óleo e da torta iguais a 1,90 R\$/kg e 0,50 R\$/kg, respectivamente.

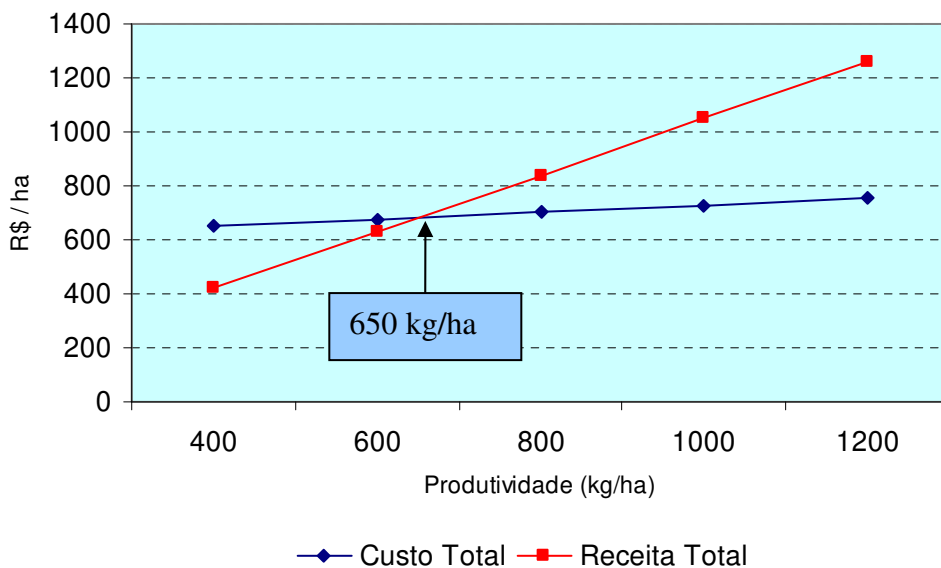


Figura 9.7 – Custo total (agrícola + industrial) e receita total (óleo + torta) referente ao Arranjo 2, serviços contratados (tratores de 85CV), adubação de cobertura e preço do óleo e da torta iguais a 1,90 R\$/kg e 0,75 R\$/kg, respectivamente.

A cultura do girassol, mostrou que além de propiciar a produção de grãos, óleo e torta, possibilita a produção de mel de abelha. Uma experiência realizada na região do Mato Grande contemplou a instalação de 22 colméias de abelhas próximo a uma área plantada com girassol de 20 hectares. Como resultado, foram colhidos 530 litros de mel, correspondendo a uma média de 22 litros de mel por colméia durante o período de floração (duas tiradas por colméia) ou 26,5 litros por hectare. De acordo com Bolson (1981) apud Leite; Brighenti; Castro (2005, p.163), a produção de mel pode chegar até 40 kg/ha, ou seja, aproximadamente 56 litros/hectare de mel. Considerando que o mel é comercializado no mercado local a um preço médio igual 5 R\$/litro, o agricultor pode ter uma renda extra de 132 R\$ a 280 R\$. O resultado desta experiência serviu de estímulo aos agricultores que na safra 2008/2009 prepararam e instalaram mais de 200 colméias na região. Na figura 9.8 é mostrada detalhe da produção de colméias pelos agricultores familiares.



Figura 9.8 – Agricultores construindo colméias que foram instaladas na safra 2008/2009

Capítulo 10 - Conclusões e sugestões para próximos trabalhos

No presente trabalho, conclui-se que em regiões de grandes carências sócio-econômicas, tais como os municípios do Mato Grande, no Rio Grande do Norte, o investimento em projetos agrícolas, mesmo em pequena escala, proporciona um acréscimo significativo na renda e na qualidade de vida dos agricultores. Foi identificado, também, que a maior parte da população estudada é caracterizada por famílias descapitalizadas, sem acesso ao crédito, carente de organização coletiva, sem acesso aos recursos tecnológicos mínimos, e cuja produção se destina exclusivamente ao auto-consumo.

Nestas condições é imprescindível a elaboração de políticas públicas específicas e eficazes de forma a elevar as condições desses agricultores familiares a um patamar mínimo de produção e sobrevivência. Pelas experiências observadas, verifica-se que é fundamental medidas que incentivem a organização coletiva, o desenvolvimento de lideranças e os modelos que diversifiquem e agreguem valor aos produtos dos agricultores como forma de superar o atual estado de estagnação produtiva. Sem isso, programas como o PNPB correm sérios riscos de não atingirem os objetivos sociais propostos.

O girassol possui um grande potencial de agregação de valor para a agricultura familiar. Entretanto, os fatores locais de produção, tais como baixo nível de mecanização, escassez de sementes certificadas e de assistência técnica especializada, entre outros, precisam se adequar às necessidades mínimas dessa cultura. Outro ponto de extrema relevância é a necessidade de estímulo à pesquisa, visando o aperfeiçoamento de espécies mais adaptadas às condições do semi-árido, com foco especial na produtividade e no controle de doenças.

O balanço energético do modelo agro-industrial de pequena escala mostrou-se positivo, tanto na etapa de produção do grão, obtendo-se razões de energia entre 3,7 e 4,1, quanto na etapa de produção do óleo vegetal, obtendo-se razão de energia agregada de 1,4.

A análise econômica mostrou que nas condições estudadas, é importante a implementação de políticas agrícolas que incentivem a disponibilização de crédito em condições favoráveis, para que os agricultores possam adquirir suas próprias máquinas e implementos agrícolas, e assim, baixar seus custos de produção. Conclui-se, também, que a comercialização do óleo e da torta, após a extração em pequena escala, é mais rentável que a venda exclusiva dos grãos. Entretanto, potencialmente o produtor pode aumentar significativamente sua renda caso a torta seja aproveitada em atividades econômicas próprias, tais como seu uso como ração animal na criação de bovinos, ovinos e peixes. A produção de mel apresenta-se como uma alternativa de grande potencial econômico na cadeia de produção do girassol.

Considerando a extensão do trabalho realizado que envolveu áreas distintas do conhecimento, alguns aspectos precisam ser melhor compreendidos e mais aprofundados, em especial os sociais, visto que há por parte dos agentes que compõem a cadeia de produção do biodiesel, um grande desconhecimento em relação às condições de vida e produtiva dos agricultores familiares e como inseri-los de forma eficaz e sustentada neste processo. Outro ponto relevante e que necessita um maior estudo diz respeito à otimização das condições de produção agrícola em pequena escala com base em metas de produção de biodiesel.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL. **Leilões** 2009. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/leilao_biodiesel.asp>. Acesso em: 21 jul. 2009.

BARBETA, Paulo A. **Estatística aplicada às Ciências Sociais**. 7. ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 2007, 315 p.

BARNWAL, B. K.; SHARMA, M. P. Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 9, n. 4, pp. 363-378, 2005.

BATALHA, Mário O.; BUAINAIN, Antonio M.; SOUZA FILHO, Hildo M. Tecnologia de Gestão e Agricultura Familiar. In: SOUZA FILHO, Hildo M.; BATALHA, Mário O. **Gestão Integrada da Agricultura Familiar**. São Carlos: Ed. UFSCar, 2005, p. 43-65.

BELTRÃO, Napoleão E. M. Oleaginosas Tradicionais e Alternativas na Produção de Agrobioenergia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROBIOENERGIA E SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEL. **Anais...** Uberlândia/MG, 2008.

BUAINAIN, Antonio M. et al. Peculiaridades Regionais da Agricultura Familiar Brasileira. In: SOUZA FILHO, Hildo M.; BATALHA, Mário O. **Gestão Integrada da Agricultura Familiar**. São Carlos: EdUFSCar, 2005, pp. 13-41.

CARRARETTO, C. et al. Biodiesel as alternative fuel: experimental analysis and energetic evaluations. **Energy**, v. 29, n. 12, pp. 2195-2211, 2004.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. **Seção Agromensal**. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/agromensal/>>. Acesso em: 3 ago. 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura da Agropecuária** – Mensal, 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=114>>. Acesso em: 10 abr. 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série Histórica de Produção 2009**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. *Seção CATI Responde*, n. 53, 2003. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/novacati/tecnologias/catiresponde/cr53torta_de_girassol.html>. Acesso em: 12 nov. 2008.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_produtos/SementesMudas/cultivares/girassol_catissol01.php>. Acesso em: 21 mai. 2009.

DALL'AGNOL, Amélio; VIEIRA, Osvaldo V.; LEITE, Regina M. V. B. de C. Origem e Histórico do Girassol. In: LEITE, Regina M. V. B. de C.; BRIGHENTI, Alexandre M.; CASTRO, Cesar de. **Girassol No Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 1-14.

DEMIRBAS, Ayhan. Importance of Biodiesel as Transportation Fuel. **Energy Policy**, v. 35, n. 9, pp. 4661-4670, 2007.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2008**: ano base 2007. Rio de Janeiro: EPE, 2008, 124 p.

EUROPEAN BIODIESEL BOARD. **Statistics** – Production By Country, 2008. Disponível em: <<http://www.ebb-eu.org/stats.php>>. Acesso em: 3 ago. 2009.

GAZZONI, Décio L.; FELICI, Paulo H.N.; CORONATO, Rafael M. S. Balanço Energético das culturas de soja e girassol para a produção de biodiesel. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2006, Brasília. **Anais...** Brasília, 2006.

HOLANDA, Ariosto. **Biodiesel e Inclusão Social**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da população**, 2007a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rn&tema=contagem>>. Acesso em: 14 mai. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**, 2007b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pamclo/2007/comentario.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Planejamento Estratégico Tecnológico e Logístico para o Programa Nacional do Biodiesel**. Rio de Janeiro: Centro de Estudos em Logística/COPPEAD, nov. 2007.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Informações Estatísticas da Agricultura 2005**. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Governo do Estado de São Paulo, v. 17, 2006.

INSTITUTO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RN. **Perfil do RN**, 2002. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/governo/secretarias/idema/perfilrn/Aspectos-fisicos.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Programas Territórios da Cidadania, **Caderno do Território do Mato Grande – RN**, Volume I, 2003. Disponível em <<http://sit.mda.gov.br/caderno.php?ac=buscar&territorio55>>. Acesso em 30. out. 2008.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers**. Valencia, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf>. Acesso em: 19 set. 2008.

JANULIS, P. Reduction of Energy Consumption in Biodiesel Fuel Life Cycle. **Renewable Energy**, v. 29, n. 6, pp. 861-871, 2004.

KALLIVROUSSIS, L.; NATSIS A.; PAPADAKIS, G. The Energy Balance Of Sunflower Production for Biodiesel in Greece. **Biosystems Engineering**, v. 81, n. 3, pp. 347-354, 2002.

KNOTHE, Gerhard et al. **Manual de Biodiesel**. São Paulo: Edgar Blucher, 2006.

LEITE, Regina M. V. B. de C.; BRIGHENTI, Alexandre M.; CASTRO, Cesar de. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, 641 p.

LEITE, Regina M. V. B. de C. Manejo de Doenças do Girassol. In: LEITE, Regina M. V. B. de C.; BRIGHENTI, Alexandre M.; CASTRO, Cesar de. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 501-546.

LEITE, Regina M. V. B. de C.; CASTRO, Cesar de; KAZUHITO ZITO, Roberto (Org.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 17; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 5, Uberava, out. 2007. **Atas...** Londrina: Embrapa Soja, 2008, 72p.

LIMA, Paulo César R. **O biodiesel e a inclusão social**. Consultoria Legislativa. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004.

LIRA, Marcelo A. et al. **Avaliação de Cultivares de Girassol no Estado do Rio Grande do Norte**. Natal: Emparn, 2007. Disponível em: <http://www.emparn.rn.gov.br/links/Publicações/Marcelo/AVALIA%C7AO_CULTIVARES_GIRASSOL_RN.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2008.

LURGI. **Biodiesel**. Brochura, 2008. Disponível em: <http://www.lurgi.info/website/fileadmin/user_upload/1_PDF/1_Broshures_Flyer/englisch/0301e_Biodiesel.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2009.

MACEDO, I. C.; LEAL, M. R. L. V.; SILVA, J. E. A. R. da. **Balanco das Emissões de Gases do Efeito Estufa na Produção e no Uso do Etanol no Brasil**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente - Governo do Estado de São Paulo, abr. 2004.

MACEDO, Martha H. G. de. **Mamona**. Brasília: CONAB, mar. 2004. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/cas/especiais/mamona_analise_perspectiva_do_mercado_safr_2004_2005.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Serviços, **Zoneamento Agrícola**, 2009. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 14 mar. 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Comunicado técnico 115**, 2000. Disponível em <<http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2000/COMTEC115.pdf>> Acesso em: 14 mar. 2009

MEHER, L. C.; SAGAR, D. V.; NAIK, S. N. Technical aspects of biodiesel production by transesterification - a review. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 10, n. 3, p. 248-268, 2006.

MITTELBACH, Martin; REMSCHMIDT, Claudia. **Biodiesel** - The Comprehensive Handbook. Viena: Boersedruck Ges.m.b.H, 2004.

MOURAD, Anna L. **Avaliação da Produção de Biodiesel a partir de Soja em sua Cadeia Produtiva**. 2008. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas.

NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Cadernos NAE**, n. 2, jul. 2004. Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, 2004.

OZKAN, Burhan; AKCAOZ, Handan; FERT, Cemal. Energy Input-Output Analysis in Turkish Agriculture. **Renewable Energy**, v. 29, n. 1, p. 39-51, 2004.

PARENTE, E. J. S. **Biodiesel**: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Tecbio, 2003.

PIMENTEL, David; PATZEK, Tad W. Ethanol Production using corn, switchgrass, and wood: biodiesel production using soybean and sunflower. **Natural Resources Research**, v. 14, n. 1, mar. 2005.

POUSA, Gabriella P. A. G.; SANTOS, André L. F.; SUAREZ, Paulo A. Z. History and policy of biodiesel in Brazil. **Energy Policy**, v. 35, n. 11, p. 5393-5398, 2007.

RIO GRANDE DO NORTE. Assessoria de Comunicação Social do Estados do RN. **Governos do RN e do Japão firmam parceria para produção de biocombustíveis**. Natal: Seção Notícias, 15 nov. 2009. Disponível em: <http://www.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/govrn/imprensa/enviados/noticia_detalhe.asp?nCodigoNoticia=10121>. Acesso em: 20 mai. 2009.

ROSCOE, Renato. Oleaginosas para a produção de biodiesel no Brasil: Opções e Alternativas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROBIOENERGIA E SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEL. **Anais...** 2008, Uberlândia/MG.

ROSILLO-CALLE, Frank; PELKMANS, Luc; WALTER, Arnaldo. A Global Overview of Vegetable Oils, with Reference to Biodiesel. **IEA Bioenergy**, 2009. Disponível em <http://www.bioenergytrade.org/downloads/vegetableoilstudyfinaljune18.pdf>. Acesso em 10. ago. 2009

RYAN, Lisa; CONVERY, Frank; FERREIRA, Susana. Stimulating the Use of Biofuels in the European Union: Implications for climate change policy. **Energy Policy**, v.34, n. 17, pp. 3184-3194, 2006.

SANTOS, Paulo P. **Evolução Econômica do Rio Grande do Norte (Século XVI ao XXI): 500 anos de história econômica do Rio Grande do Norte**. 2. ed. Natal: Departamento de Imprensa do Estado, 2001.

SANTOS, Robério F. Unidade Demonstrativa do Agronegócio para a Agricultura Familiar. **Comunicado Técnico 115**. Campina Grande: EMBRAPA, 2000.

SHAHID, Ejaz M.; JAMAL, Younis. A review of biodiesel as vehicular fuel, **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 12, n. 9, p. 2484-2494, 2008.

SHEEHAN, John et al. **An Overview of Biodiesel and Petroleum Diesel Life Cycles**, NREL/TP-580-24772. Colorado/EUA, National Renewable Energy Laboratory, 1998.

TRIPP, Bryan M. **Evaluating the Life-Cycle of Biodiesel in North America**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Toronto, Canadá.

TYSON, K. S. et al. **Biomass Oil Analysis: Research Needs and Recommendations**. NREL/TP-510-34796. Colorado/EUA: National Renewable Energy Laboratory, Jun. 2004.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Oilseeds: World Markets and Trade**, 2009. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/oilseeds_arc.asp>. Acesso em: 20 jul. 2009.

UZUNOZ, M.; AKCAY, Y.; ESENGUN, K. Energy Input-Output Analysis of Sunflower Seed (*Helianthus annus L.*) Oil in Turkey. **Energy Sources**, Part B, n. 3, p. 215-223, 2008.

Anexo 1 – Capacidades de produção de biodiesel autorizada pela ANP

ITEM	EMPRESA	MUNICÍPIO	ESTADO	CAPACIDADE ANNUAL M3/ANO	AUTORIZADA A COMERCIALIZAR	DETENTORAS DO SELO COMBUSTÍVEL SOCIAL
1	ABDIESEL Ltda.	Araguari	MG	2.160,0		
2	ADM do Brasil Ltda	Rondonópolis	MT	245.520,0	X	X
3	AGRENCO	Alto Araguaia	MT	235.294,1		X
4	AGROPALMA	Belém	PA	108.00,0	X	X
5	AGROSOJA	Sorriso	MT	28.800,0	X	X
6	AMAZONBIO	Ji Paraná	RO	16.200,0	X	
7	AMBRA	Varginha	MG	864,0		
8	ARAGUASSÚ	Porto Alegre do Norte	MT	36.000,0	X	X
9	BARRALCOOL	Barra do Bugres	MT	58.823,5	X	X
10	BIG FRANGO	Rolândia	PR	14.400,0		
11	BINATURAL	Formosa	GO	30.240,0	X	X
12	BIO ÓLEO	Cuiabá	MT	3.600,0	X	
13	BIOCAMP	Campo Verde	MT	55.440,0	X	X
14	BIOCAPITAL	Charqueada	SP	274.117,6	X	X
15	BIOCAR	Dourados	MS	10.800,0	X	
16	BIOLIX	Rolândia	PR	10.800,0	X	
17	BIOMINAS	Araxá	MG	10.800,0	X	
18	BIONORTE	São Miguel do Araguaia	GO	29.411,8		
19	BIOPAR	Nova Marilândia	MT	8.400,0	X	
20	BIOPAR	Rolândia	PR	43.200,0	X	

21	BIOTINS	Paraíso do Tocantins	TO	9.720,0	X	
22	BIOVERDE	Taubaté	SP	88.235,3	X	X
23	BRACOL	Lins	SP	125.712,0	X	X
24	BRASIL ECODIESEL	Crateús	CE	108.000,0	X	X
25	BRASIL ECODIESEL	Floriano	PI	97.200,0	X	X
26	BRASIL ECODIESEL	Iraquara	BA	129.600,0	X	X
27	BRASIL ECODIESEL	Porto Nacional	TO	129.600,0	X	X
28	BRASIL ECODIESEL	Rosário do Sul	RS	129.600,0	X	X
29	BRASIL ECODIESEL	São Luiz	MA	129.600,0	X	X
30	BSBIOS	Passo Fundo	RS	159.840,0	X	X
31	CAIBIENSE	Rondonópolis	MT	5.400,0	X	
32	CARAMURU	São Simão	GO	187.500,0	X	X
33	CESBRA	Volta Redonda	RJ	21.600,0	X	
34	CLV	Colider	MT	36.000,0	X	X
35	COMANCHE	Simões Filho	BA	120.600,0	X	X
36	COMANDOLLI	Rondonópolis	MT	3.600,0		
37	COOAMI	Sorriso	MT	3.600,0		
38	COOMISA	Sapezal	MT	4.320,0	X	
39	COOPERBIO	Lucas do Rio Verde	MT	1.440,0		
40	COOPERBIO	Cuiabá	MT	12.2400,0	X	
41	COOPERFELIZ	Feliz Natal	MT	2.400,0		
42	DHAYMERS	Taboão da Serra	SP	9.360,0		
43	DVH	Tailândia	PA	12.600,0	X	
44	FERTIBOM	Catanduva	SP	42.000,0	X	X
45	FIAGRIL	Lucas do Rio Verde	MT	147.585,6	X	X
46	FRIGOL	Lençóis Paulistas	SP	6.000,0		
47	FUSERMANN	Barbacena	MG	10.800,0		

48	GRANOL	Anápolis	GO	190.588,2	X	X
49	GRANOL	Cachoeira do Sul	RS	335.998,8	X	X
50	GRANOL	Campinas	SP	90.000,0		X
51	INNOVATTI	Mairinque	SP	6.740,0		
52	KGB	Sinop	MT	1.800,0		
53	NUTEC	Fortaleza	CE	864,0		
54	OLEOPLAN	Veranópolis	RS	237.600,0	X	X
55	OURO VERDE	Rolim de Moura	RO	6.120,0	X	
56	PETROBRAS	Candeias	BA	56.520,0	X	X
57	PETROBRAS	Quixadá	CE	56.520,0	X	X
58	PETROBRAS	Montes Claros	MG	56.520,0	X	X
59	RENOBRÁS	Dom Aquino	MT	7.200,0		
60	SOYMINAS	Cássia	MG	14.400,0		
61	SPBio	Sumaré	SP	10.080,0	X	
62	SSIL	Rondonópolis	MT	1.800,0		
63	TAUÁ	Nova Mutum	MT	36.000,0		
64	USIBIO	Sinop	MT	7.200,0		
65	VERMOEHLLEN	Rondonópolis	MT	1.800,0		

Número de Empresas Autorizadas a Produzir e Comercializar Biodiesel =

43

Capacidade de Produção das Empresas Autorizadas a Produzir e Comercializar Biodiesel = 3.600.601,00 m³ / ano (1)

Número de Empresas Detentoras do Selo Combustível Social = 30 (2)

(1) Fonte: ANP, dados atualizados em mai/2009, capacidades baseadas em 360 dias de operação

(2) Fonte: MDA , dados atualizados em nov/2008

Anexo 2 – O semi-árido brasileiro

A região semi-árida brasileira se caracteriza por apresentar um clima predominante seco com intervalos de seis a onze meses sem chuvas e uma temperatura média superior a 18° C durante todo o ano.

Outra característica marcante desta região diz respeito ao regime de chuvas sendo comuns as ocorrências concentradas e a irregularidade tanto do ponto de vista espacial quanto temporal.

A necessidade da delimitação oficial do semi-árido brasileiro surgiu com a lei nº 7.827, de 27 de dezembro de 1989, que criou e estabeleceu as condições de aplicação do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE). A Constituição determina que pelo menos 50% dos recursos deste Fundo sejam aplicados no financiamento de atividades produtivas em municípios do semi-árido.

Os critérios de seleção dos municípios que compõem oficialmente a região semi-árida brasileira têm mudado ao longo do tempo em função dos conhecimentos acumulados sobre o fenômeno da seca. A delimitação mais recente foi institucionalizada através da Portaria do Ministério da Integração Nacional nº 89, de 16 de março de 2005 e obedeceu aos seguintes critérios:

- I – Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
- II – Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapo-transpiração potencial, no período entre 1961 e 1990;
- III – Risco de seca maior que 60%, tomando por base o período entre 1970 e 1990.

Atualmente 1.133 municípios integram a região semi-árida brasileira. Além dos recursos do FNE, os produtores rurais beneficiários do PRONAF desta região dispõem de crédito agrícola facilitado. A figura 4 mostra a atual configuração da região semi-árida brasileira



Figura A2.1 – Delimitação da região semi-árida brasileira

Anexo 3 – Sistema de plantio aplicado a cultura do girassol

Os sistemas de plantio empregados no cultivo do girassol podem ser tanto o direto quanto o convencional desde que observados os cuidados necessários a fim de evitar o processo erosivo do solo (Leite et al. 2005).

Do ponto de vista de conservação do solo, o sistema de plantio direto é o mais indicado no plantio do girassol tendo em vista a minimização de ocorrência de processos erosivos. Neste sistema a palha e os restos das culturas anteriores são mantidas na superfície do solo e a manipulação do solo ocorre apenas na linha da semeadura com a introdução da sementes e adubos através de equipamentos específicos. A rigor, neste sistema não há a preparação do solo, havendo apenas o controle das plantas daninhas através de um manejo adequado, além da correção da acidez do solo quando necessário antes da semeadura. As principais vantagens do sistema de plantio direto são:

- reduzida perda de solo por erosão;
- maior teor de matéria orgânica no solo;
- maior retenção de água no solo;
- menor número de operações agrícolas utilizadas;

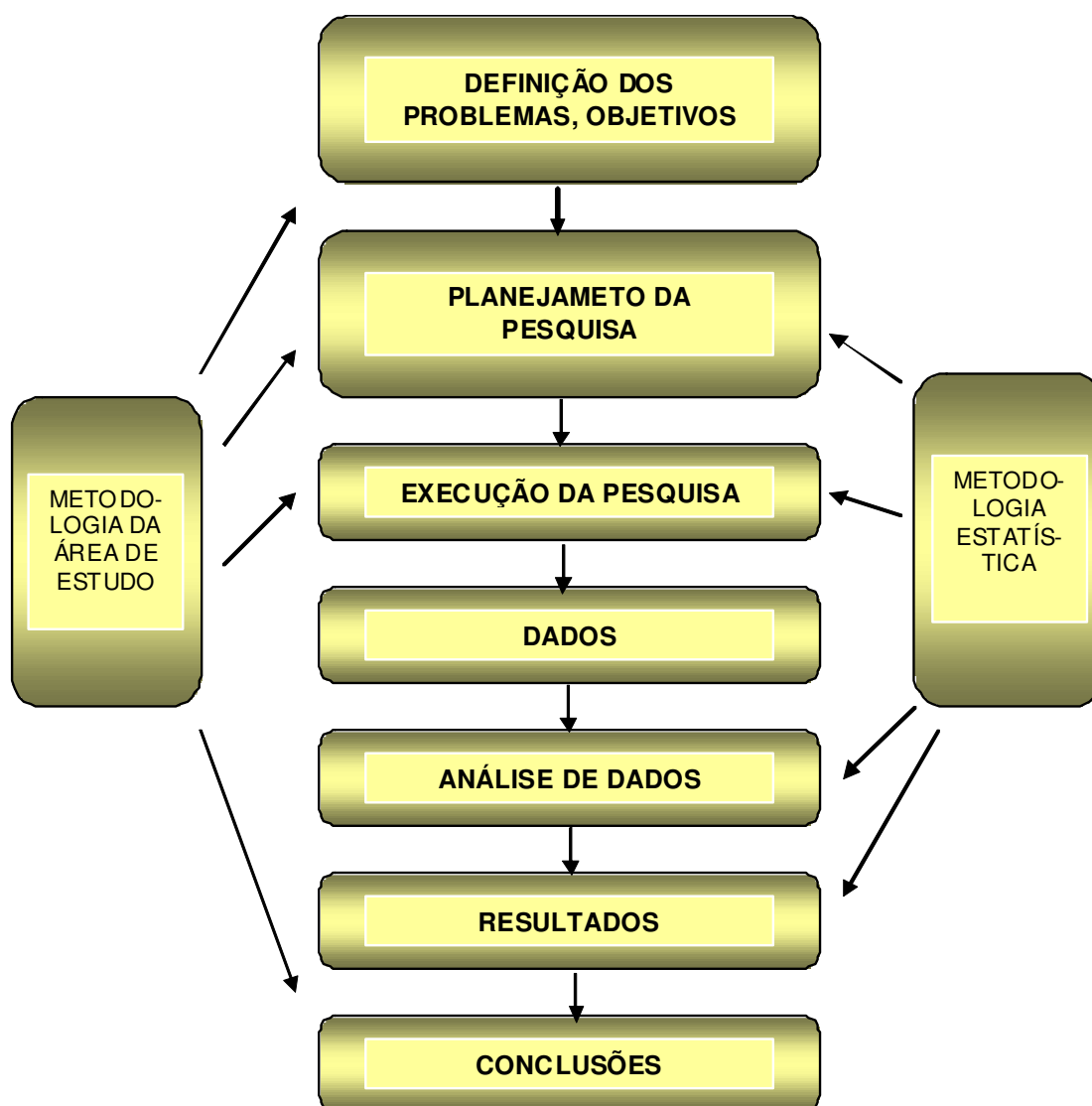
No sistema direto alguns cuidados devem ser observados, em especial aqueles relativo a compactação do solo, a acidez do solo e a presença de fungos prejudiciais existentes na palha e restos de outras culturas.

O sistema de plantio convencional se caracteriza pela prática das operações primárias e secundárias de preparação do solo tais como a aração e a gradagem de nivelamento,

respectivamente. A aração tem como objetivos: quebrar a compactação do solo, aumentar a aeração e a retenção da água no solo, promover o controle de plantas daninhas e incorporar restos culturais. A gradagem de nivelamento promove a uniformização do terreno e a incorporação de resíduos possibilitando uma semeadura mais eficiente.

No projeto agrícola estudado foi utilizado o sistema convencional tendo em vista que este é o modelo predominante e historicamente praticado na região.

Anexo 4 – Fluxograma das principais etapas da pesquisa quantitativa



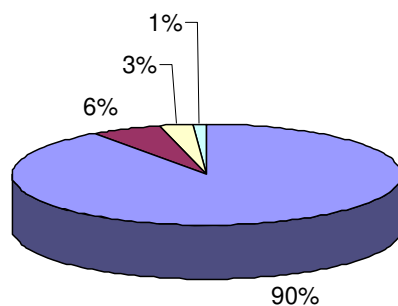
Fonte: BARBETA (2007)

2.5	Quantas pessoas trabalham efetivamente no estabelecimento ? <input type="checkbox"/> De 1 a 2 pessoas <input type="checkbox"/> De 5 a 6 pessoas	<input type="checkbox"/> De 3 a 4 pessoas <input type="checkbox"/> Acima de 6 pessoas																				
2.6	Há quantos anos o responsável pelo estabelecimento trabalha na atividade agrícola ? <input type="checkbox"/> Menos de 1 ano <input type="checkbox"/> De 5 anos a menos de 10 anos																					
	<input type="checkbox"/> De 1 ano a menos de 5 anos <input type="checkbox"/> 10 anos e mais																					
2.7	Qual a avaliação do produtor individual a respeito do papel das Cooperativas e Associações ? <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Desnecessário																					
	<input type="checkbox"/> Desconfiança <input type="checkbox"/> Não sabe dizer																					
3 CARACTERÍSTICAS DO ESTABELECIMENTO AGRÍCOLA E SUA UTILIZAÇÃO																						
3.1	Qual a área total do estabelecimento em hectares ? <input type="checkbox"/> Menos de 10 Ha <input type="checkbox"/> De 30 a 50 Ha																					
	<input type="checkbox"/> De 10 a menos de 30 Ha <input type="checkbox"/> Acima de 50 Ha																					
3.2	Há quanto tempo possui ou dirige o estabelecimento ? <input type="checkbox"/> Menos de 1 ano <input type="checkbox"/> De 5 anos a menos de 10 anos																					
	<input type="checkbox"/> De 1 ano a menos de 5 anos <input type="checkbox"/> 10 anos e mais																					
3.3	Utiliza máquinas e implementos agrícola no estabelecimento ? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim ? Qual a procedência ?																					
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Equipamento</th> <th style="width: 50%;">Procedência</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> Trator</td> <td><input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Grade Aradora</td> <td><input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Grade niveladora</td> <td><input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Adubadeira</td> <td><input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Plantadeira</td> <td><input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pulverizador</td> <td><input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Colheitadeira</td> <td><input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Cultivador</td> <td><input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Capinadeira</td> <td><input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros</td> </tr> </tbody> </table>		Equipamento	Procedência	<input type="checkbox"/> Trator	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros	<input type="checkbox"/> Grade Aradora	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros	<input type="checkbox"/> Grade niveladora	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros	<input type="checkbox"/> Adubadeira	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros	<input type="checkbox"/> Plantadeira	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros	<input type="checkbox"/> Pulverizador	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros	<input type="checkbox"/> Colheitadeira	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros	<input type="checkbox"/> Cultivador	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros	<input type="checkbox"/> Capinadeira	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros
Equipamento	Procedência																					
<input type="checkbox"/> Trator	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros																					
<input type="checkbox"/> Grade Aradora	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros																					
<input type="checkbox"/> Grade niveladora	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros																					
<input type="checkbox"/> Adubadeira	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros																					
<input type="checkbox"/> Plantadeira	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros																					
<input type="checkbox"/> Pulverizador	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros																					
<input type="checkbox"/> Colheitadeira	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros																					
<input type="checkbox"/> Cultivador	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros																					
<input type="checkbox"/> Capinadeira	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Terceiros																					
3.4	O estabelecimento recebe orientação técnica especializada na atividade agropecuária ? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim ? <input type="checkbox"/> Ocasionalmente <input type="checkbox"/> Regularmente																					
3.5	Faz correção do solo ou adubação no estabelecimento ? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim ? Quais os produtos que utiliza ? <input type="checkbox"/> Adubo químico <input type="checkbox"/> Outros <input type="checkbox"/> Esterco <input type="checkbox"/> Calcário																					
3.6	Utiliza defensivos para o controle de pragas e/ou doenças em vegetais ? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim																					

6 PARTICIPAÇÃO DO PRODUTOR E RESULTADOS DO PLANTIO DE GIRASSOL	
6.1	Tratos culturais (limpeza da plantação) <input type="checkbox"/> Mecanizado <input type="checkbox"/> Capinadeira com Tração animal <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Não fez
6.2	Adubação cobertura <input type="checkbox"/> Mecanizada <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Não fez
6.3	Colheita <input type="checkbox"/> Mecanizada <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Manual com debulha mecânica
6.4	Área plantada : <input type="text"/> Ha
6.5	Quantidade produzida de grãos : <input type="text"/> kg
6.6	Produtividade : <input type="text"/> kg/Ha
6.7	Ganhos do produtor com o plantio do girassol : <input type="text"/> Reais
7 CONHECIMENTO E MOTIVAÇÃO DO PRODUTOR	
7.1	O produtor recebeu informações sobre a cultura do girassol ? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
7.2	O produtor sabe da destinação da produção do girassol ? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
7.3	Qual o motivo que levou o produtor a plantar a cultura do girassol ? <input type="checkbox"/> Experiência (cultura nova) <input type="checkbox"/> Condições oferecidas (máquinas,sementes e adubos seriam disponibilizados pela Cooperativa) <input type="checkbox"/> Influência do pessoal da Cooperativa <input type="checkbox"/> Propaganda realizada em relação a cultura do girassol <input type="checkbox"/> Outros
7.4	Irá plantar o girassol na próxima safra ? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sabe <input type="checkbox"/> Sim ? Quanto em relação a safra atual ? <input type="checkbox"/> Mais <input type="checkbox"/> Menos <input type="checkbox"/> A mesma coisa
7.5	Como voce avalia o rendimento financeiro que obteve com o girassol ? <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Muito Bom
7.6	Fora os ganhos financeiros com a venda do grão, o produtor identifica outros benefícios com a cultura do girassol ? <input type="checkbox"/> Mel <input type="checkbox"/> Forragem <input type="checkbox"/> Matéria orgânica no solo <input type="checkbox"/> Não vê outras vantagens

Anexo 6 – Resultado da pesquisa

Quem é o responsável pelo estabelecimento ?



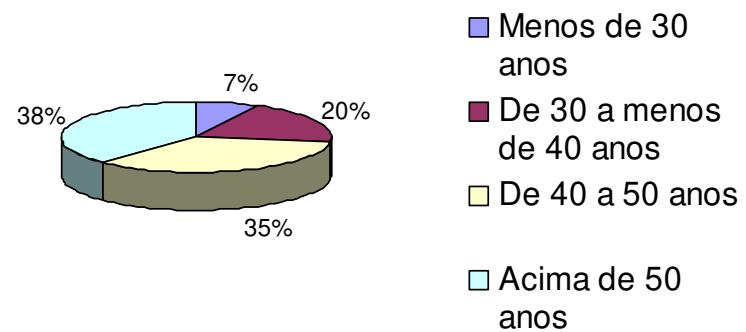
Produtor individual proprietário

Produtor individual com laço de parentesco com o proprietário

Produtor individual arrendatário

Outra pessoa

Qual a idade do produtor responsável ?



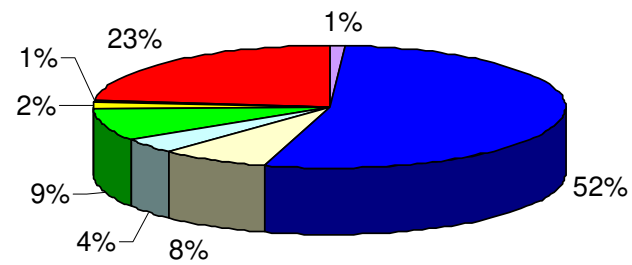
Menos de 30 anos

De 30 a menos de 40 anos

De 40 a 50 anos

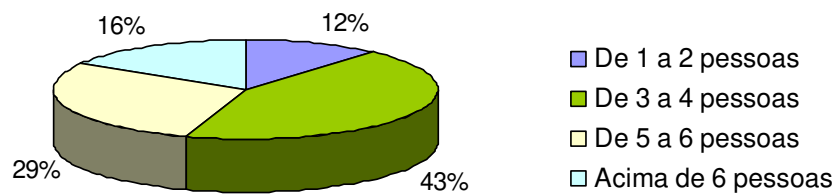
Acima de 50 anos

Qual o nível de instrução do responsável pelo estabelecimento ?

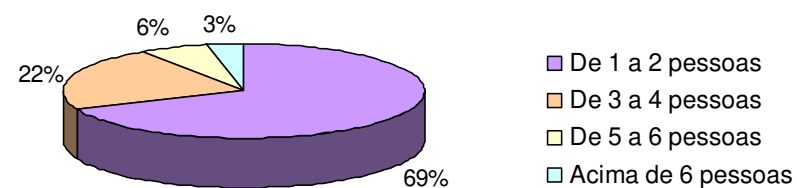


- Alfabetização de adultos
- Ensino fundamental incompleto
- Ensino fundamental completo
- Ensino médio ou 2º grau completo incompleto
- Ensino médio ou 2º grau completo
- Técnico agrícola
- Nível superior
- Nenhum

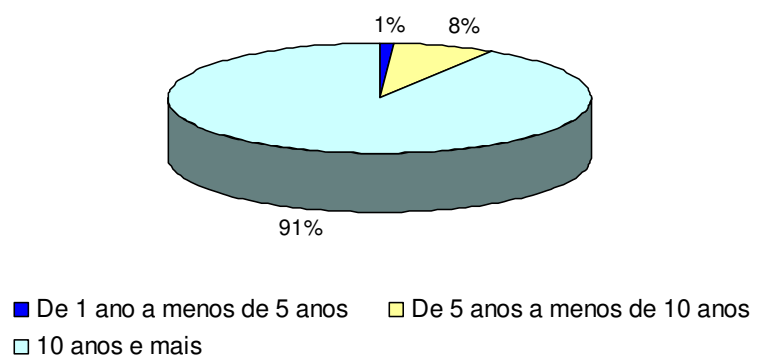
Quantas pessoas compõem a família do produtor ?



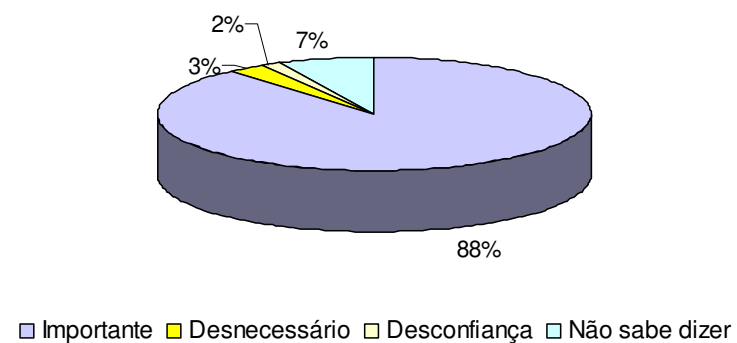
Quantas pessoas trabalham efetivamente no estabelecimento ?



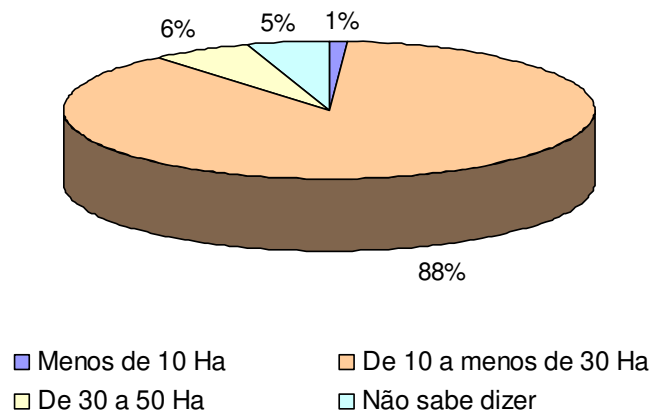
Há quanto tempo o responsável trabalha na atividade agrícola ?



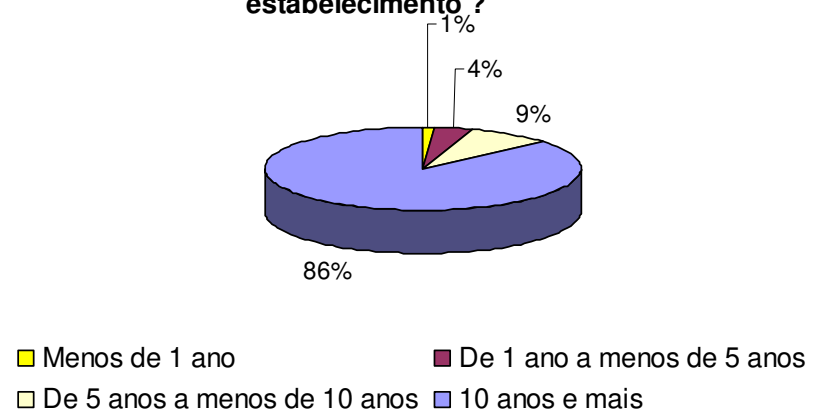
Qual a avaliação do produtor em relação ao papel das Cooperativas e Associações ?



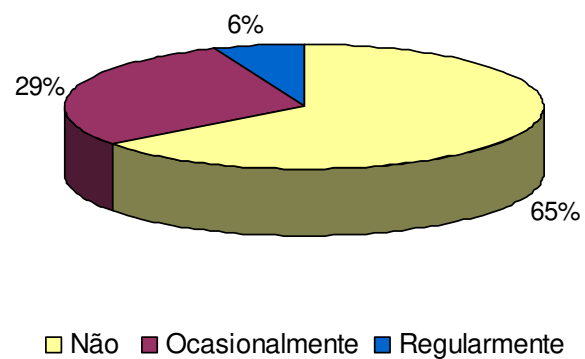
Qual a área total do estabelecimento ?



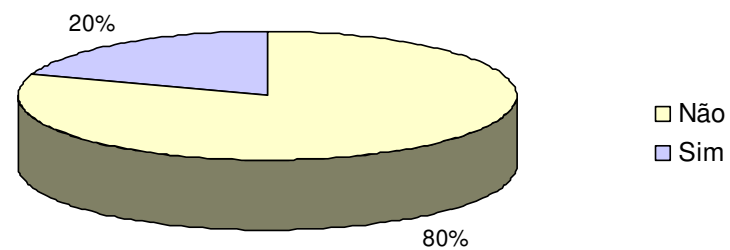
Há quanto tempo possui ou dirige o estabelecimento ?



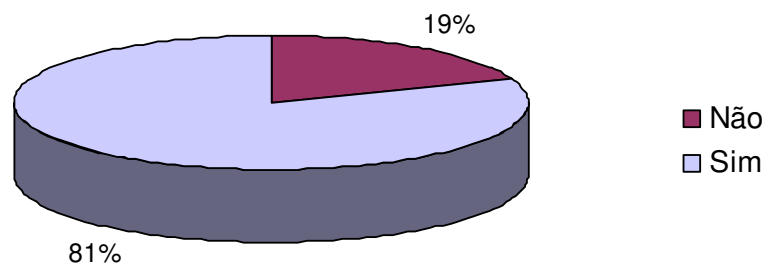
O estabelecimento recebe orientação técnica especializada na atividade agropecuária ?



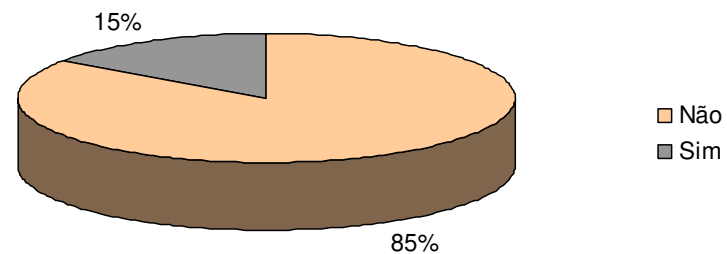
Faz correção do solo ou adubação no estabelecimento ?



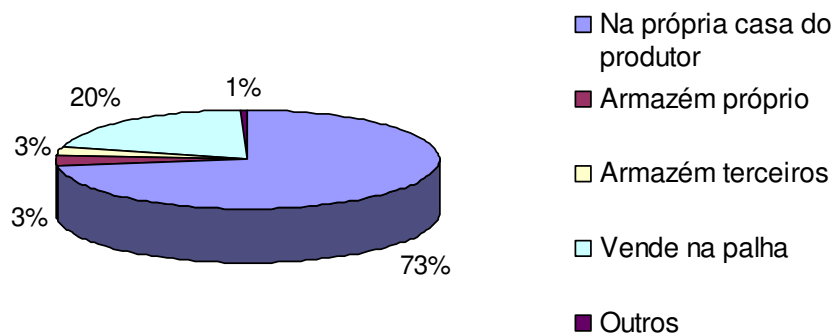
Utiliza defensivos para o controle de pragas ?



Faz irrigação no estabelecimento ?



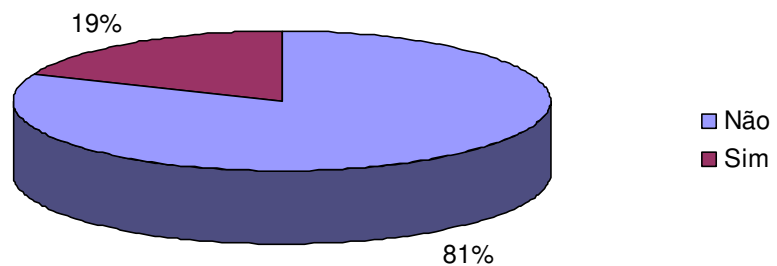
Onde a produção agrícola é armazenada ?



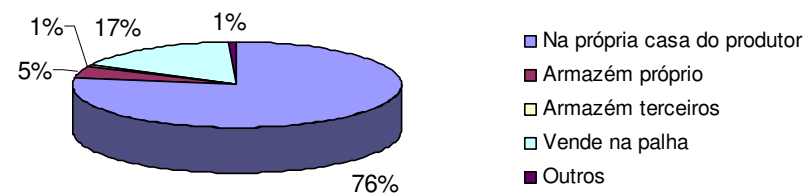
Como transporta a produção agrícola ?



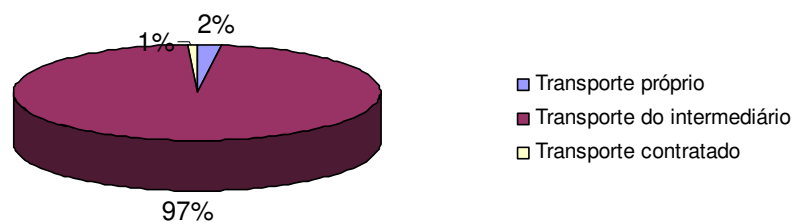
Faz irrigação no estabelecimento ?



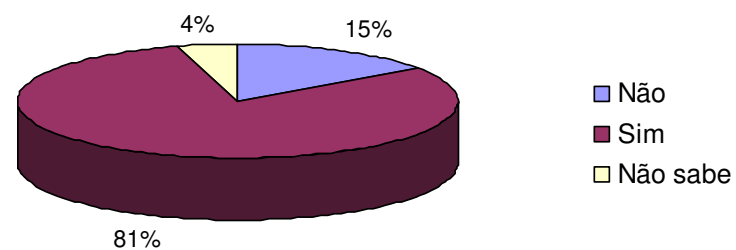
Onde a produção agrícola é armazenada ?



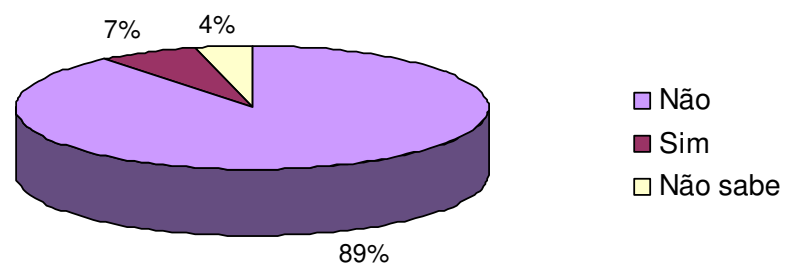
Como transporta a produção agrícola ?



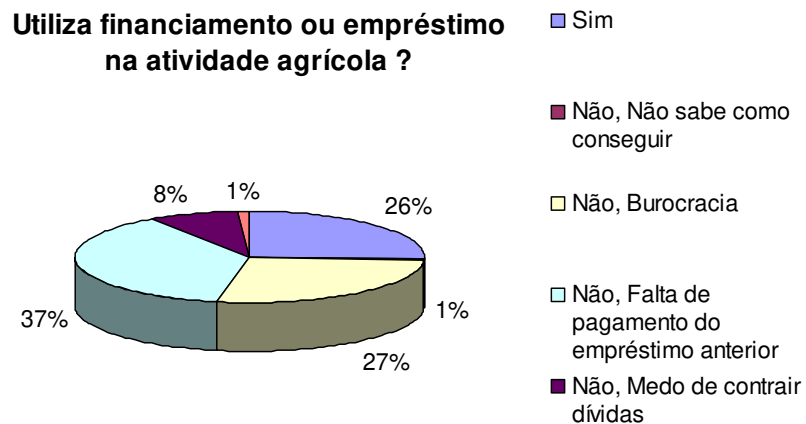
Possui área ocupada com matas ?



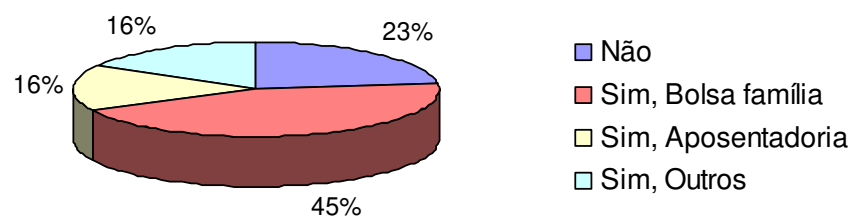
Possui áreas inapropriadas para a agricultura na propriedade ?



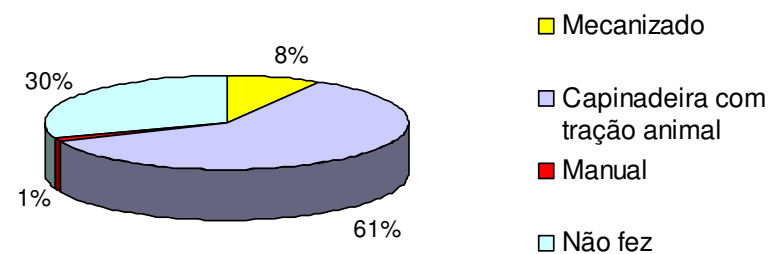
Utiliza financiamento ou empréstimo na atividade agrícola ?



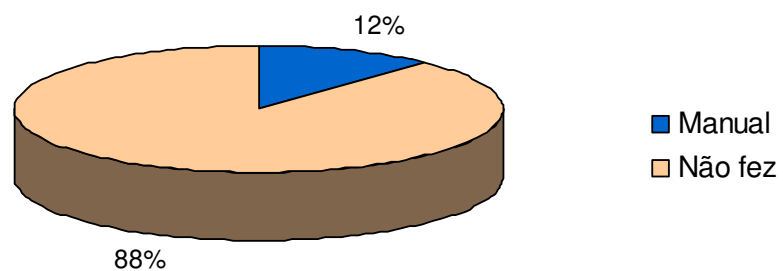
O produtor tem outras receitas além daquelas oriundas da propriedade agrícola ?



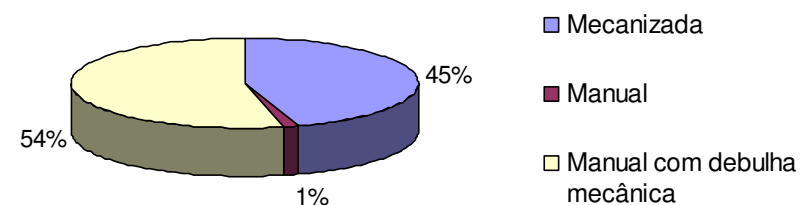
Realização dos Tratos culturais (limpeza da plantação)



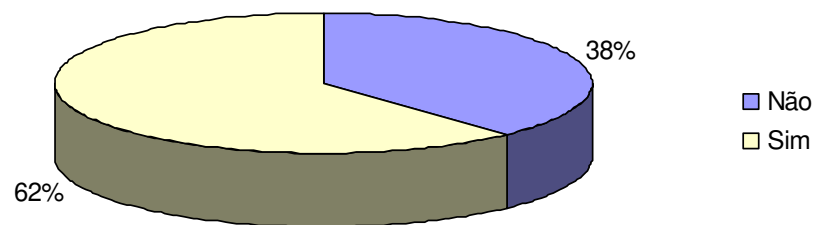
Realização da adubação de cobertura



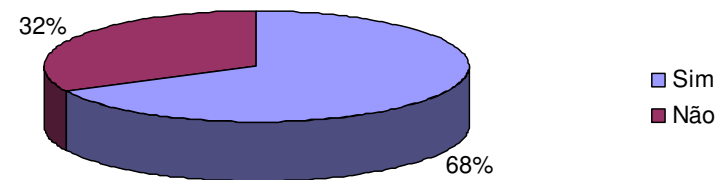
Realização da colheita



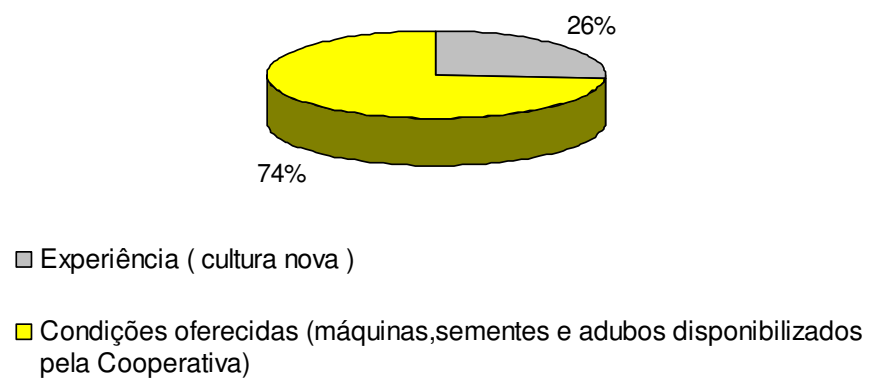
O produtor recebeu informações sobre a cultura do girassol ?



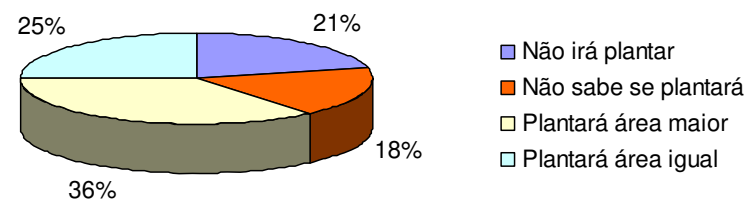
O produtor sabe da destinação da produção do girassol ?



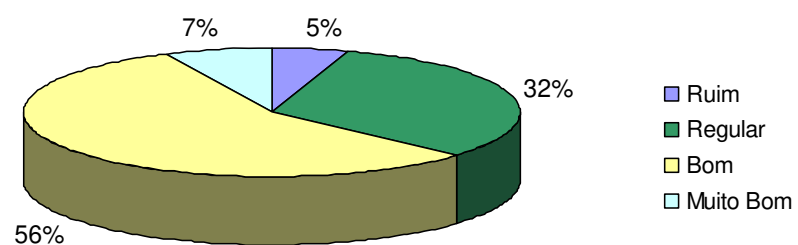
Qual o motivo que levou o produtor a plantar a cultura do girassol ?



Irá plantar girassol na próxima safra ?



Avaliação do ganho financeiro



O produtor identifica outros benefícios com a cultura do girassol ?

