

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
NÍVEL MESTRADO**

**FERNANDA SCHUTZ**

**PRODUÇÃO DE ETANOL EM PEQUENA ESCALA: UM ESTUDO DA  
VIABILIDADE ECONÔMICA A PARTIR DAS EXPERIÊNCIAS DE CÂNDIDO  
GODÓI E DE IJUÍ (RS) PARA O ANO DE 2012**

**São Leopoldo (RS)**

**2013**

**Fernanda Schutz**

**PRODUÇÃO DE ETANOL EM PEQUENA ESCALA: UM ESTUDO DA  
VIABILIDADE ECONÔMICA A PARTIR DAS EXPERIÊNCIAS DE CÂNDIDO  
GODÓI E DE IJUÍ (RS) PARA O ANO DE 2012**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia, pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Orientadora: Angélica Massuquetti

Coorientador: Tiago Wickstrom Alves

**São Leopoldo (RS)**

**2013**

S497p

Schutz, Fernanda

Produção de etanol em pequena escala: um estudo da viabilidade econômica a partir das experiências de Cândido Godói e de Ijuí (RS) para o ano de 2012 / Fernanda Schutz -- 2013.

159 f. :il. color. ; 30cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Programa de Pós-Graduação em Economia, São Leopoldo, RS, 2013.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>Angélica Massuquetti.  
Coorientador: Prof. Dr. Tiago Wickstrom Alves.

1. Economia. 2. Viabilidade econômica - Produção de etanol - Ijuí - Cândido Godói. I. Título. II. Massuquetti, Angélica. III. Alves, Tiago Wickstrom.

CDU 33

Catálogo na Publicação:  
Bibliotecário Eliete Mari Doncato Brasil - CRB 10/1184

Fernanda Schutz

**Produção de etanol em pequena escala: um estudo da viabilidade econômica a partir das experiências de Cândido Godói e de Ijuí (RS) para o ano de 2012**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia, pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Angélica Massuquetti  
UNISINOS – Orientadora

---

Tiago Wickstrom Alves  
UNISINOS - Co-orientador

---

André Filipe Zago de Azevedo  
UNISINOS

---

Fernando Maccari Lara  
UNISINOS

---

Paulo Ricardo Feistel  
UFSM

*Dedico este trabalho ao meu esposo Daniel,  
aos meus pais Valdete e Fernando e às minhas  
irmãs Juliana e Mariana.*

## AGRADECIMENTOS

Conciliar o mestrado com uma vida já estruturada não é tarefa fácil. Exige dedicação, paciência, perseverança, aliás, muita perseverança, pois os obstáculos são muitos e imensos e momentos em que pensei em desistir não faltaram. Contudo, encontramos pessoas nas quais podemos nos apoiar nesta árdua, mas necessária e importante tarefa. Este trabalho não seria possível de ser realizado, se não fosse a disponibilidade das pessoas envolvidas nos projetos estudados, assim agradeço:

- ✓ Ao meu querido esposo, Daniel, que, nestes dois primeiros anos de casamento, travou ao meu lado esta batalha no mesmo período, apoiando cada decisão, cada noite em claro, cada fim de semana dedicado a este trabalho;
- ✓ À minha orientadora, Profa. Dra. Angélica Massuquetti, por toda orientação, colaboração, pelas breves, mas importantes discussões, puxões de orelhas, quando necessário, e que, mesmo nos momentos mais difíceis, acreditou na realização desta pesquisa;
- ✓ Ao meu coorientador, Prof. Dr. Tiago Wickstrom Alves, pelas pequenas, mas importantes conversas, tentando fazer com que eu fosse além do que estava posto, sem sair do foco;
- ✓ Ao PPG de Economia da UNISINOS e ao CNPq, que me concederam a bolsa de pesquisa, pois, sem ela, o mestrado seria um sonho distante de ser realizado;
- ✓ À toda atenção e colaboração da Cooperger, na pessoa do Sr. Francisco, o qual me recebeu de braços abertos, colocando-se à disposição, bem como a cada agricultor que concedeu sua entrevista;
- ✓ Ao Sr. Valmir, representando todos os envolvidos no projeto de Ijuí, e, em especial, à equipe da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural, pela ajuda nas visitas realizadas, nas pessoas da Ana e do Tomas;
- ✓ A todos os professores do PPGE, que dedicaram tempo, atenção e conhecimento nas aulas e nos corredores;
- ✓ Aos colegas de mestrado, que juntos mostraram que este não é um caminho solitário, mas de solidariedade, união e amizade;
- ✓ Não posso deixar de mencionar os locais em que trabalhei, durante a execução do mestrado: Femama e Secretaria de Desenvolvimento Social, nas pessoas da Rosa e da Rosi, e Márcia, respectivamente, pelos momentos necessários de afastamento para as aulas e para o desenvolvimento da dissertação.

*A preguiça interrompe o progresso de nossa prática espiritual. Podemos ser ludibriados por três formas de preguiça: a que se manifesta como indolência, que é o desejo de adiar; a que se manifesta como sentimento de inferioridade, que é duvidar da própria capacidade; e a que se manifesta com a adoção de atitudes negativas, que é dedicar um esforço excessivo àquilo que não é virtude (Dalai-Lama, 1935).*

## RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo geral avaliar a viabilidade econômica da implantação e da operação de destilaria de produção de etanol, em pequena escala, tomando por base as experiências dos municípios de Cândido Godói e de Ijuí (RS). Adotou-se como estratégia de pesquisa o Estudo de Caso múltiplo. Quanto aos procedimentos metodológicos, buscou-se avaliar a viabilidade econômica utilizando-se instrumental tradicional de análise de projetos econômicos, com a construção de um fluxo de caixa, determinação de indicadores econômicos como o VPL e a TIR. Para a elaboração dos fluxos de caixa, tomaram-se por base as informações coletadas em visitas técnicas e entrevistas realizadas. Após, a avaliação da viabilidade foram determinados possíveis limites de preços futuros do etanol para os anos de 2015, 2020, 2025 e 2030, considerando três possíveis cenários: 1) Cenário 1, com preços máximos do etanol; 2) Cenário 2, com preços médios do etanol e; 3) Cenário 3, com preços mínimos. Para a elaboração de cada cenário, utilizou-se dois critérios. O primeiro foi considerar a taxa de crescimento do preço do petróleo para projeções até 2030, aplicando o preço de R\$1.082 do etanol, em dezembro de 2010. Como segundo critério, os preços do etanol foram estimados, levando-se em conta a média dos preços anuais, no período de 03 de janeiro de 2012 a 28 de dezembro de 2012. Os principais resultados encontrados apontam que não haverá retorno financeiro positivo nos projetos. Os maiores custos referem-se à matéria-prima e à incidência de carga tributária. Os preços que viabilizam todos os fluxos de caixa gerados são R\$ 2,40 e R\$3,20, para o Cenário 1, e de R\$ 2,00, para o Cenário 2, considerando o critério 2. Em relação ao critério 1, o único valor que viabiliza os projetos refere-se ao preço de 2015 (R\$2,50). Todos os demais valores não permitem a viabilidade dos mesmos, direcionando para uma rejeição de se realizar os investimentos necessários para implantação de microdestilarias de etanol.

**Palavras-chaves:** Etanol; Viabilidade Econômica; Ijuí; Cândido Godói.

## ABSTRACT

This research aims to evaluate the economic feasibility of the deployment and operation of the production ethanol distilleries, in small-scale, based on the experiences of Candido Godoi and Ijuí countys, RS, Brazil. Adopted as the research strategy the Multiple Case Study. Regarding the methodological procedures, we sought to evaluate the economic viability using traditional instrumental analysis of economic projects with the construction of a cash flow, determination of economic indicators like NPV and IRR. For the formulation of the cash flow, were built on the information collected on visits and interviews. After the evaluation of viability, were determined limits of possible future prices of ethanol for following years: 2015, 2020, 2025 and 2030, considering three possible formations: 1) Formation 1: with maximum prices of ethanol, 2) Formation 2, with average prices ethanol and 3) Formation 3, with minimum prices. For the preparation of each formation we used two criteria. The first considered the growth rate of oil price for forecasts in 2030 by applying the price of ethanol R\$ 1,082 in December 2010. For the second criterion ethanol prices were estimated taking into account the average annual price for the 3 January 2012 to 28 December 2012 period. The main findings show that there is no positive financial return on the projects. The greatest costs relate to raw material and the incidence of the tax burden. The prices that enable all the cash flows generated are R\$ 2.40 and R\$ 3.20, for Formation 1, and R\$ 2.00, for Formation 2, considering criterion 2. Regarding the first criterion the only value that enables the projects refers to the price of 2015 (R\$ 2.50), all the other values do not allow their own feasibility, for directing a rejection to make the necessary investments to implement of ethanol microdistilleries.

**Keywords:** Ethanol; Economic Feasibility; Ijuí; Cândido Godói.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de fontes energéticas .....	23
Quadro 2 - Dados dos indicadores econômicos de Dezesseis de Novembro (RS)...	68
Quadro 3 - Dados dos indicadores econômicos de Rolador (RS) .....	68
Quadro 4 - Resultados dos indicadores econômicos para produção de etanol a partir de batata-doce .....	69
Quadro 5 -Valores dos investimentos a serem realizados para implantação de unidade de produção de etanol a partir de sorgogranífero.....	97
Quadro 6 - Parâmetros técnicos de produção expressos em quantidades anuais necessárias, operando 330 dias.....	98
Quadro 7 - Projetos de captação de recurso e licitações realizadas para viabilizar a implantação da usina de etanol.....	101
Quadro 8 - Valores dos investimentos a serem realizados para implantação de unidade de produção de etanol .....	105
Quadro 9 - Parâmetros técnicos de produção expressos em quantidades anuais necessárias, operando 264 dias.....	106
Quadro 10 - Indicadores econômicos obtidos na avaliação da viabilidade econômica para os casos estudados .....	107
Quadro 11 - Estrutura do fluxo de caixa.....	110

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das usinas de álcool e açúcar no Brasil .....	55
Figura 2 - Processo esquemático e metodológico das macro etapas .....	73
Figura 3- Fluxograma da pesquisa.....	75
Figura 4-Tipos básicos de projetos para Estudo de Caso.....	77
Figura 5 - Processo de um Estudo de Caso.....	79
Figura 6-Fluxo simplificado da produção e comercialização de etanol .....	85
Figura 7 - Rotas tecnológicas para produção de etanol .....	86
Figura 8- Fluxo do processo de produção de etanol de cereais.....	96
Figura 9 - Fluxograma simplificado do processo produtivo do etanol.....	104

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Produção de energia primária: produtos da cana-de-açúcar, lenha e total de biomassa, para o período de 2001 a 2010 no Brasil .....	27
Gráfico 2 - Participação mundial no consumo de energia primária por região, comparando os anos de 1970 e de 2011 .....	30
Gráfico 3 - Evolução do consumo e oferta total mundial de energia para o período de 1980 a 2009 .....	30
Gráfico 4 - Evolução do consumo mundial total de energia, por regiões para o período de 1980 a 2009 .....	31
Gráfico 5 – Composição do consumo da matriz energética mundial, por fonte de energia primária, para os anos de 1970 e 2011 .....	32
Gráfico 6 - Evolução da matriz energética mundial, por fonte de energia primária, para os anos de 1970 a 2011.....	33
Gráfico 7 - Comparação do consumo de fontes primárias de energia entre o Brasil e o mundo em 2011 .....	36
Gráfico 8 - Evolução do consumo final por fonte para o período de 2001 a 2011 no Brasil .....	37
Gráfico 9 - Participação por fonte na oferta interna de energia por década no período 1940 a 2011 no Brasil .....	39
Gráfico 10- Consumo brasileiro de recursos energéticos para o setor de transportes em 2011 .....	40
Gráfico 11 - Consumo final energético de etanol (álcool etílico) em 10 <sup>3</sup> tep no Brasil	40
Gráfico 12- Projeção do consumo mundial de energias primárias para o período de 2015 a 2035 .....	44
Gráfico 13 - Evolução do consumo mundial de energia para o período de 2015 a 2035, no caso de referência.....	46
Gráfico 14 - Produção de etanol (total, anidro e hidratado) para as regiões centro-sul e norte-nordeste e para o Brasil, na safra de 2011/2012 (mil m <sup>3</sup> ) .....	56
Gráfico 15 - Evolução da frota de veículos leves e comerciais licenciados por tipo de combustível no período de 1979 a 2010 .....	57
Gráfico 16 - Preços pagos pelos consumidores do Rio Grande do Sul e de São Paulo e preços pagos aos produtores de São Paulo para o período de Janeiro de 2007 a Dezembro de 2012, em R\$/litro de etanol.....	59

Gráfico 17 - Valor Adicionado Bruto (VAB) de Cândido Godói - 1999 a 2008 (R\$ Milhões).....	90
Gráfico 18- Evolução da produção de alguns produtos agrícolas de Cândido Godói, no período de 2000 a 2011, em toneladas.....	94
Gráfico 19 - Valor Adicionado Bruto de Ijuí - 1999 a 2008 (R\$) .....	99
Gráfico 20-Evolução da produção de alguns produtos agrícolas de Ijuí, no período de 2000 a 2011, em mil toneladas .....	103
Gráfico 21 - Estimativa da projeção dos limites dos preços de etanol (R\$) .....	122

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Recursos e reservas energéticas brasileiras dos anos 1988 e 2010 .....	24
Tabela 2 - Produção de energia a partir da biomassa nas principais regiões mundiais no período de 1999 a 2003(10 <sup>6</sup> tep).....	26
Tabela 3 - Produção mundial de energia primária por região mundial.....	32
Tabela 4 - Dados dos 10 maiores consumidores mundiais de etanol e a participação no consumo total de etanol e de biocombustíveis em 2011 .....	34
Tabela 5 - Produção e consumo mundial de combustíveis líquidos para o período de 2005 a 2011 (milhões m <sup>3</sup> ) .....	35
Tabela 6 - Produção e consumo mundial de biocombustíveis para o período de 2005 a 2011 (milhões m <sup>3</sup> ) .....	35
Tabela 7 - Produção e consumo mundial de etanol para o período de 2005 a 2011 (milhões m <sup>3</sup> ) .....	35
Tabela 8 - Média da oferta interna de energia por década em 10 <sup>3</sup> tep no período de 1970 a 2000 no Brasil .....	38
Tabela 9 – Fontes energéticas produzidas no Rio Grande do Sul, no período de 2005 a 2010. ....	41
Tabela 10 – Produção e consumo de etanol no Rio Grande do Sul, no período de 2005 a 2010. ....	42
Tabela 11 - Oferta interna de energia em 10 <sup>3</sup> tep projetados para os anos de 2020 e 2030 .....	47
Tabela 12 - Evolução da demanda de combustíveis líquidos por setor (mil tep).....	48
Tabela 13 - Produção, consumo e exportação de etanol, projetados para os anos 2015, 2020, 2025 e 2030 (mil m <sup>3</sup> ) .....	48
Tabela 14 - Produção e consumo mundial de combustíveis líquidos (milhões de barris por dia) .....	49
Tabela 15 - Produção e consumo brasileiro de combustíveis líquidos (milhões de barris por dia) .....	50
Tabela 16 - Produção e consumo nacional de etanol (milhões de barris por dia).....	50
Tabela 17 - Produção brasileira de etanol hidratado e anidro, açúcar e cana-de-açúcar por safra, no período de 2000 a 2102 .....	58
Tabela 18 - Rendimento de etanol de várias matérias-primas .....	61
Tabela 19 - Resumo dos VPLs e TIRs obtidos em alguns estudos referenciados ....	72

Tabela 20 - Produção de cana-de-açúcar no Brasil e Rio Grande do Sul para as safras de 2011 e de 2012.....	103
Tabela 21 - Fontes das receitas brutas.....	111
Tabela 22 - Fluxo de caixa vertical para Cândido Godói.....	112
Tabela 23 - Fontes das receitas brutas.....	114
Tabela 24 - Fluxo de caixa vertical para Ijuí – empresa com fins lucrativos.....	115
Tabela 25 - Fluxo de caixa vertical para Ijuí – modelo cooperativa.....	116
Tabela 26 - Indicadores econômicos obtidos na avaliação da viabilidade econômica para os casos estudados .....	117
Tabela 27 - Resumo dos principais indicadores econômicos de alguns estudos pesquisados.....	119
Tabela 28 - Preços estimados do litro de etanol para os anos selecionados.....	123
Tabela 29 - Valores dos VPLs para os preços do Cenário 1.....	124
Tabela 30 -Valores dos VPLs para os preços do Cenário 2.....	125
Tabela 31 -Valores dos VPLs para os preços do Cenário 3.....	125
Tabela 32 - Valores das TIRs para os Cenários 1 e 2.....	126

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Custeio Baseado em Atividades
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BEN	Balanco Energético Nacional
BTU	<i>British Thermal Unit</i>
CENBIO	Centro Nacional de Referência em Biomassa
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Coopercana	Cooperativa dos Produtores de Cana Porto Xavier Ltda
COOPERGER	Cooperativa Godoiense de Energia Renovável
EIA	<i>U.S. Energy Information Administration</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EUA	Estados Unidos da América
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FIERGS	Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul
GLP	gás de petróleo liquefeito
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IEL	Instituto Euvaldo Lodi
IGP-M	Índice Geral de Preços - Mercado
IPA	Índice de Preços ao Produtor Amplo
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MME	Ministério de Minas e Energia
Natuagro	Cooperativa dos Agricultores Familiares Agroecológicos e Coloniais da Região Noroeste
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PE	Ponto de Equilíbrio
PE	Polietileno
PIB	Produto Interno Bruto
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel

PP	Polipropileno
PPGE	Programa de Pós Graduação em Economia
PVC	Policloreto de vinila
RF	Região Funcional
Tep	Tonelada equivalente de petróleo
TIR	Taxa Interna de Retorno
TIRE	Taxa Interna de Rentabilidade Econômica
TIRM	Taxa Interna de Retorno Modificada
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
TRC	Taxa de Retorno de Capital
Unijuí	Universidade de Ijuí
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
VAB	Valor Adicionado Bruto
VAUE	Valor Anual Uniforme Equivalente
VFL	Valor Futuro Líquido
VPL	Valor Presente Líquido
VUL	Valor Uniforme Líquido

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>2 EQUILÍBRIO ENERGÉTICO: DEMANDA E OFERTA DE ENERGIA</b> .....	<b>21</b>
2.1 ENERGIA E BIOMASSA: BREVE CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO .....	21
2.2 OFERTA E DEMANDA DE ENERGIA .....	28
<b>2.2.1 Oferta e Demanda de Energia no Brasil</b> .....	<b>36</b>
2.3 CENÁRIOS FUTUROS PARA OFERTA E CONSUMO DE ENERGIA .....	43
2.4 SÍNTESE DO CAPÍTULO .....	49
<b>3 VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL: A PEQUENA ESCALA</b> .....	<b>52</b>
3.1 ASPECTOS MERCADOLÓGICOS DO ETANOL .....	52
3.2 ESTUDOS SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO EM PEQUENA ESCALA DE ETANOL .....	62
3.3 SÍNTESE DO CAPÍTULO .....	71
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>73</b>
4.1 ETAPAS DA PESQUISA .....	73
4.2 DETERMINAÇÃO E ABORDAGEM PARA O ESTUDO DE CASO .....	76
4.3 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DAS ROTAS PROPOSTAS NOS CASOS ANALISADOS .....	81
<b>5 CARACTERIZAÇÃO DOS CASOS</b> .....	<b>89</b>
5.1 ESTUDO DE CASO: CÂNDIDO GODÓI .....	89
<b>5.1.1 A produção agrícola em Cândido Godói</b> .....	<b>93</b>
<b>5.1.2 A produção de etanol</b> .....	<b>95</b>
5.2 ESTUDO DE CASO: IJUÍ .....	99
<b>5.2.1 A produção agrícola em Ijuí</b> .....	<b>102</b>
<b>5.2.2 A produção de etanol</b> .....	<b>104</b>
5.3 SÍNTESE DO CAPÍTULO .....	107
<b>6 VIABILIDADE ECONÔMICA: RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>109</b>
6.1 VIABILIDADE ECONÔMICA: CASO DE CÂNDIDO GODÓI .....	110
6.2 VIABILIDADE ECONÔMICA: CASO DE IJUÍ .....	113
6.3 SÍNTESE DO CAPÍTULO .....	117
<b>7 ANÁLISE DE CENÁRIOS ECONÔMICOS PARA PRODUÇÃO DE ETANOL EM PEQUENA ESCALA: VIABILIDADE DOS ESTUDOS DE CASO</b> .....	<b>121</b>

<b>8 CONCLUSÃO .....</b>	<b>128</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>132</b>
<b>APÊNDICE A – Roteiro de entrevista com representante dos projetos de Ijuí e de Cândido Godói (RS) .....</b>	<b>140</b>
<b>APÊNDICE B – Roteiro de entrevista com representante do poder público de Ijuí e de Cândido Godói (RS).....</b>	<b>141</b>
<b>APÊNDICE C – Quadro das entrevistas em Ijuí e em Cândido Godói (RS) .....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE D - Itens do fluxo de caixa e parâmetros de cálculo dos valores e respectivas atualizações .....</b>	<b>143</b>
<b>APÊNDICE E– Memória de cálculo para o preço de venda do vinhoto da cana-de-açúcar .....</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICE F – Referência para o preço de venda do bagaço da cana-de-açúcar .....</b>	<b>148</b>
<b>APÊNDICE G – Cálculo dos salários, encargos sociais e verbas de rescisão para o caso de Cândido Godói.....</b>	<b>149</b>
<b>APÊNDICE H – Cálculo dos salários, encargos sociais e verbas de rescisão para o caso de Ijuí.....</b>	<b>150</b>
<b>APÊNDICE I – Dados para a base de cálculo do preço de venda do etanol ....</b>	<b>151</b>
<b>APÊNDICE J – Fluxo de Caixa detalhado: Cândido Godói (mil R\$).....</b>	<b>152</b>
<b>APÊNDICE K – Fluxo de Caixa detalhado: Ijuí (mil R\$), empresa com fins lucrativos .....</b>	<b>154</b>
<b>APÊNDICE L – Fluxo de Caixa detalhado: Ijuí (mil R\$), modelo cooperativa ..</b>	<b>156</b>
<b>ANEXO A – Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Sul.....</b>	<b>158</b>
<b>ANEXO B – Tabelas de referência para o cálculo de encargos sociais das despesas com salários de pessoal.....</b>	<b>159</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, diversas foram as fontes e as formas de energia utilizadas: força humana, tração animal, vapor, carvão, petróleo e derivados, biomassa, água, vento, eletricidade, dentre outras. Elas foram empregadas como meio para a produção de bens e de serviços.

Se, por um lado, o uso da energia contribui para a sociedade como um todo, por outro, apresenta limites, questionamentos e desafios na medida em que gera impactos sobre o meio ambiente e os indivíduos. Neste sentido, destaca-se a energia gerada a partir de combustíveis fósseis, como o petróleo em função dos limites de suas reservas mundiais; as emissões de CO<sub>2</sub>, como uma das causas para o aquecimento global; e os desastres ecológicos a partir da perfuração de poços de petróleo.

É neste cenário que os biocombustíveis são apontados como uma das alternativas em relação ao petróleo. Contudo, algumas questões são sinalizadas como incertezas acerca de sua consolidação, como: 1) poderia a escala de produção vinculada às usinas de grande porte ocasionar o desgaste do solo?; e 2) a utilização de terras férteis para a produção de biomassa para energia poderia concorrer com a produção de alimentos, gerando uma crise na produção e no preço dos mesmos? Ainda, 3) os biocombustíveis poderiam ser prejudiciais ao sistema ambiental, por não possibilitar interação com a pecuária e destruir a diversidade ecológica e ambiental? (SOUZA, 2011). No caso da cana-de-açúcar, somam-se as implicações ligadas à colheita, que ainda é realizada, em parte, manualmente, e com a necessidade de queimadas (ORTEGA; WATANABE; CAVALETT, 2008).

Contudo, ao considerar os impactos ambientais, sociais e econômicos, pode-se optar por um sistema de produção integrado, economicamente viável. Nesse sentido, o etanol pode ser produzido em pequena escala, com a implantação “de uma estrutura simples e economicamente acessível”, segundo Souza (2011, p.1), e de “porte pequeno (100, 1.000 litros/dia) e médio (5.000, 20.000 litros/dia), denominadas ‘micro-usinas’ e ‘mini-unisinas’, respectivamente” (ORTEGA; WATANABE; CAVALETT, 2008, p.2).

Nesse contexto, o problema de pesquisa que orienta este estudo é: É possível, os municípios de Ijuí e Cândido Godói produzirem etanol, de maneira

econômica e financeiramente viável, em pequena escala de produção? A partir desta indagação, apresenta-se como hipótese: A produção de etanol em microdestilarias é econômica e financeiramente viável, utilizando a cana-de-açúcar e cereais como principais matérias-primas.

Com o objetivo de responder a esse questionamento e testar a hipótese deste estudo, tendo como recorte a experiência de duas destilarias que estão em planejamento na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, é que se propõem esta pesquisa, ou seja, explicitamente, os objetivos são delineados como segue.

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a viabilidade econômica da implantação e da operação de destilaria de produção de etanol, em pequena escala, tomando por base as experiências dos municípios de Cândido Godói e de Ijuí (RS).

Como objetivos específicos, a pesquisa visa a:

1. Apresentar os cenários futuros para a produção de energia, mais especificamente, as possibilidades e perspectivas para a demanda e a oferta de etanol;
2. Apresentar os aspectos mercadológicos e os resultados de estudos já realizados sobre a produção de etanol em pequena escala;
3. Analisar os projetos de Cândido Godói e de Ijuí, considerando seus aspectos sociais, econômicos, culturais, organizacionais e técnicos;
4. Determinar os custos econômicos gerados a partir do estabelecimento do modelo de produção das destilarias de Cândido Godói e de Ijuí;
5. Definir e analisar os impactos de diversos cenários nos custos de produção e nos preços de comercialização do etanol no estado.

O presente estudo apresenta como justificativa acadêmico-científica a relevância da discussão e da avaliação das possibilidades economicamente viáveis para a agricultura familiar: seja através de oportunidades que cativem os jovens a continuarem no campo, enquanto produtores, seja pela manutenção da unidade familiar de produção, contemplando uma diversidade agrícola. Nesse sentido, a academia tem sua responsabilidade na divulgação e na promoção de estudos que possam atingir a parte da sociedade incapaz, financeiramente, de realizar estudos econômicos de interesse público e privado. Outro aspecto importante a ser destacado é a necessária ampliação da matriz energética, a partir dos diversos questionamentos, positivos ou negativos, em relação aos combustíveis fósseis, às

condições climáticas e ao modelo de consumo e de produção da atual sociedade. Esses questionamentos de ordem científica podem ser traduzidos através de pesquisas realizadas por instituições de ensino e seus programas de pós-graduação, por exemplo.

Assim, o Programa de Pós Graduação em Economia (PPGE), da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), entende a relevância da indústria sucroalcooleira para o Rio Grande do Sul e encaminhou ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em 2009, o projeto de pesquisa “Viabilidade econômica da implantação de indústrias sucroalcooleiras na região noroeste do Rio Grande do Sul e seus impactos econômicos e sociais”.

Neste sentido, esta dissertação divide-se em oito capítulos, incluindo a introdução e as considerações finais. Nos seis capítulos são apresentados: a produção de energia no mundo; os estudos empíricos relacionados à produção de etanol; a metodologia adotada no processo de pesquisa; a caracterização dos casos utilizados como referência neste estudo; a análise da viabilidade econômica dos mesmos; e a elaboração de cenários econômicos a partir dos resultados da análise de viabilidade.

## 2 EQUILÍBRIO ENERGÉTICO: DEMANDA E OFERTA DE ENERGIA

Diversos tópicos estão no centro das discussões e das preocupações mundiais: as mudanças climáticas e o aquecimento global, o meio ambiente, a questão energética, dentre outros correlacionados. A economia apresenta estrita relação com todos, dada a dependência notória da sustentação das atividades econômicas. Dentre os quais, destaca-se a questão energética: uma das bases fundamentais para a produção de bens e de serviços. Assim, a produção de etanol faz parte de uma ampla discussão de possibilidades e de oportunidades econômicas e ambientais de energias renováveis, juntamente com a energia solar e eólica.

Neste sentido, o presente capítulo aborda brevemente a conceituação de energia e de biomassa e como se classificam. Após, apresenta-se o panorama de demanda e oferta de energia no mundo, no Brasil e no Rio Grande do Sul, bem como, de maneira mais específica sobre a produção e o consumo de etanol, a fim de apoiar a análise da viabilidade da produção de etanol e contribuir para a análise de cenários econômicos. Por fim, expõe-se uma síntese do capítulo.

### 2.1 ENERGIA E BIOMASSA: BREVE CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO

Para Goldemberg e Lucon (2008), a energia está relacionada com a capacidade de se realizar e produzir trabalho, sendo a manifestação resultante da utilização de uma força externa capaz de deslocar algo. Hinrichs e Kleinback (2003, p. 2) esclarecem que a “[...] energia não é criada ou destruída, mas apenas convertida ou redistribuída de forma para outra, como, por exemplo, a energia eólica é transformada em energia elétrica ou a energia química em calor”. Segundo o *International Energy Agency* (IEA), o termo energia deve ser designado para a obtenção de calor e eletricidade e os combustíveis são substâncias capazes de produzi-los (IEA, 2005). A utilização adequada do termo energia é fundamental para o levantamento de informações e de dados estatísticos referentes às questões energéticas, dado que a mensuração dos mesmos é apontada como essencial para a elaboração e a avaliação de políticas públicas por parte dos governos de cada nação.

Segundo Goldemberg e Lucon (2008), há várias formas de energia: mecânica elétrica, química, térmica, radiante e nuclear. O *U.S. Energy Information Administration* (EIA) classifica a energia, considerando as suas diferentes formas (elétrica, calor, química e de movimento) e dividindo-as em duas grandes categorias (energia potencial e energia cinética). A energia potencial é a armazenada, podendo se apresentar como química, mecânica, nuclear, gravitacional. Já a energia cinética está relacionada com o movimento, tais como: motora, elétrica, termoelétrica, radiação, dentre outras (EIA, 2012a).

As fontes energéticas podem ser classificadas, considerando alguns critérios, tais como: sua origem (primária e secundária) e sua capacidade de reposição pelo meio ambiente (renováveis e não renováveis). As fontes primárias são encontradas no meio ambiente em sua forma bruta, como por exemplo, o petróleo, o carvão, o urânio, a luz solar. E, ainda, podem ser divididas em comerciais e não comerciais: comerciais quando se encontra uma forma de realizar transações comerciais (carvão e petróleo, por exemplo) e não comerciais, como a luz solar. Alguns exemplos de fontes secundárias podem ser a eletricidade (originária de hidrelétricas, termoelétricas, usinas eólicas, painéis fotovoltaicos), os derivados de petróleo (óleo diesel, óleo combustível, gasolina, querosene), a biomassa (biogás de aterros sanitários e biocombustíveis), dentre outros (GOLDEMBERG; LUCON, 2008).

Para a elaboração do Balanço Energético Nacional (BEN), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) utiliza as seguintes fontes primárias de energia: petróleo, gás natural, carvão vapor, carvão metalúrgico, urânio  $U_3O_8$ , energia hidráulica, lenha, produtos da cana, outras fontes primárias. Já as secundárias são: óleo diesel, óleo combustível, gasolina, gás liquefeito de petróleo (GLP), nafta, querosene, gás cidade e coqueira (derivados do petróleo), álcool etílico, anidro e hidratado (produtos da cana), coque de carvão mineral, urânio contido no  $UO_2$ , eletricidade, carvão vegetal, produtos não energéticos do petróleo e alcatrão (EPE, 2011).

No Quadro 1, é possível visualizar a classificação de fontes energéticas ao considerar sua relação temporal de reposição. As fontes energéticas não renováveis estão relacionadas com uma origem fóssil. Já as renováveis apresentam como característica principal a sua composição em biomassa, ou seja, matéria viva ou recentemente viva.

Quadro 1 - Classificação de fontes energéticas

Fontes		Energia primária	Energia secundária
Não – Renováveis	Fósseis	carvão mineral. petróleo e derivados. gás natural. materiais fósseis.	termoeletricidade, calor, combustível para transporte.
Renováveis	Nuclear		termoeletricidade, calor.
	“tradicionais”	biomassa primitiva: lenha de desmatamento.	calor.
	“convencionais”	potenciais hidráulicos de médio e grande porte.	hidroeletricidade.
	“modernas” (ou “novas”)	potenciais hidráulicos de pequeno porte. biomassa “moderna”: lenha replantada, culturas energéticas (cana-de-açúcar, óleos vegetais).	biocombustíveis (etanol, biodiesel), termoeletricidade, calor.
	outros	energia solar.  geotermal. eólica. maremotriz e das ondas.	calor, eletricidade. fotovoltaica. calor e eletricidade. eletricidade.

Fonte: Goldemberg e Lucon (2008, p. 69).

As fontes renováveis são subdivididas em três categorias: 1) tradicionais; 2) convencionais e; 3) modernas. As tradicionais estão ligadas à produção de calor, a partir da queima direta de material orgânico, como a madeira, o carvão vegetal e os resíduos orgânicos em geral. E, assim, é tida como a forma mais primitiva da utilização da biomassa. As formas convencionais estão relacionadas às hidrelétricas, produtoras de energia elétrica. No que tange à biomassa moderna, esta inclui processos de conversão avançados da mesma, como os biocombustíveis. É nesta categoria que se encontra o etanol, um biocombustível derivado das mais diversas biomassas e o qual é utilizado, principalmente, no setor de transportes.

Não distante da importância da clareza do termo energia, conforme já destacado, a mensuração e a apresentação dos dados dos mais variados recursos energéticos também são posta como fator relevante. Neste sentido, para uma análise adequada do conjunto de energéticos utilizados é necessário destacar as diferentes unidades de medidas dos mesmos. Portanto, antes de passar para os dados e informações dos energéticos, apresentam-se as unidades usualmente admitidas e como são utilizadas.

Cada recurso energético pode ser medido com uma unidade específica. Para os combustíveis líquidos, utilizam-se, em geral, metros cúbicos (m<sup>3</sup>), barril (bbl) e litros (l). Os gasosos também podem ser medidos em m<sup>3</sup> ou pés cúbicos (pé<sup>3</sup>). Os sólidos, em geral, são mensurados em toneladas (t) e para a energia elétrica: watt-

hora (Wh) e potência watt (W). A fim de poder comparar de forma homogênea os recursos energéticos, utiliza-se uma unidade comum, na qual os mesmos são convertidos. Dessa forma, podem ser convertidas em toneladas equivalente de petróleo (tep), toneladas equivalente de carvão (tec), *British Thermal Unit* (BTU), joule, calorias, entre outros (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012).

Os organismos responsáveis em sistematizar, analisar e disponibilizar dados e informações referentes às questões energéticas convertem os recursos em unidades comuns<sup>1</sup> já citadas. Pode-se mencionar como exemplo o BEN, o qual utiliza como unidade comum o tep. Os dados de consumo mundial de energia primária, extraídos do EIA, estão convertidos em BTUs. Para finalizar o exposto, destacam-se as duas razões pelas quais o tep é a medida básica adotada no BEN: 1) “está relacionada diretamente com um energético importante” e; 2) “expressa um valor físico” (EPE, 2011,p.193). Os recursos e as reservas brasileiras apresentadas na Tabela 1 referem-se às fontes primárias de energia de origem fóssil com dados comparativos dos anos de 1988 e 2010.

Tabela 1 - Recursos e reservas energéticas brasileiras dos anos 1988 e 2010

Fontes	Unidade de medida <sup>2</sup>	Medidas/indicadas (inventariadas)		Inferidas (estimadas)		Total	
		1988	2010	1988	2010	1988	2010
		Petróleo	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	447.730	2.264.981	-	2.260.970
Gás Natural	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	108.900	423.003	-	401.720	108.900	824.723
Carvão Mineral	10 <sup>6</sup> t	10.215	25.771	22.206	6.535	32.421	32.306

Fonte: Brasil (2012a); Acioli (1994).

Nota: As reservas de petróleo estão expressas em milhares de m<sup>3</sup>, de gás natural em milhões de m<sup>3</sup> e as de carvão mineral em milhões de toneladas;

Os dados revelam, por exemplo, que o desenvolvimento tecnológico, de alguma forma, contribuiu para o aumento das reservas de petróleo significativamente. Ao comparar os anos de referência, observa-se um aumento de

<sup>1</sup>A fim de uniformizar os dados agregados neste estudo, adotou-se o tep e suas derivações (Mtep: Milhões de tep ou 10<sup>6</sup>tep; 10<sup>3</sup>tep: Mil tep) como medida padrão. Quando não for possível a sua utilização, a medida adequada será relacionada e explicada conforme necessidade.

<sup>2</sup> As unidades de medidas utilizadas nesta tabela refletem as usualmente empregadas para medir cada um dos recursos energéticos listados. Como o objetivo é informar e comparar as reservas indicadas e inferidas dos mesmos, em períodos distintos, manteve-se as unidades padrão de cada recurso.

506% das reservas provadas de petróleo no Brasil. As reservas de gás natural e de carvão mineral aumentaram, respectivamente, 388% e 252%.

Outra importante fonte energética é a biomassa<sup>3</sup>, umas das principais produzidas e consumidas no mundo. A biomassa deriva de material que tenha origem viva, orgânica, podendo ser animal, vegetal e micro-organismos, e que pode ser empregado para a produção de energia (CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA-CENBIO, 2012). Mais especificamente, está relacionada com uma variedade de materiais orgânicos, os quais podem tomar diversas formas, tais como: cultivares, madeira, serragem, palha, estrume, lixo de papel, refugo doméstico, esgotos, entre outros. Além disso, os resíduos oriundos após a sua utilização também se configuram como fontes energéticas. São exemplos de resíduos: os florestais e agrícolas e a matéria-orgânica, tanto de processos industriais quanto domésticos, comerciais e rurais (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012).

A biomassa pode ser utilizada como fonte de energia, direta ou indireta. Diretamente, se produz calor como produto energético imediato, através da sua combustão. Forma indireta é a combustão após passagem por um processo, podendo este ser: físico, termodinâmico (pirólise, gaseificação e liquefação) ou biológico (digestão anaeróbica e fermentação), originando uma segunda fonte energética, podendo ser sólido, líquido ou gasoso. Exemplos de fontes energéticas secundárias de biomassa são: biocombustíveis, lenha, carvão vegetal e gás. Neste sentido, a energia química potencial armazenada nas plantas pode ser utilizada na forma de combustíveis.

A biomassa apresenta-se como fonte predominante na matriz energética de “[...] alguns países como o Quênia, Índia, Brasil e outros da América do Sul, Ásia e África [...]” (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012, p. 281). Assim, a Tabela 2 mostra a produção de energia a partir da biomassa, no mundo, considerando os dados disponíveis para o período de 1999 a 2003.

---

<sup>3</sup> O termo biomassa está relacionado com uma série de vegetais presentes na natureza, os quais têm origem a partir do processo de fotossíntese. Ao absorverem energia solar, água e dióxido de carbono, transformam esses elementos em energia potencial química (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012).

Tabela 2 - Produção de energia a partir da biomassa nas principais regiões mundiais no período de 1999 a 2003(10<sup>6</sup>tep)

Região Mundial	1999	2000	2001	2002	2003
África	721,2	722,64	724,08	725,53	726,98
América do Norte	591,71	593,55	595,4	597,26	599,12
Ásia e Austrália	1.545,39	1.548,49	1.551,58	1.554,68	1.557,79
Europa Ocidental	253,42	253,93	254,44	254,95	255,46
América Latina	700,25	678,54	697,41	712,78	764,33
Oriente Médio	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93
Rússia - Europa Oriental	310,36	310,98	311,6	312,23	312,85
Total	4.130,26	4.116,06	4.142,44	4.165,36	4.224,46

Fonte: Olade (2004 apud Cortez; Lora; Gómez, 2008, p.16).

Ao comparar ano a ano, o incremento de 1999 para 2000 decresceu em 0,34%. Nos anos seguintes, os incrementos foram positivos: 2000/2001: 0,64%; 2001/2002: 0,55%; e 2002/2003, o incremento foi de 1,42%, tendo uma média anual de 0,57% de aumento de energia de biomassa. A Ásia e a Austrália são os maiores produtores de energia de biomassa, respondendo, em 2003, por 36,88%. O segundo lugar é ocupado ora pela África, ora pela América Latina. A América Latina foi a região do mundo em que a produção de energia de biomassa mais aumentou, em média, 2,28% ao ano. O incremento médio anual da África, da Ásia e Austrália, Europa Ocidental e da Rússia-Europa Oriental ficou em 0,20%, enquanto que o Oriente Médio se manteve constante (CORTEZ; LORA; GÓMEZ, 2008).

No Brasil, as principais biomassas utilizadas como recursos energéticos são os produtos da cana e a lenha. Os produtos primários da cana são o “o caldo da cana, melaço, bagaço, pontas, folhas e olhaduras, e como produtos secundários o álcool anidro e hidratado” (EPE, 2011, p.191). A produção do caldo de cana e do melaço somou, em 2010, 202.545 10<sup>3</sup>tep e foram consumidos totalmente pelo setor de transformação<sup>4</sup> para a produção de álcool etílico<sup>5</sup>. Já o bagaço da cana, com um consumo total de 158.271 10<sup>3</sup>tep, no mesmo ano, foi absorvido pelo setor de transformação para geração de energia elétrica (12.752 10<sup>3</sup>tep) e consumido pelos setores energético<sup>6</sup> (61.843 10<sup>3</sup>tep) e industrial (83.676 10<sup>3</sup>tep) (BRASIL, 2012a).

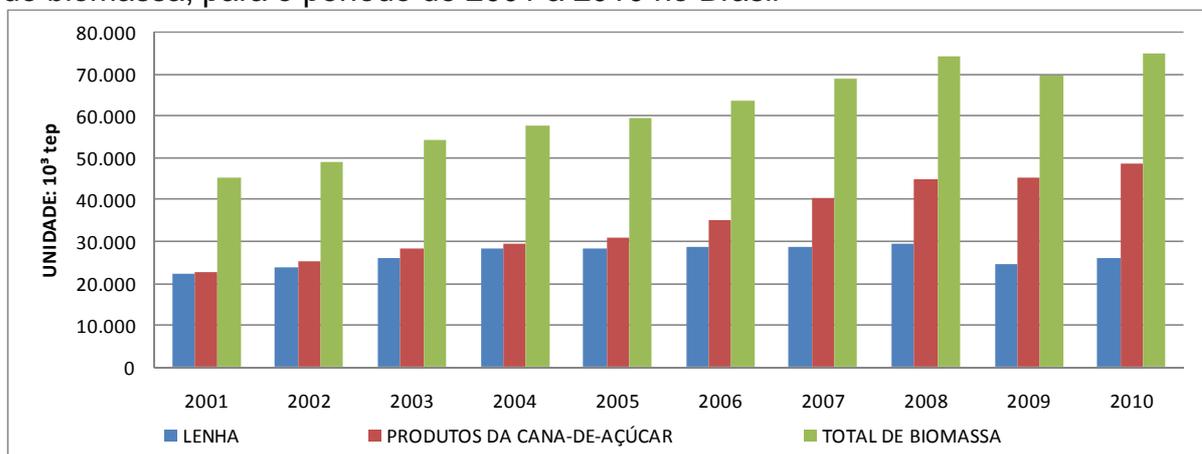
<sup>4</sup> “O Setor Transformação agrupa todos os centros de transformação onde a energia que entra (primária e/ou secundária) se transforma em uma ou mais formas de energia secundária com suas correspondentes perdas na transformação” (EPE, 2011, p.181).

<sup>5</sup> Álcool etílico refere-se à produção de álcool hidratado e álcool anidro (EPE, 2011).

<sup>6</sup> Setor energético: “Energia consumida nos Centros de Transformação e/ou nos processos de extração e transporte interno de Produtos Energéticos, na sua forma final” (EPE, 2011, p.182).

Em 2010, a produção total de lenha foi de 84.101  $10^3\text{tep}$ , onde aproximadamente, 34,5% foram destinadas à produção de carvão vegetal e geração de energia elétrica. Os outros 65,5% tiveram uso final energético nos setores residencial, comercial, agropecuário e industrial. Os setores residencial e industrial responderam por 84,7% da lenha com uso final energético, sendo responsáveis quase nas mesmas proporções, 42,7% (residencial) e 42% (industrial) (BRASIL, 2012a). Neste sentido, apresenta-se, no Gráfico 1, a evolução da produção brasileira de energia primária de produtos de cana e lenha e total de biomassa para o período de 2001 a 2010.

Gráfico 1 - Produção de energia primária: produtos da cana-de-açúcar, lenha e total de biomassa, para o período de 2001 a 2010 no Brasil



Fonte: Elaboração própria a partir de Brasil (2012a).

No período apresentado, a produção primária de produtos da cana supera a de lenha e, a partir de 2006, a distância na produção se acentua. Os produtos da cana apresentaram um crescimento médio de 9,5% a.a., ao passo que a lenha cresce, em média, 1,5% a.a.. Em 2009, a produção de lenha caiu 15,9% e a de cana cresceu 0,5%, resultados que podem ser justificados pela crise mundial de 2008. Percebe-se que o aumento da produção primária de biomassa é resultado do incremento dos produtos da cana que, em 2001, eram responsáveis por 50,40% do total de biomassa e a lenha por 49,60%. Já em 2010, a lenha respondeu por 34,80% do total da biomassa e a cana por 65,20%. A variação percentual do total de biomassa de 2001 para 2010 foi de 65,62% e dos produtos da cana-de-açúcar foi de 114,26%, para o mesmo período. Destaca-se, ainda, que a biomassa foi responsável

por 29,55% do total de energia consumida no Brasil e os produtos da cana-de-  
açúcar por 19,27%, demonstrando, assim, a sua importância (BRASIL, 2012a).

Neste sentido, a próxima subseção é dedicada a explorar e analisar a atual matriz energética no mundo, no Brasil, apresentando a demanda e a oferta de energia, com destaque para a produção de etanol, e assinalando alguns comparativos no período dos últimos 10 a 30 anos, conforme disponibilidade dos dados.

## 2.2 OFERTA E DEMANDA DE ENERGIA

Os padrões de oferta e demanda de energia sofreram modificações ao longo da história. Podem-se destacar alguns momentos importantes na transformação da matriz energética, como: o uso da madeira como um dos primeiros energéticos aproveitados pelo homem, a sua substituição pelo carvão mineral em escala e a introdução do petróleo como principal energético atualmente. A substituição ou menor uso em escala da madeira pelo carvão dá-se, primeiramente, na Europa. Devido à intensificação de sua utilização, por volta do século XVI, e sua consequente escassez, o carvão passa a ser o principal energético a ser utilizado, a partir da segunda metade do século XVIII. Contudo, na América do Norte, o uso intenso da madeira, como fonte principal, ainda estava posto, dada a sua abundância. O carvão mineral passa a ser empregado em escala no continente americano, no século XIX, e responde por 53% do consumo mundial de energia. Desta forma, esta pode ser a primeira grande mudança da matriz energética: a substituição da madeira em larga escala pelo carvão mineral (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012).

O outro destaque é a introdução do petróleo na matriz energética. A exploração dá-se a partir de 1853, nos Estados Unidos da América (EUA). A sua introdução em escala não está relacionada com uma possível escassez do carvão, o qual ainda é bastante empregado em alguns setores da economia. Porém, começava a emergir a necessidade de um energético que atendesse às demandas de uso final, transporte e armazenamento, e aos avanços tecnológicos que estavam ocorrendo naquele período (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012).

Fatores como o desenvolvimento tecnológico voltado para a extração e a produção, a transmissão e a distribuição de energia; a descoberta de novas fontes

de energia; a evolução da produção e do consumo de bens e serviços; o crescimento econômico e populacional; entre outros, justificam as transformações e as substituições de fontes energéticas. Seja para manter os padrões de crescimento, seja para garantir o desenvolvimento e atender as mais diversas necessidades e desejos da sociedade.

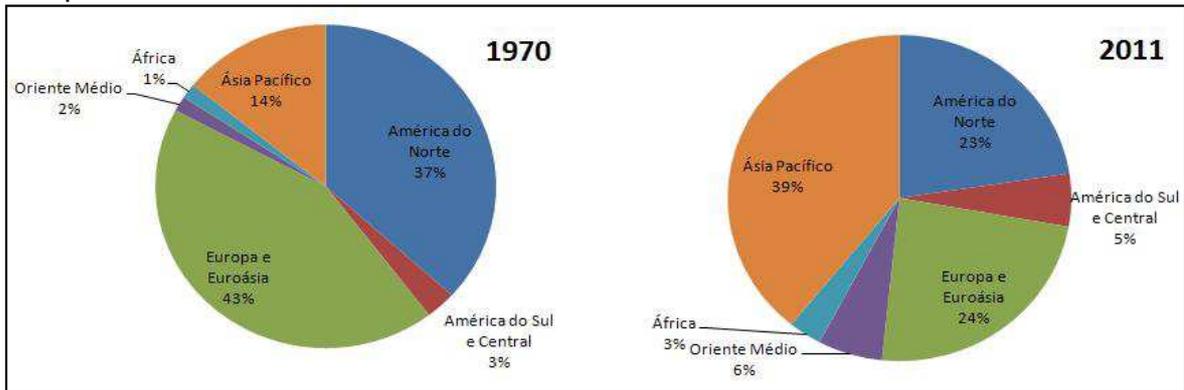
Segundo Goldemberg e Lucon (2008, p.61), “o desenvolvimento significa satisfazer as necessidades humanas básicas, incluindo acesso a emprego, alimentação, serviço de saúde, educação, moradia, água corrente, tratamento de esgoto, etc.”. Os mesmos destacam que o padrão de consumo energético está diretamente relacionado com o nível de renda e que o perfil do uso energético é fundamentalmente diferente entre ricos e pobres. Enquanto aqueles procuram imitar um estilo de vida prevalecente em países industrializados, apresentando padrões voltados para um consumo de luxo, estes últimos têm sua preocupação centrada em energia suficiente para prover as necessidades mais básicas e essenciais.

Ainda, segundo os mesmos autores, em 2004, o consumo *per capita* de energia dos 6,35 bilhões de habitantes no mundo foi, em média, de 1,77 tep, aproximadamente, um milhão de vezes maior que o consumido pelo homem primitivo. No mesmo ano,

[...] cada africano consumiu em média 0,67 toneladas equivalentes de petróleo (tep); cada brasileiro 1,11 tep; cada chinês 1,25 tep. Em compensação cada habitante dos países desenvolvidos da OCDE consumiu 4,73 tep de energia nesse ano; cada cidadão dos EUA 7,91 tep (GOLDEMBERG; LUCON,2008, p. 58-59).

Percebe-se que há uma diferença no consumo médio de energia, por habitante, quando comparado à média mundial. Esses dados reforçam a relação dos padrões de consumo com as necessidades energéticas nos mais diversos locais. O cidadão estadunidense consumiu, em 2004, aproximadamente 4,5 vezes mais energia em relação à média mundial, enquanto que os africanos menos da metade. Os brasileiros e chineses ficaram próximos da média. O Gráfico 2 mostra o quão diferente era a distribuição do consumo total de energia primária no mundo quando se compara, por exemplo, os anos de 1970 e 2011.

Gráfico 2 - Participação mundial no consumo de energia primária por região, comparando os anos de 1970 e de 2011

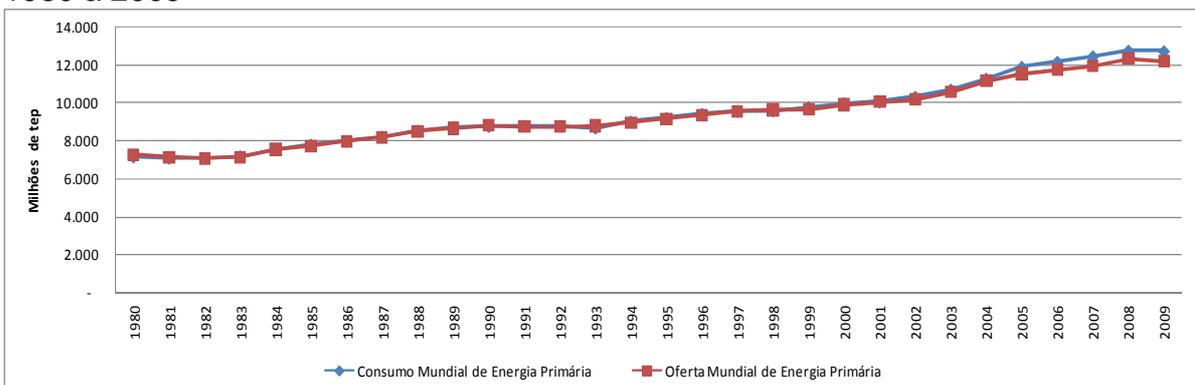


Fonte: Elaboração própria a partir de BP (2012).

Em 1970, a América do Norte e a Europa-Eurásia foram responsáveis por 80% da energia primária, contra 47%, em 2011, demonstrando uma queda na participação no consumo primário mundial, por conta do crescimento populacional em outras regiões. No Oriente Médio e na África, apesar da participação do consumo mundial de energia não ultrapassar um dígito, observa-se um avanço significativo destas regiões, passando de 2%, em 1970, para 6%, em 2011, no Oriente Médio e 1% para 3%, de 1970 para 2011, na África. Em 2011, observa-se um aumento de 25 pontos percentuais no consumo energético dos países da Ásia-Pacífico. A Europa-Euroásia, a América do Norte e a Ásia-Pacífico responderam, em 2011, por 86% da energia primária consumida no mundo (BP, 2012).

Outro dado importante diz respeito à evolução do consumo e à oferta total de energia primária no mundo. O consumo e a oferta aumentaram ao longo do tempo, conforme pode ser observado no Gráfico 3. No período que compreende 1980-2009, percebe-se a evolução positiva no consumo total mundial de energia primária.

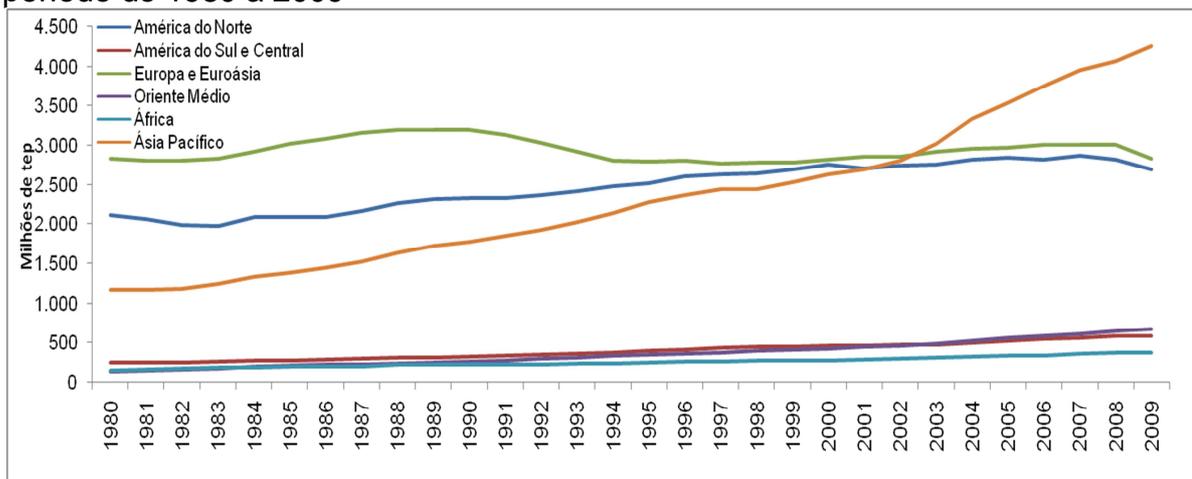
Gráfico 3 - Evolução do consumo e oferta total mundial de energia para o período de 1980 a 2009



Fonte: Elaboração própria a partir de EIA (2012b).

Ao comparar os anos 1980 e 2009, o consumo mundial teve um incremento de 78%, passando de 7.333 milhões de tep para 12.697 milhões de tep. A variação média no crescimento do consumo energético mundial foi de 1,96% a.a. e para a oferta mundial de energia foi de 1,83% a.a.. A oferta de energia passou de 7.241 para 12.201 milhões de tep, representando um incremento de 68,49%. Este aumento pode ser explicado, em parte, pelo crescimento da população mundial, que aumentou em 52,24%, de 1980 para 2009, com uma variação média anual de 2,02%. Junto ao crescimento populacional, destaca-se o grau do crescimento econômico mundial que no período de 1980 a 2009, foi em média 2,8% a.a., segundo dados do Banco Mundial (2013). O Gráfico 4 apresenta a evolução do consumo mundial de energia primária.

Gráfico 4 - Evolução do consumo mundial total de energia, por regiões para o período de 1980 a 2009



Fonte: Elaboração própria a partir de BP (2012).

A América do Norte teve uma variação de 27,50%, enquanto que as regiões que mais cresceram foram o Oriente Médio, com uma variação de 387,57%, e a Ásia-Pacífico, com 264,81%, as quais também tiveram as maiores variações médias anuais no consumo energético total com 5,45% e 4,43%, respectivamente. O crescimento da região Ásia-Pacífico pode ser explicado, em parte, pelo crescimento populacional da China, nos últimos anos, o que justificaria o comportamento de crescimento exponencial observado no gráfico 4. A África apresentou um crescimento médio anual de 3,20% e uma variação de 154,68% no consumo energético, dialogando com o aumento significativo da população para o mesmo período. A América do Norte e a Europa-Euroásia cresceram, em média ao ano,

0,84% e 0,13%, respectivamente. América do Sul e Central tiveram um crescimento de 131%. Em termos de produção mundial de energia primária, a Tabela 3 apresenta dados de variação percentual (BP, 2012).

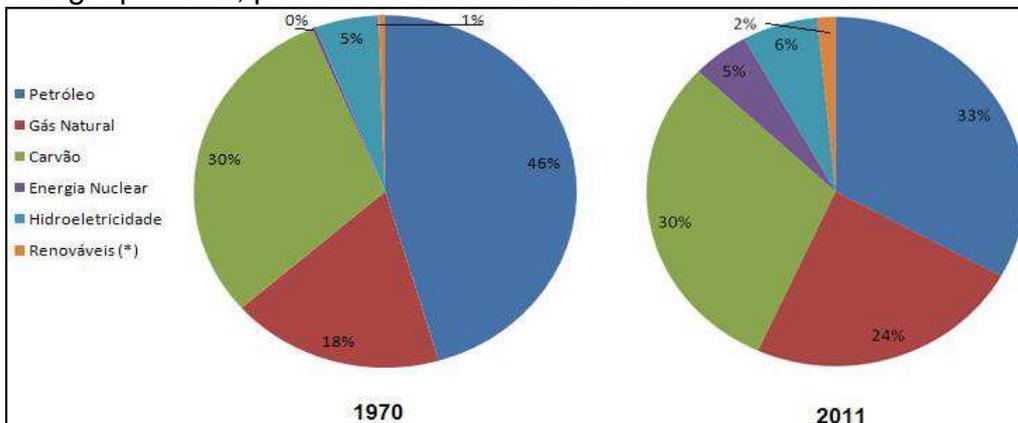
Tabela 3 - Produção mundial de energia primária por região mundial

Região Mundial	Variação anual (1980-2009) (%)	Variação de 1980 para 2009 (%)
América do Norte	0,64	19,63
América Central e do Sul	3,17	144,25
Europa	0,40	11,15
Euroásia	0,63	17,02
Oriente médio	1,84	56,70
África	2,63	107,67
Ásia-Pacífico	4,91	296,90
Mundo	1,83	68,49

Fonte: Elaboração própria a partir de EIA (2012b).

Ao longo do tempo, não foi apenas o montante do consumo e a produção que mudaram, a composição da matriz energética mundial também sofreu alterações. Pode-se observar, no Gráfico 5, a alteração na participação das fontes primárias de energia.

Gráfico 5 – Composição do consumo da matriz energética mundial, por fonte de energia primária, para os anos de 1970 e 2011



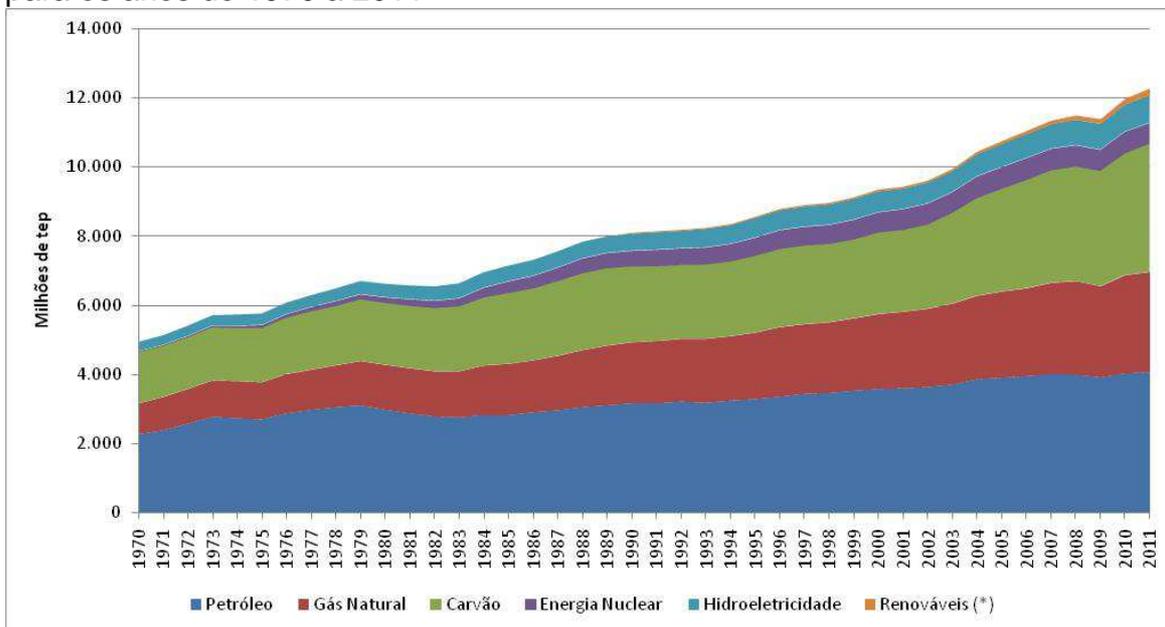
Fonte: Elaboração própria a partir de BP (2012).

Nota: (\*) Dados das fontes renováveis são de 1990 e 2011. Não foram encontrados dados equivalentes aos dos anos de 2011 para 1970. Assim, optou-se pelo valor mais próximo de 1970.

Em 1970, o consumo de fontes não renováveis (petróleo, carvão mineral, gás natural e energia nuclear) representou 94% do total de energia consumida e, em 2011, este percentual foi de 92%. No que tange às fontes energéticas de origem fósseis, estas ainda continuam a ser majoritariamente utilizadas no mundo, correspondendo por 87% do consumo mundial. Em 2011, mesmo com uma redução da participação do petróleo em 13 pontos percentuais, em relação a 1970, as fontes

renováveis ainda apresentam uma participação pequena, passando de 6% para 8%. Composição do consumo da matriz energética mundial, por fonte de energia primária, para os anos de 1970 e 2011. Em 1970, a energia hidráulica foi responsável por apenas 5% do consumo mundial de energia e, em 2011, por 6%. Através do Gráfico 6 é possível verificar a evolução do consumo mundial por fonte de energia primária no período de 1970 a 2011.

Gráfico 6 - Evolução da matriz energética mundial, por fonte de energia primária, para os anos de 1970 a 2011



Fonte: Elaboração própria a partir de BP (2012).

Nota: (\*) Dados das fontes renováveis são de 1990 a 2011. Não foram encontrados dados equivalentes para 1970. Assim, optou-se pelo valor mais próximo de 1970.

O consumo mundial de petróleo aumentou 79,6% ao comparar o ano de 1970 com 2011. A energia nuclear foi a que mais aumentou, 3.324,7%. As fontes primárias renováveis aumentaram 196,9% (hidroeletricidade) e 588,3% (renováveis). Este aumento no uso de fontes renováveis reflete a preocupação na introdução de fontes limpas que gerem menor impacto ao meio ambiente e que contribuam para crescimentos econômicos sustentáveis.

Em termos setoriais, o setor industrial respondeu pela maior participação no consumo energético mundial em 2011, com 38%, seguido do setor de transportes, com 19%. O setor residencial é o terceiro em termos de consumo energético, com 10% do total, e o setor comercial responde por 6% do consumo mundial de energia. Há, ainda, 27% do consumo total de energia no mundo ocasionado por perdas de eletricidade relacionadas (EIA, 2012b).

Os combustíveis líquidos são consumidos, em sua maioria, pelo setor de transporte, respondendo por 59%. O gás natural, o carvão mineral e as fontes renováveis são demandados pelo setor industrial, o qual consome 57%, 91% e 96%, respectivamente. A eletricidade também é consumida em maior parte pelo setor industrial. A distribuição dos recursos (combustíveis líquidos, gás natural, carvão mineral, eletricidade e renováveis) em cada um dos setores (residencial, comercial, industrial e transporte) se dá de formas variadas. A maior participação de recursos no setor residencial é do gás natural, responsável por 40%, e da eletricidade, com 32%. O setor de transporte basicamente utiliza combustíveis líquidos, os quais são 96% do total de recursos energéticos consumidos pelo setor (EIA, 2012b).

Após a apresentação de dados do consumo e oferta mundial de fontes de energia é possível introduzir um quadro no que tange ao consumo mundial de etanol. O consumo mundial de biocombustíveis, em 2011, foi da ordem de 104 milhões de m<sup>3</sup>. O Brasil foi responsável por 20,74% do consumo mundial total, ficando atrás, somente, dos EUA, que, por sua vez, participaram com 49,39% do consumo mundial de biocombustíveis. No que se refere ao consumo de etanol, o mundo consumiu, em 2011, aproximadamente, 80,5 milhões de m<sup>3</sup>, cerca de 77% do total de biocombustíveis (EIA, 2012b). O Brasil e os EUA são os maiores consumidores de etanol. Neste sentido, apresenta-se a Tabela 4 com dados dos 10 maiores consumidores de etanol no mundo, em 2011, e a relação na participação do consumo mundial de biocombustíveis.

Tabela 4 - Dados dos 10 maiores consumidores mundiais de etanol e a participação no consumo total de etanol e de biocombustíveis em 2011

	Região	Etanol m <sup>3</sup>	Participação etanol/total mundial de etanol (%)	Participação etanol/total mundial dos biocombustíveis (%)
1	EUA	48.141.819	59,83	46,22
2	Brasil	19.027.667	23,65	18,27
3	Canadá	2.404.080	2,99	2,31
4	China	2.175.120	2,70	2,09
5	Alemanha	1.516.860	1,89	1,46
6	França	915.840	1,14	0,88
7	Reino Unido	641.088	0,80	0,62
8	Espanha	457.920	0,57	0,44
9	Austrália	429.300	0,53	0,41
10	Suécia	400.680	0,50	0,38

Fonte: Elaboração própria a partir de EIA (2012b).

Os 10 maiores consumidores de etanol somaram 76,11 milhões de m<sup>3</sup>, cerca de 94% do consumo mundial total de etanol. Os EUA e o Brasil foram os maiores consumidores, respondendo, respectivamente, por 59,83% e 23,65%, do consumo mundial de etanol e juntos representaram uma participação total no consumo de 83,5%. As participações estadunidense e brasileira de etanol no consumo total de biocombustíveis foram 46,22% e 18,27%, respectivamente. As Tabelas 5, 6 e 7 são apresentadas e analisadas em conjunto, dado que elas relacionam a produção e o consumo mundial de combustíveis líquidos, biocombustíveis e etanol, respectivamente.

Tabela 5 - Produção e consumo mundial de combustíveis líquidos para o período de 2005 a 2011 (milhões m<sup>3</sup>)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Produção	4.842,50	4.853,95	4.859,68	4.905,47	4.802,44	4.922,64	5.008,50
Consumo	4.808,16	4.865,40	4.922,64	4.922,64	4.808,16	4.922,64	5.037,12

Fonte: Elaboração própria a partir de EIA (2012b).

Tabela 6 - Produção e consumo mundial de biocombustíveis para o período de 2005 a 2011 (milhões m<sup>3</sup>)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Produção	40,07	51,52	68,69	85,86	97,31	108,76	120,20
Consumo	32,16	42,78	56,72	77,29	90,73	101,44	104,17

Fonte: Elaboração própria a partir de EIA (2012b).

Tabela 7 - Produção e consumo mundial de etanol para o período de 2005 a 2011 (milhões m<sup>3</sup>)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Produção	33,49	40,98	52,92	69,56	75,92	87,44	85,49
Consumo	28,65	36,03	46,72	63,39	73,30	81,28	80,46

Fonte: Elaboração própria a partir de EIA (2012b).

Os biocombustíveis representam uma pequena parte do total de combustíveis líquidos produzidos e consumidos mundialmente. A oferta e demanda para combustíveis ainda é bastante direcionada para os derivados de petróleo. Em 2011, os biocombustíveis representaram 2,40% da produção e 2,07% do consumo mundial total de combustíveis líquidos. A participação do etanol foi menor ainda, 1,71% da produção mundial e 1,60% do consumo. Contudo, a produção e o consumo de

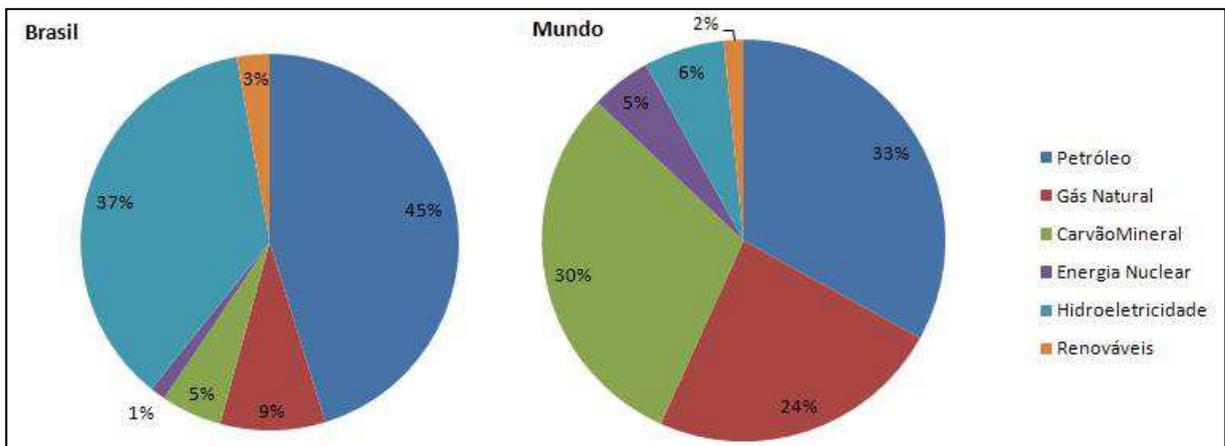
etanol relacionado com o total de biocombustíveis são praticamente opostos, pois, no mesmo ano, o etanol representou 71,12% da produção mundial de biocombustíveis e 77,24% do consumo.

### 2.2.1 Oferta e Demanda de Energia no Brasil

Em 2011, para cada mil dólares produzidos no Brasil foram consumidas cerca de 11,78% de toda energia ofertada internamente. A oferta interna de energia foi de 272,4 milhões de tep para produzir um Produto Interno Bruto (PIB) na ordem de US\$ 2.312 bilhões. A energia consumida foi de 257,8 milhões de tep. Cada brasileiro consumiu, em média, 1,41 tep no mesmo ano, enquanto que, em 2001, este consumo foi de 1,3 tep/habitante. O setor de transformação de energia foi o que mais a utilizou, com 72% de participação no dispêndio de 2011, enquanto que o consumo final respondeu por 28% (BRASIL, 2012a).

A matriz energética brasileira é considerada uma das mais limpas do mundo, em razão da forte presença de fontes renováveis de energia, como a geração de eletricidade a partir de fontes hidráulicas, lenha, produtos da cana-de-açúcar e outras fontes renováveis. A partir do Gráfico 7, procura-se comparar o consumo de energias primárias do Brasil com o consumo mundial em 2011.

Gráfico 7 - Comparação do consumo de fontes primárias de energia entre o Brasil e o mundo em 2011



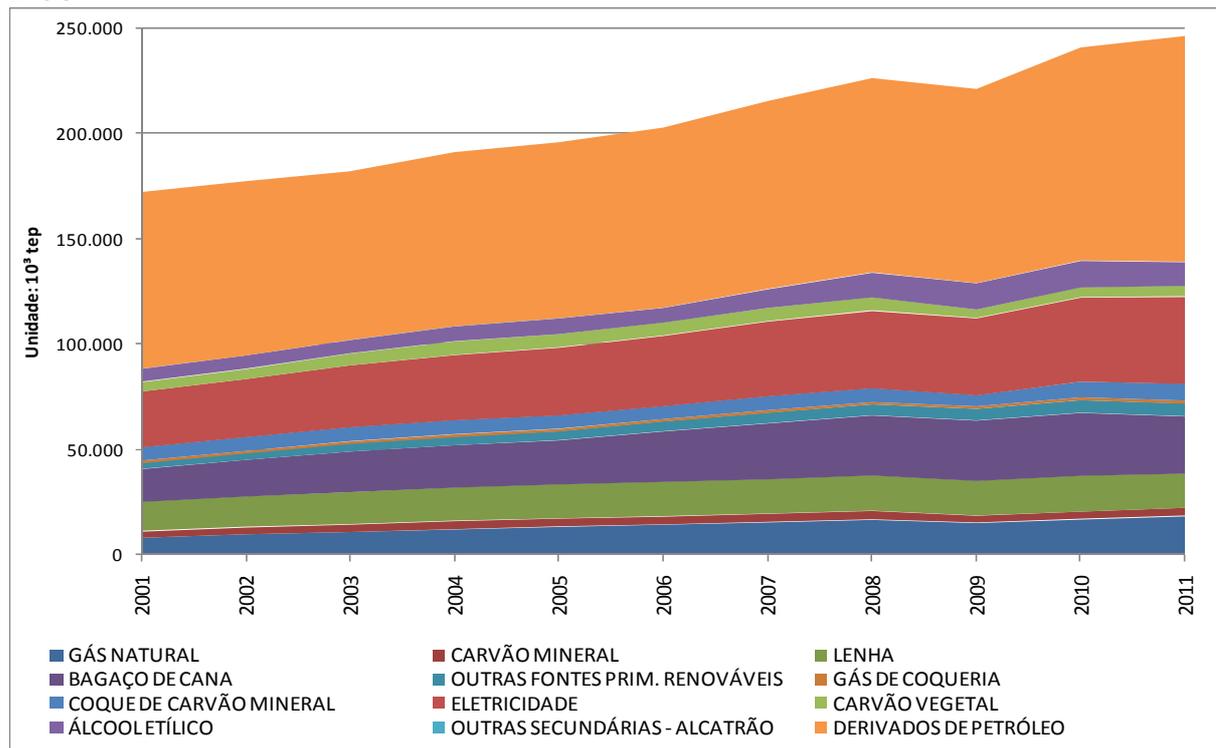
Fonte: Elaboração própria a partir de BP (2012).

No Brasil, a energia primária renovável respondeu por 40% do consumo total, contra 8% no mundo. Contudo, o consumo de petróleo no país é 12 pontos percentual maior que o consumo mundial, representando 45% das fontes primárias

consumidas no mesmo ano. Em termos do total das fontes de energia não renováveis (petróleo, energia nuclear, gás natural e carvão), o Brasil somou 60% do total de energia primária. Isso demonstra uma forte inclinação do país para a utilização de fontes renováveis de energia.

Ao longo dos anos, a matriz energética nacional também sofreu transformações. Em 1940, a lenha e o carvão vegetal representavam 83,34% das fontes energéticas consumidas pela população, enquanto que, em 2011, não chegou a 10%. Os produtos da cana-de-açúcar, em 2011, representaram quase 16%, contra 2,37%, em 1940. O petróleo, seus derivados e o gás natural passaram de 6,41%, em 1940, para 48,76%, em 2011 (BRASIL, 2012a). O Gráfico 8 apresenta a evolução do consumo final de energia por fonte, considerando a última década.

Gráfico 8 - Evolução do consumo final por fonte para o período de 2001 a 2011 no Brasil



As fontes renováveis (lenha, bagaço decana, álcool etílico, eletricidade, carvão vegetal e outras renováveis) representaram, em 2011, 43,59% do consumo nacional de energia. As renováveis que tiveram maior participação foram a eletricidade, com 17%, e o bagaço da cana, com 11%, enquanto o álcool etílico foi responsável por 5% do consumo brasileiro de 2011. Em relação à variação de 2001

para 2011, álcool etílico apresentou um incremento de 86%, passando de 6.052 10<sup>3</sup> tep, em 2001, para 12.628 10<sup>3</sup> tep, em 2011. De todas as fontes consumidas, as únicas que apresentaram uma variação negativa foram o gás canalizado, que teve um consumo de 35 10<sup>3</sup> tep, em 2001, e não registrou consumo em 2011; e o óleo combustível, que teve a maior variação negativa, passando de 8.469, em 2001, para 4.605 10<sup>3</sup>tep, em 2011, ou seja, um decréscimo de 46% no consumo final (BRASIL, 2012a).

No que se refere à oferta interna de energia, do total ofertado em 2011 (272.348 10<sup>3</sup> tep), 56% foram de fonte não renováveis, destacando o petróleo, que foi responsável por 38,63% do total ofertado e 69% do total das fontes não renováveis. As fontes renováveis responderam pelos outros 44% de oferta interna, sendo que os produtos derivados da cana, somados com a energia hidráulica e elétrica somaram 30% na oferta global e foram responsáveis por 98% de toda oferta de energia renovável. Neste sentido, a Tabela 8 traz uma média da oferta interna de energia para as últimas cinco décadas.

Tabela 8 - Média da oferta interna de energia por década em 10<sup>3</sup> tep no período de 1970 a 2000 no Brasil

IDENTIFICAÇÃO	1970	1980	1990	2000	2010(*)
Petróleo, Gás Natural e Derivados	41.941	55.023	76.796	105.262	131.025
Carvão Mineral e Derivados	3.405	8.554	11.600	13.542	14.853
Hidráulica e Eletricidade	6.233	14.932	24.392	31.808	38.803
Lenha e Carvão Vegetal	31.632	31.817	24.028	26.279	26.166
Produtos da Cana	5.148	15.646	22.484	31.283	44.940
Outras (**)	404	1.786	3.724	9.652	14.772
T O T A L	88.762	127.758	163.024	217.826	270.559

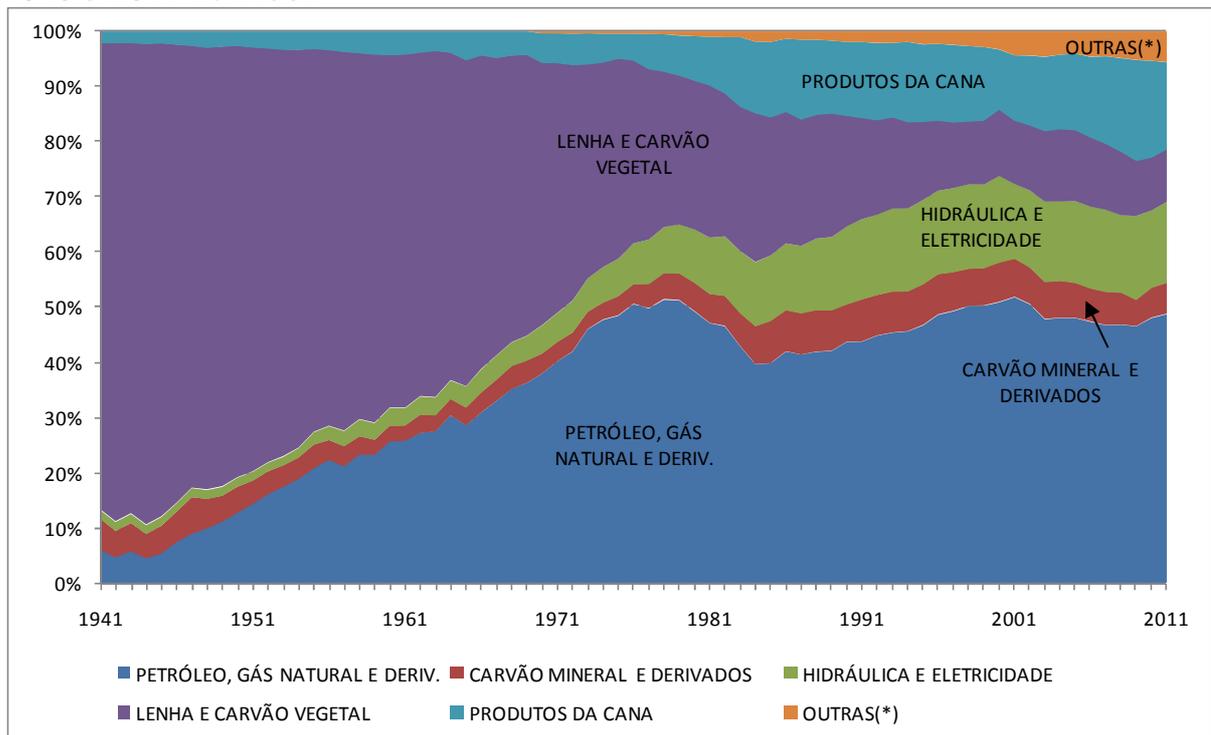
Fone: Brasil (2012a).

Nota: (\*) Média dos dois anos disponíveis para esta década: 2010 e 2011. (\*\*) Inclui Outras Fontes Primárias Renováveis e Urânio.

Os dados revelam que petróleo, derivados e gás natural aumentaram três vezes mais na década de 2010 em relação a 1970. Os produtos derivados da cana-de-açúcar aumentaram oito vezes. Percebe-se o salto na oferta de produtos da cana da década de 1970 para 1980, passando de 5.148 10<sup>3</sup>tep para 15.646 10<sup>3</sup>tep. Esse aumento deve-se à implantação do Programa Pró Álcool, o qual dá início a uma série de incentivos para a produção de etanol, a fim de se obter um combustível alternativo ao petróleo e seus derivados, motivado pelas crises do petróleo na

década de 1970. Para finalizar, em relação às questões relacionadas ao consumo e oferta nacional agregados, apresenta-se a evolução da matriz energética no que se refere à oferta interna de energia. O Gráfico 9 mostra a mudança na matriz energética brasileira ao longo do tempo, tomando como base o período de 1940 até 2010.

Gráfico 9 - Participação por fonte na oferta interna de energia por década no período 1940 a 2011 no Brasil



Fonte: Brasil (2012a).

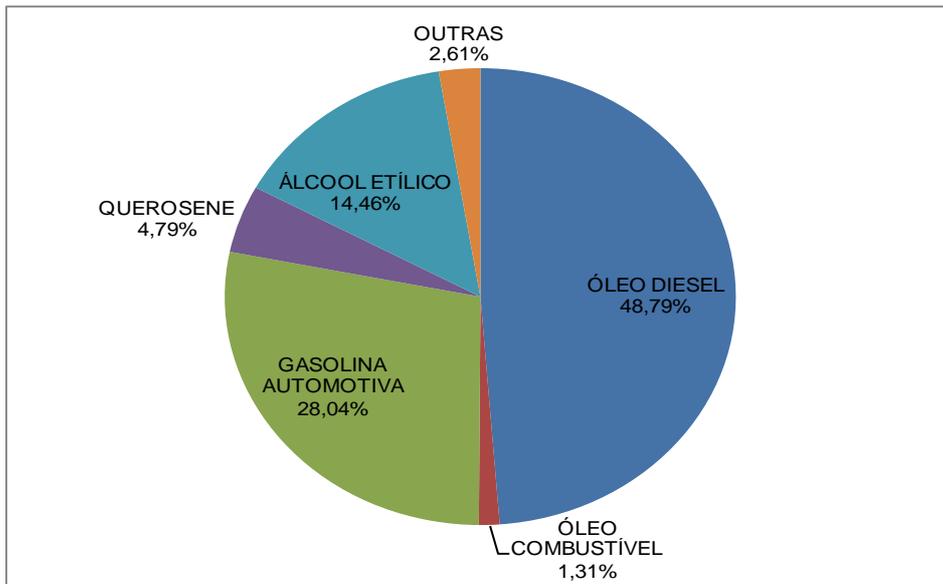
Nota: (\*) Outras fontes renováveis.

O Gráfico 9 mostra com clareza a transição do carvão vegetal e lenha como principais energéticos para o uso predominante de petróleo, derivados e gás natural. Além disso, percebe-se a introdução e aumento dos produtos de cana a partir de meados da década de 1970, demonstrando uma substituição da lenha e carvão vegetal por tais produtos. Esta substituição se dá com a implantação do Pró-Álcool em 1974, no Brasil, como resposta à primeira crise do petróleo no início dos anos de 1970. A oferta de energia hidráulica e eletricidade também aumentam a partir dos anos de 1970, chegando, nos anos 2000, com forte participação e presença conforme já relatado.

Apresentada a oferta e o consumo de energia de forma geral e agregada, passa-se ao consumo de etanol (álcool etílico). O consumo de álcool etílico

apresentou uma variação anual média de 8% e teve um aumento de 101% de 2001 em relação a 2011, passando de  $10.265 \cdot 10^3 \text{m}^3$  para  $20.65 \cdot 10^3 \text{m}^3$ . O setor de transporte rodoviário consome todo o etanol produzido, tanto o hidratado quanto o anidro, e respondeu por 0,67% de toda energia consumida no país. O Gráfico 10 apresenta o consumo total do setor de transporte por recursos energético em 2011.

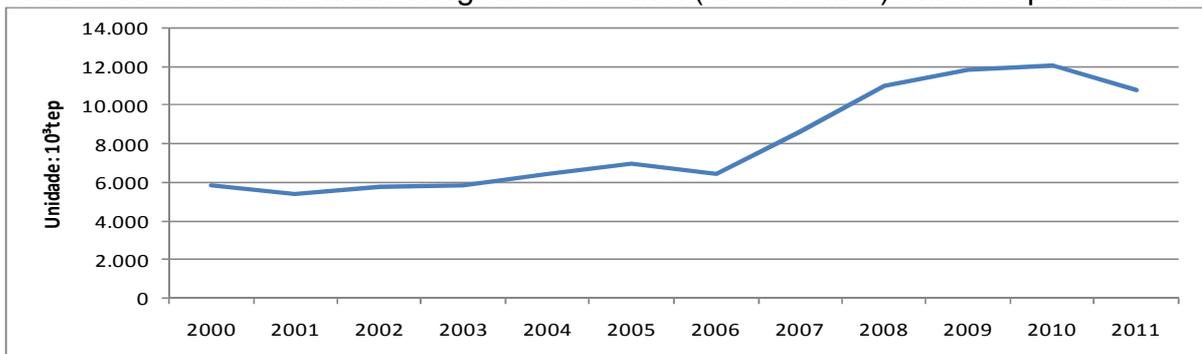
Gráfico 10- Consumo brasileiro de recursos energéticos para o setor de transportes em 2011



Fonte: Elaboração própria a partir de Brasil (2012a).

Os combustíveis fósseis representam o maior consumo no setor de transportes, com 82,3%. Dentre estes, o óleo diesel é o mais utilizado, respondendo por 48,79%. O etanol teve uma participação de 14,46% no consumo de energéticos no setor de transportes em 2011. O Gráfico 11 traz o consumo final energético de etanol para o período de 2000 a 2011.

Gráfico 11 - Consumo final energético de etanol (álcool etílico) em  $10^3 \text{tep}$  no Brasil



Fonte: Elaboração própria, a partir de Brasil (2012a).

Entre os anos 2000 e 2006, a produção ficou na faixa 5,3-6,3 mil 10<sup>3</sup>tep, apresentando um salto a partir de 2008 e chegando a 12 mil 10<sup>3</sup>tep. O etanol hidratado representou, em 2011, 60,51% da produção total de etanol, enquanto que o anidro foi de 39,49%. Em 2001, esta proporção era inversa, onde o anidro era responsável pela maior parte da produção, com 56,52%, contra 43,48% de etanol hidratado. De 1990 até 2004, o Brasil importou por ano, em média, 6% do etanol consumido internamente. Neste mesmo período, foi exportado por ano, em média, 3,81%.

Alinhado com o objetivo deste estudo, apresentam-se informações da matriz energética relacionadas com o estado do Rio Grande do Sul, seja para contextualizar a produção e consumo de energia gaúcha de forma generalizada, seja para elucidar a produção de etanol e outros energéticos. Nesse sentido, a participação na geração de energia elétrica é, aproximadamente, 4,30% da geração nacional, respondendo por 5,02% de toda capacidade hidráulica instalada. Contudo, a capacidade instalada de geração de eletricidade a partir de energia eólica representa 17,03% do total eólico, ficando atrás somente do Rio Grande do Norte. Em relação às fontes de energia não renováveis, o estado é responsável por até 53%, em média, da produção anual de carvão mineral. No que tange ao etanol, a participação gaúcha é reduzida, cerca de 0,04% da produção total nacional (EPE, 2011). A Tabela 9 apresenta um resumo de algumas fontes energéticas produzidas no estado.

Tabela 9 – Fontes energéticas produzidas no Rio Grande do Sul, no período de 2005 a 2010.

Fonte Energética	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Bagaço cana-de-açúcar (mil t)	17	28	38	33	48	81
Lixívia (mil t)	575	640	671	679	626	685
Casca de arroz (mil t)	490	1.085	1.028	1.186	1.1279	1.398
Energia Eólica (MWh)	- <sup>1</sup>	145.095	408.749	430.137	384.333	358.140
Carvão mineral (mil t)	3.194	3.133	3.100	3.572	3.050	5.240
Gás natural veicular – GNV (milhões m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>	1.008	901	659	715	538	588

Fonte: Rio Grande do Sul (2011)

Nota 1: Dado não disponível

Nota 2: O Rio Grande do Sul não tem reservas naturais de GNV, recebe o gás via gasoduto para a comercialização

A produção de bagaço de cana-de-açúcar no período selecionado apresenta-se de forma crescente, com exceção do ano de 2008 em relação a 2007. A produção de carvão mineral, Outra fonte renovável, utilizada para fins energéticos no Rio Grande do Sul, é a casca de arroz, a qual também vem apresentando um crescimento ao longo do tempo. A energia eólica também tem destaque nas energias produzidas no estado. O Rio Grande do Sul não tem reservas de petróleo em seu território, contudo há duas refinarias<sup>7</sup> que beneficiam o petróleo respondendo por 10,35% da capacidade nominal total do Brasil em refino de petróleo. Em relação ao etanol, o estado não produz etanol anidro, apenas hidratado, contudo sua produção não atende a toda demanda local, pois há apenas uma destilaria localizada no estado que responde por toda produção. A Tabela 10 apresenta os dados de produção e consumo do etanol para o período de 2005 a 2010.

Tabela 10 – Produção e consumo de etanol no Rio Grande do Sul, no período de 2005 a 2010.

Fonte Energética	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Produção de etanol hidratado (m <sup>3</sup> )	3.338	5.686	6.818	6.318	2.458	5.800
Consumo de etanol hidratado (m <sup>3</sup> )	189.898	158.759	219.335	324.890	403.028	240.893

Fonte: Rio Grande do Sul (2011)

A partir dos dados expostos acima, percebe-se que a demanda por etanol no Rio Grande do Sul é bastante distante da produção interna. No período selecionado a demanda se apresenta crescente, com exceção dos anos de 2006 e 2010 que tiveram uma queda. Essas informações colaboram para justificar a realização desta pesquisa, na medida em que a oferta de etanol não atende a demanda do Rio Grande do Sul. A oferta de etanol, para os anos selecionados, respondeu em média, por 2,24% de toda a demanda.

O desenvolvimento desta seção conveio para elucidar a composição da matriz energética mundial e nacional. Buscaram-se, assim, as bases para apresentar cenários futuros no que tange às possibilidades e expectativas referentes, por exemplo, à permanência do petróleo e seus derivados e outros energéticos não renováveis, enquanto principais combustíveis utilizados no mundo e em todos os

<sup>7</sup> A Refinaria Alberto Pasqualini está localizada em Canoas (Região Metropolitana) e a Refinaria Rio-grandense em Rio Grande.

setores econômicos. Além disso, compreender o lugar de fontes renováveis no futuro da produção e do consumo energético é fundamental para realizar a análise da viabilidade da produção de etanol em pequena escala. A possibilidade de novas fontes energéticas poderia, por exemplo, colocar em xeque a produção futura do etanol? Relacionar apenas a produção e o consumo do etanol, isoladamente, não faz sentido sem poder vislumbrar outras possibilidades futuras. Ademais, este trabalho está direcionado a dois estudos de caso para implantação de unidades produtivas de etanol em pequena escala, localizados no estado do Rio Grande do Sul, o qual apresenta um déficit de 98% na produção do etanol.

Isto posto, a seção que segue aborda os cenários futuros e perspectivas para o consumo de energia, destacando as possibilidades para o etanol. Estes cenários são apontados por alguns estudos realizados por órgãos como o Ministério de Minas e Energia (MME) e a EIA, entre outros, sobre perspectivas futuras em um horizonte de 20 a 30 anos.

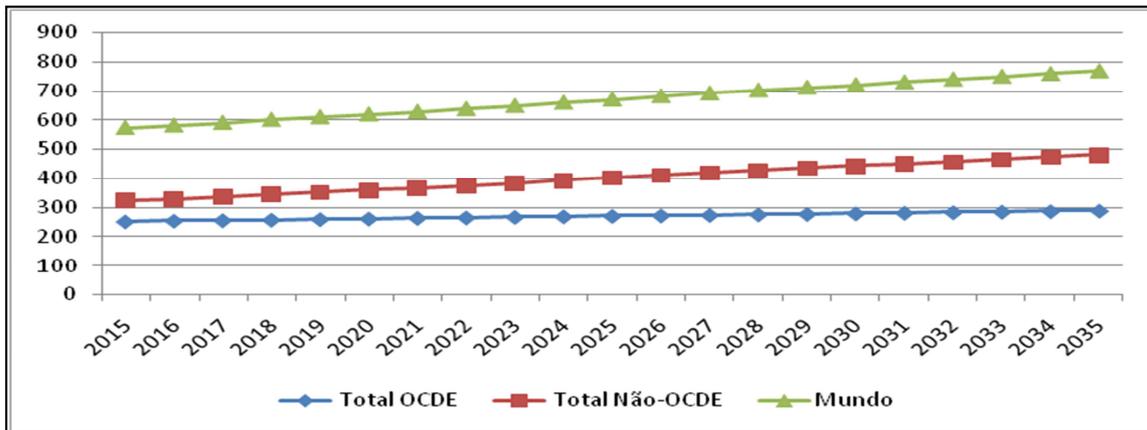
### 2.3 CENÁRIOS FUTUROS PARA OFERTA E CONSUMO DE ENERGIA

O EIA publicou, em 2011, o *International Energy Outlook 2011*, o qual traz uma estimativa das perspectivas do consumo de energia para os mercados internacionais para até 2035. O estudo incluiu cinco cenários: 1) casos de referência; 2) caso de alta do petróleo; 3) caso baixa do preço do petróleo; 4) caso tradicional alta do petróleo e 5) tradicional baixa do preço do petróleo (EIA, 2011). Os pressupostos e suposições para a construção e análise de cada cenário serão apresentados no capítulo de análise de cenários para a avaliação da viabilidade da produção de etanol.

Segundo EIA (2011), espera-se que, em 2020, o consumo mundial de energia chegue a 505 quadrilhões de BTUs e, em 2035, a 770 quadrilhões de BTUs. Isso significa um incremento na ordem de 53% para o período. Para o caso de referência, é esperado um aumento do consumo energético tanto para países membros como não membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Os países asiáticos não membros da OCDE têm o maior aumento projetado, 117%, de 2008 para 2035. A América Central e do Sul também apresentam crescimento do consumo de energia primária acima do patamar mundial, na ordem 73%, passando de 28 para 48 quadrilhões de BTUs. Ao passo

que o consumo dos países membros da OCDE cresce com uma taxa de 0,6% em média ao ano, para os países não membros, esta mesma taxa apresenta-se maior, 2,3% ao ano. O Gráfico 12 apresenta a evolução da projeção do consumo mundial de energia para o período de 2015 a 2035.

Gráfico 12- Projeção do consumo mundial de energias primárias para o período de 2015 a 2035



Fonte: Elaboração própria a partir de EIA (2012b).

Ao analisar o período projetado no Gráfico, o consumo mundial de energia passa de 573 quadrilhões de BTUs, em 2015, para os 770 quadrilhões de BTUs, em 2035, apresentando um crescimento de 34%. O consumo total dos países não membros da OCDE apresenta-se maior em todo período projetado em relação aos países membros, com crescimento de 117%. Em 2020, os países não membros da OCDE consomem 38% a mais de energia que países membros e, em 2035, este percentual sobe para 67%.

O crescimento no consumo mundial de energia primária é baseado na expectativa da retomada do crescimento econômico e da expansão da população mundial. Para o caso de referência, o PIB mundial deverá crescer 3,4% ao ano, no período de 2008-2038. A mesma taxa média anual para membros da OCDE é de 2,1%. Enquanto que, para países não membros, o PIB cresce acima da taxa mundial, 4,6%. Os países não membros da OCDE devem ser responsáveis pelo incremento na demanda do consumo energético mundial, esperado por um forte crescimento econômico de longo prazo. Este incremento é projetado em 85% para países não membros da OCDE, enquanto que para os países membros é esperado um aumento de apenas 18%, para o caso de referência (EIA, 2011).

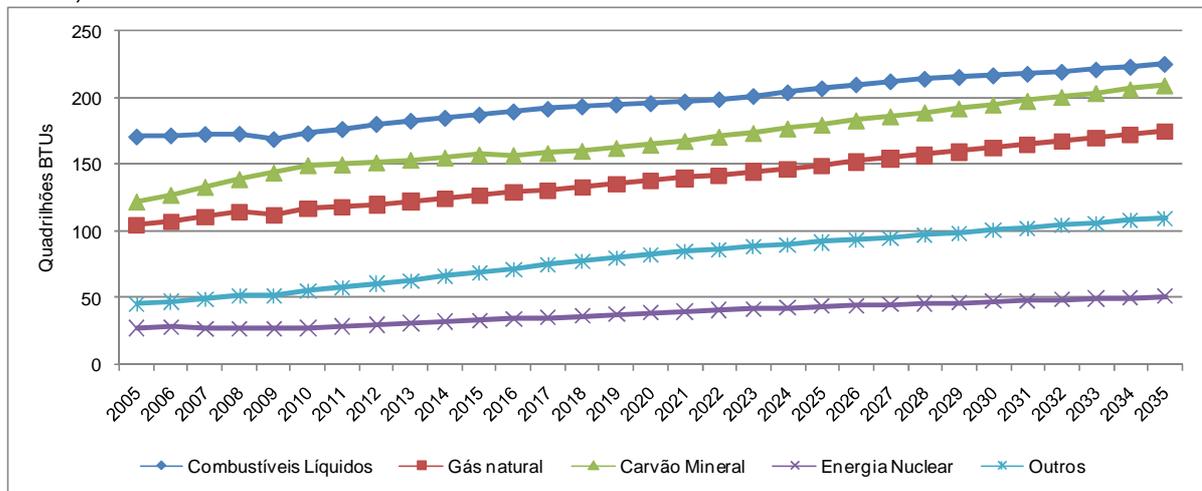
Contudo, há uma preocupação com a recuperação e estabilidade econômica frente à crise de 2008 dos países membros da OCDE e que tal recuperação não deva acompanhar taxas de crescimento altas, como ocorreu em momentos anteriores. Entretanto, as economias emergentes continuam a ter crescimentos elevados, em parte, dado às fortes entradas de capitais e aos elevados preços das *commodities*. Contudo, pressões de inflação e a necessidade de reequilíbrio do comércio externo são apontadas como preocupações particulares de importantes economias em desenvolvimento (EIA, 2011).

Dada a relação do setor de transportes com o consumo de combustíveis líquidos, optou-se por centrar as informações setoriais naquele. Bem como é apresentada a projeção do consumo e produção de combustíveis líquidos e suas divisões, destacando-se os biocombustíveis e o etanol, na medida em que estiver disponível. Cabe salientar que tais projeções são apresentadas no âmbito global.

O setor de transporte responde pela maior parte do crescimento total do uso de combustíveis líquidos, no período projetado. Sua participação aumentou de 54%, em 2008, para 60%, em 2035, no consumo total. Este aumento parte do pressuposto de que não haja avanços tecnológicos significativos. Para países não membros da OCDE, deve aumentar a participação do setor de transportes no consumo de combustíveis líquidos, em média, 2,6%, e para países membros, 0,3%. Assim, os combustíveis líquidos continuam a fornecer a maior parte da energia consumida. Apesar do aumento dos preços dos combustíveis, o uso de combustíveis líquidos para o setor de transportes aumenta, em média, ao ano, 1,4%, ou um total de 46% no período de 2008 a 2035. Este setor representa 82% do total do aumento do consumo de combustíveis líquidos no período de 2008 a 2035, os outros 18% estão relacionados ao setor industrial. Em contraponto, nos demais setores de uso final e geração de energia elétrica, a sua utilização diminui (EIA, 2011).

No longo prazo, está projetado um aumento no consumo mundial de energia de todas as fontes de combustíveis até 2035. A projeção da produção de petróleo e de outros líquidos é na ordem de 96,6 milhões de barris por dia, em 2020, e de 112,20 milhões de barris por dia, para 2035. A produção de combustíveis líquidos (tanto convencionais, quanto não convencionais) aumenta em um total de 26,6 milhões de barris por dia de 2008 para 2035 (EIA, 2011). Isto posto, o Gráfico 13 mostra o cenário mundial de crescimento dos recursos energéticos para o período de 2015 a 2035 para o caso de referência.

Gráfico 13 - Evolução do consumo mundial de energia para o período de 2015 a 2035, no caso de referência



Fonte: Elaboração própria a partir de EIA (2012b).

Em termos de projeção, os recursos não convencionais (incluindo biocombustíveis, óleo de xisto e outros) tanto para países membros como não membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), crescem em média 4,6% ao ano ao longo do período de projeção. Ao considerar que os altos preços do petróleo sejam sustentados, os recursos não convencionais podem tornar-se economicamente competitivos, especialmente quando restrições geopolíticas ou outras limitem o acesso aos futuros recursos convencionais (EIA, 21011).

A produção mundial de combustíveis líquidos não convencionais, que totalizaram apenas 3,9 milhões de barris por dia, em 2008, aumenta para 13,1 milhões de barris por dia e é responsável por 12% da oferta mundial total de líquidos em 2035. Os maiores componentes de produção não convencional futuro são 4,8 milhões de barris por dia de petróleo canadense, 2,2 e 1,7 milhões de barris por dia de biocombustíveis dos EUA e do Brasil, respectivamente, e de 1,4 milhões de barris por dia de petróleo extrapesado venezuelano. Esses quatro combustíveis líquidos não convencionais representam quase 3/4 do aumento ao longo do período de projeção (EIA, 2011).

O MME elaborou o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030), composto por uma série de estudos temáticos, os quais formam a base para a elaboração do relatório final. Para esta dissertação, utilizou-se com maior frequência o PNE 2030: combustíveis líquidos e relatório final. O Plano traça projeções de consumo e produção dos recursos energéticos no país. Foram elaborados seis cenários ao

todo, contudo, quatro cenários nacionais foram analisados, a saber: 1) Cenário A: “Na crista da onda”; 2) Cenário B1: “Surfando a marola”; 3) Cenário B2: “Pedalinho” e; 4) Cenário C: “Náufrago”. Para o estabelecimento das estratégias de expansão do sistema nacional energético, o Cenário B1 foi priorizado. A escolha de tais cenários justifica-se pela difícil previsão da eficácia na gestão dos problemas domésticos no horizonte de até 2030 (BRASIL, 2007c).

Neste sentido, o PNE 2030 aponta para um crescimento do consumo de energia final, acompanhando as projeções internacionais. No pior cenário, o consumo de energia final, no Brasil, passa de 161,8 10<sup>6</sup>tep (2005) para 309,3 10<sup>6</sup>tep (2030), um aumento de 91%. E para o melhor cenário, o consumo de energia final pode chegar a 477 10<sup>6</sup>tep em 2030, comparado a 2005, refletindo um aumento de 19%. O crescimento demográfico projetado para 2030 aponta uma população de 238,5 milhões de habitantes. Ao considerar a oferta interna de energia, o consumo médio de energia por habitante pode chegar a 2,33 tep/ano em 2030 (BRASIL, 2007a). A Tabela 11 apresenta os dados de oferta interna de energia, projetados para os anos de 2020 e 2030.

Tabela 11 - Oferta interna de energia em 10<sup>3</sup> tep projetados para os anos de 2020 e 2030

IDENTIFICAÇÃO	2020	2030
Energia não renovável	216.007	297.786
Petróleo e derivados	119.136	155.907
Gás natural	56.136	86.531
Carvão mineral e derivados	30.202	38.404
Urânio (u3o8) e derivados	9.976	16.944
Energia renovável	182.430	259.347
Hidráulica e eletricidade	54.551	75.067
Lenha e carvão vegetal	28.069	30.693
Derivados da cana-de-açúcar	69.475	103.026
Outras renováveis	30.335	50.561
Total	298.437	557.133

Fonte: Brasil (2007a).

As energias renováveis devem responder por 46,6% da oferta interna de energia, cerca de 2,5 pontos percentuais a mais que em 2011. Os produtos da cana-de-açúcar devem representar, em 2030, 18,5% da oferta interna de energia, também 2,5 pontos percentuais a mais que em 2011, quando foi de 16%. Por outro lado, a

participação do petróleo na matriz energética deve diminuir, respondendo por 28% de toda oferta interna de energia, contra 38% em 2011.

No que tange aos combustíveis líquidos (etanol, óleo diesel, gasolina, óleo combustível, GLP, querosene, nafta), o setor de transporte é o que apresenta maior demanda por tais combustíveis. A demanda de combustíveis líquidos pelo setor de transportes fica entorno de 75% por ano. Na Tabela 12 verifica-se a demanda para os anos selecionados.

Tabela 12 - Evolução da demanda de combustíveis líquidos por setor (mil tep)

Setor da economia	2015	2020	2025	2030
Setor industrial	6.756	8.004	9.863	11.196
Setor comercial	624	737	1021	1.225
Setor público	759	901	1277	1.556
Setor de transportes	62.984	77.340	1081.18	132.636
Setor agropecuário	6.521	8.652	12.251	15.000
Setor residencial	6.270	8.268	10.508	11.406
Total	83.914	103.902	143.038	173.019

Fonte: Brasil (2007a).

Ainda em relação ao setor de transportes, o etanol e a gasolina produzidos são consumidos totalmente pelo setor de transportes brasileiro. Na Tabela 13, observa-se a evolução da produção, consumo e exportação de etanol para os anos selecionados.

Tabela 13 - Produção, consumo e exportação de etanol, projetados para os anos 2015, 2020, 2025 e 2030 (mil m<sup>3</sup>)

	2015	2020	2025	2030
Produção	38.594	51.547	57.198	61.875
Importação	0	0	0	0
Exportação	13.360	17.080	16.684	9.518
Perdas/ ajustes	332	-2.025	224	142
Consumo total	25.566	32.442	40.740	52.498
Consumo final	25.566	32.442	40.740	52.498
Consumo final não energético	333	230	160	110
Consumo final energético	25.233	32.212	40.580	52.388
Transportes	25.233	32.212	40.580	52.388
Rodoviário	25.233	32.212	40.580	52.388

Fonte: Brasil (2007b, p.83).

Para todos os períodos, a produção de etanol aumenta. Destaca-se o aumento das exportações de etanol, contudo, a partir de 2025, as mesmas podem diminuir, pois o crescimento do consumo ocorre a taxas maiores do que o da produção. No longo prazo, espera-se que o Brasil possa produzir etanol celulósico. Esta possibilidade é bastante apontada, contudo a produção majoritária de etanol se dá a partir da cana-de-açúcar.

## 2.4 SÍNTESE DO CAPÍTULO

As projeções mundiais apontam para uma expansão do consumo de energia primária, bem como para o crescimento econômico das economias. Destaca-se que os países não membros da OCDE devem crescer a patamares maiores que os países membros. O Brasil também acompanha esta expansão do consumo de energia. Os combustíveis líquidos, bem como o etanol, também seguem este aumento. Com o objetivo de oferecer uma síntese deste capítulo, são apresentadas algumas projeções de produção e consumo de combustíveis líquidos para o mundo e para o Brasil e a de etanol para o Brasil.

Na Tabela 14, observa-se a produção e o consumo total de combustíveis líquidos para o mundo. Em todos os períodos, tanto a produção quanto o consumo de combustíveis líquidos aumentam.

Tabela 14 - Produção e consumo mundial de combustíveis líquidos (milhões de barris por dia)

	2015	2020	2025	2030	2035
Produção (convencionais + não convencionais)	93,3	97,6	103,3	108,0	112,2
Produção de convencionais	87,2	89,8	93,6	96,5	99,1
Produção de não convencionais	6,1	7,8	9,7	11,5	13,1
Produção de biocombustíveis	2,4	3	3,8	4,4	4,7
Consumo	93	98	103	108	112

Fonte: Elaboração própria a partir de EIA (2012b).

Os dados demonstram um equilíbrio entre a oferta e o consumo de combustíveis líquidos. Tanto a produção quanto o consumo total de combustíveis líquidos aumentam em 20% de 2015 para 2035. A produção passa de 93,3 milhões de barris por dia e a demanda para 93 milhões de barris por dia. Com o crescimento

projetado, os biocombustíveis representam, em média, 3,5% da produção total de combustíveis líquidos. Esta participação é crescente, passando de 2,57%, em 2015, para 4,19%, em 2030. No que confere aos dados nacionais, com base no estudo do EIA (2011), estes são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Produção e consumo brasileiro de combustíveis líquidos (milhões de barris por dia)

	2015	2020	2025	2030	2035
Produção (convencionais + não convencionais)	3,8	4,7	5,5	6,0	6,5
Produção de convencionais	2,9	3,5	4,1	4,5	4,8
Produção de não convencionais	0,9	1,1	1,4	1,5	1,7
Consumo	3	3	3	4	4

Fonte: Elaboração própria a partir de EIA (2012b).

Os dados demonstram um distanciamento entre produção e consumo de combustíveis líquidos. O consumo total de combustíveis líquidos aumenta em 33% de 2015 para 2035, enquanto que a produção eleva-se em 71%. Essa diferença pode ser explicada com a projeção do aumento das exportações de etanol, sinalizadas pelo Brasil (2007b). A produção passa de 3,8 milhões de barris por dia e a demanda para 6,5 milhões de barris por dia. A participação de combustíveis líquidos não convencionais, no total da produção de líquidos, é em média de 24,4% a cada 5 anos. A participação de combustíveis líquidos convencionais diminui em dois períodos: 2015/2020, -1,85 pontos percentuais; e 2030 para 2035, 1,15 pontos percentuais. Em relação à produção de etanol, os dados projetados de consumo e produção são expostos na Tabela 16.

Tabela 16 - Produção e consumo nacional de etanol (milhões de barris por dia)

Etanol	2015	2020	2025	2030
Demanda	0,44	0,56	0,70	0,90
Produção	0,66	0,89	0,99	1,07

Fonte: Elaboração própria a partir de Brasil (2007b).

Os dados de consumo e produção de etanol estão projetados para até o ano de 2030. A produção de etanol aumenta em mais de 100%, de 2015 para 2030, enquanto que o consumo eleva-se 60%. Como já mencionado, a produção de etanol brasileira supera seu consumo interno, dado que parte desta produção é destinada

ao consumo externo. Contudo, a quota do consumo interno cresce nos períodos selecionados. Cabe destacar que a participação do etanol na demanda nacional apresenta um crescimento, passando de 17,33%, em 2015, para 22,20%, em 2030.

Isto posto, nota-se que as perspectivas para o consumo, tanto de combustíveis líquidos quanto de etanol, são otimistas, demonstrando, assim, possibilidades para a expansão da produção. Destaca-se também que para o período analisado não está prevista uma ruptura ou quebra estrutural da atual matriz energética, mesmo com um pequeno aumento da participação das fontes renováveis no total de energia demandada. Desta forma, apontados cenários que admitem a expansão da produção de etanol, o próximo capítulo trata de expor, mais detalhadamente, o mercado de etanol, neste momento, do Brasil, considerando a localização dos casos estudados, bem como estudos já realizados para a viabilidade da produção de etanol em pequena escala.

### **3 VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL: A PEQUENA ESCALA**

O presente capítulo apresenta estudos relacionados à viabilidade econômica e financeira da produção do etanol em pequena escala, estando subdividido em duas seções. A primeira contextualiza os aspectos mercadológicos do etanol, justificando a possibilidade da instalação de novas unidades produtoras de etanol no Rio Grande do Sul. A segunda seção apresenta estudos acerca da viabilidade econômica da produção do etanol, expondo as características de empreendimentos, de projetos, ou seja, de iniciativas similares às estudadas nesta pesquisa. Neste sentido, são apresentadas pesquisas e seus resultados, considerando a capacidade produtiva, qual seja: a produção em pequena escala.

#### **3.1 ASPECTOS MERCADOLÓGICOS DO ETANOL**

Sachs (2005) aponta três fatores para um cenário positivo acerca dos biocombustíveis: 1) as reservas e os preços do petróleo; 2) a ordem geopolítica e 3) o meio ambiente. Para o primeiro fator, destaca que o pico de produção de petróleo pode ocorrer entre 10 e 20 anos e que as novas reservas não compensariam sua extração. Para além da discussão sobre o esgotamento ou não das reservas de petróleo, importa a alta dos preços provocada por uma diminuição de sua oferta frente à demanda crescente, que o autor assinala como um “fenômeno razoavelmente duradouro” (SACHS, 2005, p.195). No que tange à ordem geopolítica, o autor aponta os elevados custos de manutenção de linhas de abastecimento a partir do Oriente Médio e uma orientação de especialistas estadunidenses que acreditam ser melhor investir em alternativas a administrar a atual situação. E, por último, relacionado ao terceiro fator, assinala a insuficiência do Protocolo de Kyoto para a redução de emissões de gases, mesmo na sua total realização.

O governo brasileiro, antecipando estas necessidades, estabeleceu o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), que objetiva a “implementação de forma sustentável, tanto técnica, como economicamente, da produção e uso do Biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento

regional, via geração de emprego e renda” (BRASIL, 2012). Contudo, este por sua vez, está restrito ao biodiesel, não sendo uma política centrada nos biocombustíveis em geral, excluindo a produção de etanol.

Segundo Abramoway e Magalhães (2007, p.2), este é um plano que “volta-se [...] a integrar agricultores familiares à oferta de biocombustíveis e, por aí, contribuir ao fortalecimento de sua capacidade de geração de renda”, bem como de utilizar áreas pouco atrativas e produzir “em modalidades que evitem a monocultura”. Entretanto, para Rambo, Filippi e Amaral (2008, p. 2), o PNPB privilegia o modelo de monocultura, tanto em grandes propriedades como na agricultura familiar, podendo gerar “impactos ambientais e sociais negativos, não condizendo com um dos objetivos traçados e propostos na sua elaboração, qual seja, a geração de emprego e renda através do fortalecimento das famílias no campo”.

Independentemente das divergências acerca das intenções do PNPB, cabe destacar que a agricultura familiar tem um papel importante na produção de biocombustíveis, não para substituir as produções em escala ou as grandes destilarias, mas para integrar e participar de um mercado promissor. Este mercado se forma a partir da intervenção governamental, via programas, políticas e subsídios, de uma necessidade que emerge de um contexto nacional e internacional sobre o futuro dos combustíveis e, de forma ampla, da energia e por sua demanda crescente.

Segundo o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), o Estado tem papel fundamental no desenvolvimento do mercado de etanol, dando suporte ao compreender a importância dos benefícios da produção e consumo e de uma visão estratégica do mesmo (BNDES; CGEE, 2008). A utilização de etanol anidro na mistura da gasolina (no Brasil, atualmente, são adicionados 20% de etanol anidro à gasolina), bem como, um marco tributário específico para o etanol, com tributação<sup>9</sup> diferenciada que

---

<sup>9</sup>O Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) sobre o etanol tem alíquotas diferenciadas entre os estados. Em São Paulo, a alíquota é de 12%. Na maioria dos estados brasileiros, incluindo o Rio Grande do Sul, a alíquota praticada é 25%, podendo chegar a 29%, como o caso de Goiás (REZENDE; NAKAO; ABRÃO, 2012).

proporcione o estímulo suficiente para que as incertezas e percepções de risco sejam superadas, promovendo a necessária dinâmica para que os agentes econômicos na cadeia de produção e distribuição dos combustíveis avancem e sejam também agentes ativos do processo de motivação dos consumidores para a adoção do bioetanol (BNDES; CGEE, 2008, p.59).

As possibilidades para o etanol são muitas. No que se refere à sua fabricação, além da produção primária, a partir de biomassas agrícolas, o mesmo pode ser obtido de materiais celulósicos, como resíduos agrícolas e resíduos do primeiro ciclo de obtenção de etanol (bagaço da cana-de-açúcar, por exemplo). O etanol oriundo de material celulósico é chamado de “etanol de segunda geração”, o qual pode ser produzido por um processo de hidrólise ácida ou enzimática, semelhante ao utilizado com matérias amiláceas. Contudo, as enzimas necessárias para obter o etanol de segunda geração são diferentes das utilizadas, por exemplo, no milho. Estudos técnicos e econômicos estão sendo realizados com a finalidade de diminuir o atual custo das enzimas, a fim de tornar o etanol celulósico economicamente viável e com seu advento a produtividade de etanol por hectare pode dobrar (BENSUSSAN, 2008).

Somam-se a isso as possibilidades do etanol servir com o insumo para a indústria petroquímica na produção de uma série de polímeros-polietileno (PE); polipropileno (PP); e policloreto de vinila (PVC). E a sua utilização como insumo para extração de hidrogênio, o qual, por sua vez, gera eletricidade, alimentando automóveis leves movidos por células a combustível. Neste sentido, destaca-se a produção de plásticos já iniciada pela Braskem, que conta com 18 produtos de polietileno produzidos a partir de matérias-primas renováveis (BNDES; CGEE, 2008; BENSUSSAN, 2008; BRASKEM, 2012).

É neste contexto promissor que está inserido o etanol. Contudo, o presente estudo centra-se na produção de etanol hidratado, podendo este ser produzido em pequena escala e após seu processamento obter-se como produto final tanto para o setor de transporte, como combustível veicular, quanto para matéria-prima na obtenção de polímeros verdes. A produção de etanol anidro exige um incremento nos investimentos de infraestrutura, elevando os custos de produção e, sendo assim, está ligada à produção em larga escala, não sendo observadas possibilidades de produção em pequena escala, até o momento. O uso de etanol para a obtenção de hidrogênio voltado ao abastecimento de automóveis movidos a células a combustível apresenta-se como outra possibilidade futura. Desta forma, tais possibilidades

colaboram para que o etanol possa se configurar como combustível alternativo aos de origem fóssil, bem como sinalizam a continuidade da sua produção futura (BENSUSSAN, 2008).

O Brasil conta com 441 unidades de processamento de cana-de-açúcar, onde 153 unidades processam exclusivamente etanol, outras 268 têm processamento misto de etanol e açúcar e as demais produzem apenas açúcar. A produção de etanol está centralizada na região Centro-Sul, com 354 do total de usinas instaladas no Brasil. O estado de São Paulo concentra o maior número de usinas em operação, são 190 unidade produtoras (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA-CNI, 2012). A partir da Figura 1 é possível visualizar a concentração das usinas de etanol na região Centro-Sul do país.

Figura 1 - Localização das usinas de álcool e açúcar no Brasil



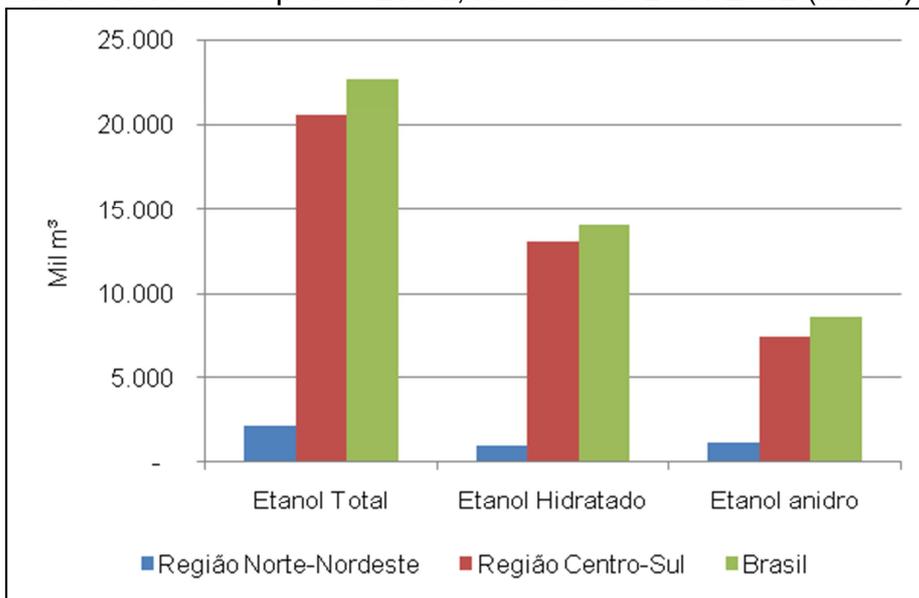
Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis- ANP (2007).

O mapa mostra concentração de usinas nos estados de São Paulo, Paraná, localizados na região centro-sul, e no litoral dos estados da região nordeste, que compõem a região norte-nordeste. O Rio Grande do Sul aparece no mapa com apenas uma usina produtora de etanol, bem como Amazonas e Pará. Outros estados se destacam como Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e

Goiás. Em alguns estados, como Santa Catarina, Roraima e Amapá, não se localizavam usinas produtoras de etanol e/ou açúcar.

Na safra de 2011/2012, o país produziu 22.682 mil m<sup>3</sup> de etanol. A região centro-sul respondeu por 91% da produção nacional, enquanto que os outros 9% ficaram por conta da região norte-nordeste. Estes dados confirmam a concentração da produção de etanol na região centro-sul do país. Destaca-se o estado de São Paulo como o maior produtor de etanol, responsável por 51,13% da produção nacional (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR-UNICA, 2012a). Dados da produção de etanol anidro, hidratado e total para as regiões centro-sul e norte-nordeste podem ser observadas no Gráfico 14.

Gráfico 14 - Produção de etanol (total, anidro e hidratado) para as regiões centro-sul e norte-nordeste e para o Brasil, na safra de 2011/2012 (mil m<sup>3</sup>)



Fonte: Elaboração própria a partir de Única (2012a).

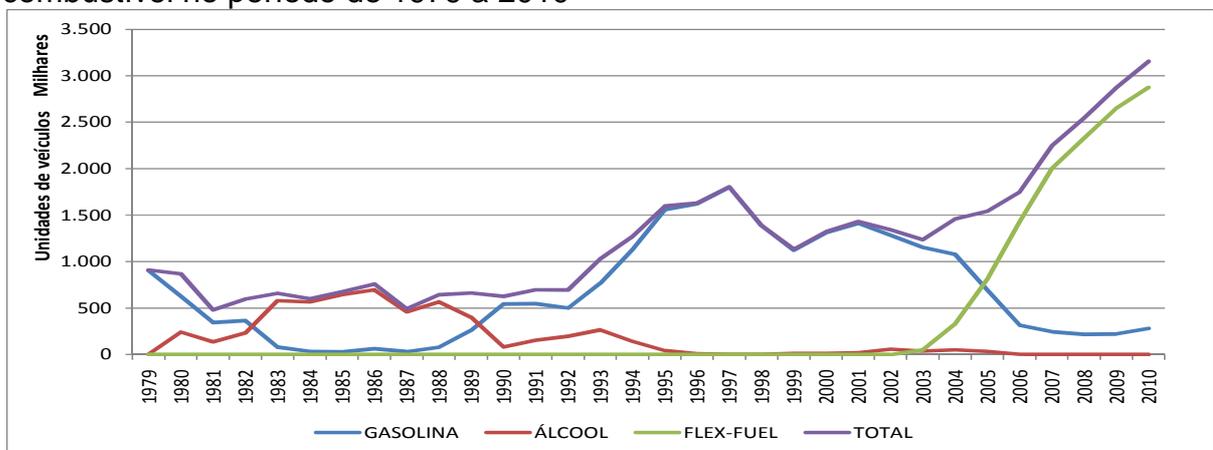
A região centro-sul é a maior produtora de etanol do Brasil, conforme dados já mencionados. Percebe-se também que o maior volume produzido na safra 2011/2012 é de etanol hidratado. A participação do álcool etílico no consumo energético apresentou crescimento desde 2001, quando representava 3,4% contra 8,2% da gasolina. Em 2011, esta participação foi de 6,5% e de 12,7%, respectivamente. Em termos setoriais, em 2011, o consumo de gasolina e álcool hidratado está concentrado no setor de transporte rodoviário. Com uma produção de 13.866 10<sup>3</sup>m<sup>3</sup> de álcool hidratado, o setor consumiu 12.216 10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>. Em termos da gasolina, o Brasil produziu 25.066 10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>e consumiu 27.102 10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>, ou seja,

enquanto a produção interna de etanol atende a demanda nacional, no que se refere à gasolina, o país apresenta, ainda que pequena, uma necessidade de importação (BRASIL, 2012a).

Esses dados indicam, de forma generalizada, um potencial para a produção do etanol hidratado. Outra questão que pode corroborar para isto é a frota de veículos, mais especificamente no Brasil. Em 2010, a mesma foi estimada em mais de 32 milhões de unidades, onde cerca de 25,5 milhões são automóveis leves. O Rio Grande do Sul é o quinto estado do país com a maior frota, ficando atrás de São Paulo, de Minas Gerais, do Paraná e do Rio de Janeiro, tanto em veículos leves quanto no total (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES-ANFAVEA, 2011).

Outro dado importante refere-se à mudança das características da frota de veículos licenciados. Desde 2003, com a inserção dos carros *flexfuel*, a produção de carros movidos totalmente à gasolina ou etanol tem diminuído, tanto que, em 2007, foram produzidas apenas três unidades de automóveis leves movidas a etanol e desde 2008 não há mais produção, o que pode ser percebido através do Gráfico 15. Os carros *flexfuel* representam 91,11% do total dos veículos leves e comerciais licenciados em 2010, enquanto que os totalmente movidos a etanol não chegam a 1% (0,002%) e os totalmente a gasolina completam o total, participando com 8,89% (ANFAVEA,2011).

Gráfico 15 - Evolução da frota de veículos leves e comerciais licenciados por tipo de combustível no período de 1979 a 2010



Fonte: Elaboração própria a partir de Anfavea (2011).

A produção de etanol acompanha o crescimento da demanda por esta fonte de energia. Dados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)

mostram a evolução da safra de cana-de-açúcar e o aumento na produção dos seus principais produtos derivados (açúcar e etanol) (BRASIL, 2012c). Observa-se um aumento continuado na produção de etanol hidratado, a partir de 2003, o que coincide com a introdução dos carros *flexfuel* na frota nacional. O etanol anidro tem sua produção, de certa forma, constante, com variações pontuais, como na safra de 2009/2010, onde há uma queda na sua produção e que é retomada na safra seguinte. A Tabela 17 apresenta os dados da produção nacional da cana-de-açúcar e dos principais produtos derivados comercializados (etanol hidratado e anidro e açúcar).

Tabela 17 - Produção brasileira de etanol hidratado e anidro, açúcar e cana-de-açúcar por safra, no período de 2000 a 2102<sup>10</sup>

Safras	Etanol Hidratado (m³)	Etanol Anidro (m³)	Etanol Total (m³)	Açúcar (ton.)	Cana-de-açúcar (ton.)
2001/2002	4.988.608	6.479.187	11.467.795	18.994.363	292.329.141
2002/2003	5.476.363	7.009.063	12.485.426	22.381.336	316.121.750
2003/2004	5.872.025	8.767.898	14.639.923	24.944.434	357.110.883
2004/2005	7.035.421	8.172.488	15.207.909	26.632.074	381.447.102
2005/2006	8.144.929	7.663.245	15.808.174	23.214.391	382.482.002
2006/2007	9.861.122	8.078.306	17.939.428	30.735.077	428.816.921
2007/2008	13.981.459	8.464.520	22.445.979	31.297.619	495.843.192
2008/2009	18.050.758	9.630.481	27.681.239	31.506.859	572.738.489
2009/2010	18.800.905	6.937.770	25.738.675	33.033.479	603.056.367
2010/2011	19.576.837	8.027.283	27.604.120	38.069.510	624.501.165
2011/2012	14.076.185	8.263.444	22.339.629	35.963.366	560.448.539

Fonte: Brasil (2012c).

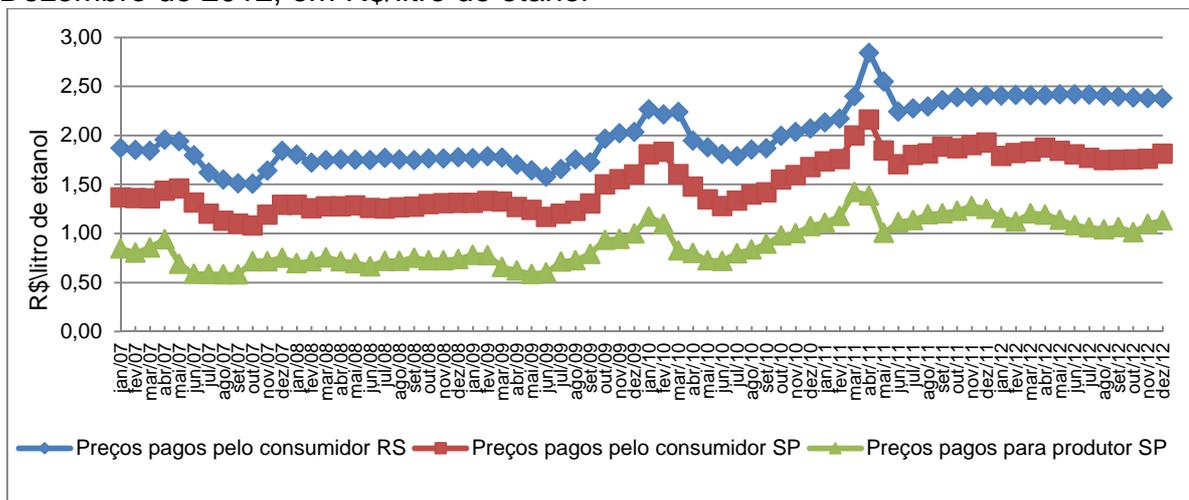
No período de 2000 a 2011, há um crescimento na produção total do etanol e, a partir da safra de 2005/2006, há uma mudança no seu destino, passando-se a produzir mais álcool hidratado, em relação ao anidro, e esta proporção apresenta-se crescente até a safra de 2010/2011. Na safra de 2009/2010, o etanol hidratado chegou a representar 73% de todo etanol produzido. Tanto a produção de cana-de-açúcar quanto a de açúcar foi superada todos os anos em relação ao período anterior, até a safra 2011/2012, quando apresenta uma queda de 6% em relação à

<sup>10</sup>No Brasil, o Ano-Safra é compreendido entre abril e março para as regiões Centro-Sul e Norte, e de setembro a agosto para a região Nordeste.

safra anterior. Segundo UNICA (2012a), o Rio Grande do Sul produziu, na safra de 2011/2012, 6,57mil m<sup>3</sup> de etanol hidratado, o que equivale a 0,05% da produção da região Centro-Sul, bem como da produção nacional.

No que tange ao preço do etanol, o Gráfico 16 ilustra os preços pagos pelos consumidores no Rio Grande do Sul e em São Paulo para os meses de janeiro a outubro de 2012, bem como os preços pagos ao produtor em São Paulo. Os preços estão expressos em R\$ e valores nominais. A diferença entre o preço pago ao produtor e o pago pelo consumidor no Rio Grande do Sul é, em média, de R\$1,30, o que equivale, em alguns momentos, dizer que o preço de custo da distribuidora equivale a metade do cobrado nos postos de gasolina. Esta diferença expressa os custos de transporte necessários para que o etanol produzido no sudeste do país possa chegar ao consumidor gaúcho, bem como a alíquota de ICMS de 25% sobre o preço do etanol.

Gráfico 16 - Preços pagos pelos consumidores do Rio Grande do Sul e de São Paulo e preços pagos aos produtores de São Paulo para o período de Janeiro de 2007 a Dezembro de 2012, em R\$/litro de etanol



Fonte: Elaboração própria a partir de Única (2012c), ANP (2013), Brasil (2012d)

Nota: Preços ao consumidor no período de 2007 a 2010, para RS e SP foram extraídos de ANP (2013). Preços ao consumidor no período de 2011 a 2012 para RS e SP foram extraídos de Única (2012c). Preços ao produtor para o período de 2007 a 2012 foram extraídos de Brasil (2012d)

É perceptível a diferença dos preços ao consumidor entre os estados do Rio Grande do Sul e de São Paulo. O litro do etanol paulista na bomba custou, em média, no período analisado R\$0,50 a menos em relação aos preços praticados no Rio Grande do Sul. Esses preços podem servir de parâmetro a fim de expressar a necessidade de o estado gaúcho investir na produção interna de etanol, além de

buscar alternativas, em termos de políticas públicas e incentivos que possam estimular a produção estadual de etanol a preços competitivos. Cabe destacar que o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar (MANZATTO et al., 2009) aponta que o Rio Grande do Sul apresenta áreas classificadas com média aptidão para a produção de cana-de-açúcar. Atualmente, essas áreas são ocupadas por atividades agropecuárias e agrícolas e estão localizadas em sua maioria na região noroeste do estado. Em termos de áreas atualmente utilizadas pela agropecuária, há, aproximadamente, 1,047 milhões de hectares e pela agricultura, 134 mil hectares. Contudo, o estado também apresenta áreas com alta aptidão e baixa aptidão, em sua minoria. É possível observar o mapa do zoneamento agroecológico para o Rio Grande do Sul no Anexo A.

No Brasil, a produção de etanol é obtida a partir do processamento da cana-de-açúcar em sua grande maioria. Para a obtenção do etanol é preciso combinar matéria-prima orgânica com processos de conversão de energia. Nesse sentido, o etanol pode ser produzido a partir de produção agrícola destinada especificamente para esse fim, bem como a utilização de diversos resíduos. As matérias-primas devem conter o insumo básico para sua produção e pode ser divididas em três grandes grupos: os açúcares, os amidos e o lignocelulósico. Os açúcares são encontrados na cana-de-açúcar, no sorgo sacarino, na beterraba, no melaço, entre outros, e podem ser transformados em etanol após processo de fermentação e de destilação. Quanto aos amidos, estes estão presentes em grãos, tais como: milho, trigo, cevada, arroz, dentre outros. Além dos grãos, os amidos são ainda encontrados em tubérculos, como a mandioca, a batata, a batata-doce, dentre outros. Por fim, os materiais de origem lignocelulósico são em geral resíduos florestais, resíduos da cana-de-açúcar (bagaço resultante da produção de etanol) e resíduos sólidos urbanos em sua parte orgânica. Cada variedade agrícola apresenta certo rendimento de etanol por tonelada produzida. A partir de diferentes fontes pesquisadas foi possível obter informações acerca do rendimento de etanol por tonelada produzida de uma série de cultivares conforme ilustrado na Tabela 18.

Tabela 18 - Rendimento de etanol de várias matérias-primas

<b>Cultura</b>	<b>Rendimento de etanol litros/tonelada</b>	<b>Referência</b>	<b>Localidade</b>
Cana-de-açúcar	63	Leal et al.(2008)	NI
Cana-de-açúcar	90	Sobrinho (2012)	Mato Grosso
Cana-de-açúcar	80	Magalhães (2007)	Tocantins
Cana-de-açúcar	72	Rosado Júnior, Coelho, Feil ([2008]?)	Rio Grande do Sul
Milho	348	Leal et al.(2008)	NI
Milho	345-395	Sobrinho (2012)	Mato Grosso
Milho	350	MSW Capital (2011)	Média nacional
Milho	400	MSW Capital (2011)	EUA
Batata-doce	129	Leal et al.(2008)	NI
Batata-doce	170	Magalhães (2007)	Tocantins
Batata-doce	165	Rosado Júnior, Coelho, Feil ([2008]?)	Rio Grande do Sul
Sorgo Sacarino	58,6	Lima, Santos, Garcia (2011)	Goias
Sorgo Sacarino	62	Rosado Júnior, Coelho, Feil ([2008]?)	Rio Grande do Sul
Beterraba	92	Leal et al.(2008)	NI
Trigo	356	Leal et al.(2008)	NI
Batata	94	Leal et al.(2008)	NI
Tupinambur	82	Leal et al.(2008)	NI

Fonte: Elaboração própria a partir de diversas fontes, conforme dados da Tabela.

Nota: NI (Não informado).

A Tabela apresenta dados de pelo menos oito plantas, das quais se pode obter etanol. Percebe-se que o rendimento varia tanto de um cultivar para outro quanto para localidade. Para a cana-de-açúcar, por exemplo, o rendimento pode variar de 63l/t a 90l/t. O milho também apresenta rendimentos variados. Nos EUA, o rendimento de etanol por tonelada de milho é, em média, de 400l/t, enquanto que no Brasil este rendimento fica entorno de 350l/t. A diversidade das culturas para a obtenção de etanol confere uma série de possibilidades que podem ser analisadas do ponto de vista da disponibilidade de matéria-prima local. Neste sentido, destaca-se, por exemplo, estudos realizados para analisar a viabilidade da produção de etanol a partir de resíduos industriais da produção de farinha de mandioca, sisal, algobora (MACHADO, 2010).

Observa-se que há uma ampla variedade de matérias-primas para serem convertidas em etanol. Contudo, algumas se destacam comercialmente. É o caso da cana-de-açúcar e da beterraba, enquanto fontes de açúcares. Já dentre os amidos mais comumente comercializáveis tem-se o milho e o trigo. E para os insumos

lignocelulósicos, os estudos estão em andamento para torná-los viáveis em escala de produção.

No Brasil, a produção de etanol é basicamente oriunda da cana-de-açúcar. Contudo, o país vem experimentando produzir etanol a partir de outras culturas, como cereais (milho, sorgo granífero). O sorgo sacarino também vem sendo experimentado para a produção de etanol, sendo este plantado na entressafra da cana-de-açúcar, buscando abastecer o mercado pelo ano todo.

A cana-de-açúcar é a cultura mais cultivada no mundo. Dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO) mostram que, em 2010, o mundo produziu 1,7 bilhões de toneladas, o milho vem em segundo lugar com uma produção aproximada de 840 milhões de toneladas, menos da metade da cana-de-açúcar. A soja aparece em sexto lugar com uma produção de quase 265 milhões de toneladas. O sorgo está entre as 25 maiores culturas mundiais com uma produção aproximada de 56 milhões de toneladas. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Com aproximadamente 717 milhões de toneladas produzidas em 2010, o país responde por quase 42% da produção mundial desta cultura. A produção dos outros nove maiores produtores mundiais não supera a produção nacional, aproximando-se com 701 milhões de toneladas produzidas no mesmo período (FAO, 2012).

A partir do exposto, a próxima subseção é dedicada a explorar e analisar os resultados obtidos em outros estudos voltados a avaliar a produção de etanol em pequena escala, tomando por base diferentes estruturas de investimento, matérias-primas, gerando assim resultados passíveis de serem comparados com os obtidos nesta pesquisa.

### 3.2 ESTUDOS SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO EM PEQUENA ESCALA DE ETANOL

Em outubro de 2012, estavam cadastrados 514 fornecedores de etanol junto à ANP. Deste total, duas estão no Rio Grande do Sul: a Cooperativa dos Produtores de Cana Porto Xavier Ltda. (COOPERCANA), localizada no município de Porto Xavier, e a Usinas Sociais Inteligentes Destilarias Sustentáveis S.A.(USI 800 – PALMAS), localizada no município de Palmas (ANP, 2012). Contudo, observou-se que o estado gaúcho não está restrito a essas duas unidades produtivas. Estudo realizado por Tavares (2009) apresenta duas destilarias estabelecidas na Região

das Missões: uma localizada em Dezesseis de Novembro e outra em Rolador. A destilaria de Porto Xavier foi objeto de estudo de diversas pesquisas, tais como: Toss (2010), Rodrigues (2010), Kuiawinski (2008) e Rambo (2006). O estudo realizado por Rosado Júnior, Coelho, Feil ([2008]?) não apresenta uma destilaria específica, contudo está centrado no estado do Rio Grande do Sul, tomando por base parâmetros técnicos econômicos estaduais. Weschenfelder e Jahn (2010) tomaram por base a destilaria localizada em São Vicente do Sul (RS), distante aproximadamente 88km de Santa Maria (RS), onde Fabricio (2011) realizou sua pesquisa, na destilaria de álcool da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Outras possibilidades e projetos são mencionados pela Agência de Notícias da Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul (2012), onde é citado o início das operações das destilarias em Caiçara, Cristal do Sul, Erval Seco, Iraí, Pinheirinho do Vale, Seberi, Taquaruçu do Sul e Vista Alegre, ainda em outubro de 2007, e Redentora, em maio do mesmo ano.

Há ainda, estudos que dizem respeito a unidades produtoras de etanol em outros estados do Brasil. Souza (2011) realizou estudo similar junto ao grupo de agricultores familiares do assentamento Gleba XV de Novembro, município de Rosana, no estado de São Paulo. A pesquisa realizada por Ortega, Watanabe, Cavalett (2008) utiliza a microdestilaria localizada em Mateus Leme, Minas Gerais. A minidestilaria referência da pesquisa de Magalhães (2007) está situada no estado do Tocantins, mais especificamente junto à Universidade Federal de Tocantins (UFT). A Cooperativa Mista de Produção, Industrialização e Comercialização de Biocombustíveis do Brasil (Cooperbio) foi base do estudo realizado por Oliveira (2011), localizada em Palmeira das Missões (RS), contudo o estudo prevê que o modelo da Cooperbio possa ser adotado na região sul da Bahia. Machado (2010) centra sua análise em biomassas potenciais para obtenção de etanol no Nordeste do Brasil. O Mato Grosso pode se apresentar como estado voltado à produção de etanol a partir do milho conforme estudo publicado por Sobrinho (2012).

O Rio Grande do Sul é objeto de estudo em seis dos trabalhos citados, mostrando um cenário um tanto contraditório quando se compara o número de empresas fornecedoras de etanol no Brasil, observando o cadastro da ANP. Destes seis, um estudo é generalista, o de Rosado Júnior, Coelho, Feil ([2008]?), ou seja, o estudo não apresenta uma unidade produtora, seja em operação ou em fase de projeção ou implantação. O trabalho desenvolvido por Fabricio (2001) está ligado à

unidade produtora de etanol da UFSM. O fato de as outras unidades produtoras de etanol não serem cadastradas junto a ANP pode estar relacionado a questões como: a inexistência de licenciamento ambiental de atividades industriais junto à Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - RS (FEPAM), além de demais exigências técnicas necessárias para a operação, bem como, os projetos podem encontrar-se em fase de estudo e implantação. Contudo, cabe destacar que estes estudos refletem a necessidade do estado de implantar unidades produtoras de etanol a fim de buscar atender parte da demanda interna, a qual é abastecida com a importação de etanol de outros estados.

Este estudo centra-se na avaliação da viabilidade econômica da produção em pequena escala de etanol. Segundo a ANP (2012a), na sua Resolução nº 26, de 30.8.2012, as instalações industrial produtora de etanol são classificadas segundo o produto final produzido: sendo denominadas usina, destilaria ou tancagem remota. A classificação como destilaria refere-se às unidades produtora de etanol, as quais não possuem anexa a produção de açúcar. Neste sentido, utiliza-se o termo destilaria para referirem-se às unidades de produção de etanol. No tocante à capacidade produtiva, a mesma resolução estipula um limite de 200 m<sup>3</sup>/d de produção de etanol, ou seja, 200.000l/d. Desta forma, os casos abordados encontram-se de acordo com as orientações da ANP.

Os estudos pesquisados estão estruturados de várias maneiras, alguns consideram as etapas de produção agrícola e industrial e outros apenas a industrial. Ao considerar a produção agrícola na análise de viabilidade, os custos de produção das matérias-primas para etanol são considerados como parte do processo. Contudo, este estudo toma como ponto de partida a produção industrial, sendo assim, os custos necessários para obtenção da matéria-prima são considerados os preços das mesmas no mercado, os quais estão descritos no capítulo quatro, de metodologia.

Os estudos realizados, em sua ampla maioria, utilizaram indicadores econômicos<sup>11</sup> tradicionais, tais como: Fluxo de Caixa, Valor Presente Líquido (VPL); Taxa interna de Retorno (TIR); Taxa Mínima de Atratividade (TMA); Tempo de Retorno do Capital (TRC); Ponto de Equilíbrio (PE); *Payback*, entre outros, para

---

<sup>11</sup> A definição detalhada dos indicadores utilizados nesta pesquisa (VPL e TIR) encontra-se no capítulo 4 de Metodologia, nas páginas 83 e 84.

definir a viabilidade econômica da implantação de uma destilaria de processamento de etanol. Além disso, o estudo realizado por Rosado Júnior, Coelho, Feil ([2008]?) considerou possíveis variações nos principais parâmetros econômicos, utilizando a análise de sensibilidade para demonstrar alguma alteração de viabilidade. Assim, busca-se apresentar os resultados dos estudos apontados com a finalidade de confrontá-los com os obtidos na presente pesquisa e poder estabelecer possíveis comparações.

A pesquisa desenvolvida por Souza (2011) teve como objetivo avaliar a sustentabilidade de um projeto de implantação de uma microdestilaria de etanol junto a um grupo de pequenos agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro. O autor utilizou a Metodologia Emergética<sup>12</sup>, indicadores econômicos e ferramentas participativas. No que tange às questões da produção de etanol do ponto de vista energético, para um melhor desempenho ambiental é necessário um processo que integre os coprodutos da microdestilaria com a agricultura e a pecuária local. Ao analisar a microdestilaria através dos indicadores econômicos, observou que a mesma apresenta viabilidade econômica, confirmada pelos seguintes resultados apresentados: TRC = 3,32 anos, PE = 24,35%, TIR = 20% e VPL = R\$ 118.088,48, ao considerar uma operação diária de 8h e uma TMA de 6,92% a.a. Aumentado a capacidade para 16h/d, os resultados apresentam melhor desempenho, pois o VPL é R\$ 431.290,48, a TIR passa para 50% e o tempo de retorno do investimento cai para 1,93 anos. Além disso, o autor destaca outros resultados qualitativos do estudo, tais como: condições de inclusão social, na medida em que pode gerar renda e postos de trabalho (podendo chegar a seis empregos diretos), e contribuição para políticas voltadas à produção de etanol e para o desenvolvimento dos assentamentos rurais. Outra questão importante observada é a necessidade da unidade industrial estar integrada junto às propriedades dos agricultores, pois

[...] permite deixar de usar ou reduzir o uso de fertilizantes químicos, o que leva a potencializar a produção de adubo orgânico e o uso do vinhoto como fonte de nutrientes para as plantas. Para isso, é necessário adotar técnicas

---

<sup>12</sup> “A metodologia emergética, proposta por H. T. Odum se propõe a medir todas as contribuições (moeda, massa, energia, informação) em termos equivalentes (energia). Para tal faz uso da Teoria de Sistemas, da Termodinâmica, da Biologia e de novos princípios do funcionamento de sistemas abertos que estão sendo propostos por diversos pesquisadores, entre eles os princípios da hierarquia universal de energia e o da auto-organização” (ORTEGA, 2002a apud SOUZA, 2011, p. 28).

de manejo agrícola que contenham uma visão sistêmica e integradora, como os princípios da agroecologia considerados neste trabalho (SOUZA, 2011, p.89).

O estudo realizado por Rosado Júnior, Coelho, Feil ([2008]?, p.1) teve como objetivo analisar “a viabilidade econômica do projeto de uma microdestilaria de álcool, com foco específico na pequena propriedade rural, analisado tanto para operação em sistema de cooperativa quanto por associação de produtores”. Além disso, a pesquisa também considerou a implantação do projeto junto a uma propriedade rural de grande porte. A metodologia utilizada levou em conta cinco parâmetros, a saber: 1) parâmetros agrícolas; 2) parâmetros da microdestilaria; 3) parâmetros econômicos; 4) parâmetros de financiamento; e 5) estimativa de receitas. Os autores consideraram duas alternativas de matérias-primas: 1) cana-de-açúcar e sorgo sacarino; e 2) batata-doce e sorgo sacarino. A análise econômica considerou a simulação de um fluxo de caixa para o período de dez anos. Os resultados apresentados demonstraram viabilidade para a alternativa 1 (cana-de-açúcar e sorgo sacarino), fazendo uso ou não de financiamento. Já a alternativa 2 (batata-doce e sorgo sacarino) mostrou-se viável somente com o auxílio de um financiamento ou “sob condições de uma maior remuneração pelo bioetanol”(ROSADO JÚNIOR; COELHO; FEIL, [2008]?, p.1). Além disso, os autores apontaram a associação e a cooperação entre agricultores familiares como um requisito para atender o volume de trabalho e a necessidade de área agrícola, pois é fundamental para a viabilidade financeira, dado o impacto da matéria-prima nos custos de operacionalização.

Weschfelder e Jahn (2010) analisaram o custo de todas as etapas de produção de etanol hidratado combustível a partir de uma microdestilaria, com capacidade para 1.000 l/d, utilizando como metodologia o Custeio Baseado em Atividades (ABC). As matérias-primas utilizadas foram a cana-de-açúcar e o sorgo sacarino. Alguns resultados obtidos foram: o custo de produção do etanol é de R\$0,92 por litro, onde 53% representam os custos de processamento e os custos de matéria-prima respondem por 47%; o custo de mão de obra é o principal item do custo, representando, aproximadamente, 41% do total, quando se analisa o processo como um todo, e 49,6%, quando se analisa somente a etapa do processo que trata da produção do etanol hidratado combustível. O capital investido na montagem da unidade pode retornar em 4,2 anos. Este resultado é possível dada a

entrada de recursos oriundos da comercialização da silagem de sorgo sacarino e cana-de-açúcar.

Tavares (2009) utilizou, como metodologia, instrumentos e conceitos tradicionais de indicadores de viabilidade econômica e financeira para realizar a análise econômica do projeto. Além disso, utilizou o conceito de “Nível de Reprodução Social”<sup>13</sup> para verificar a viabilidade de reprodução do projeto de produção de etanol de pequeno porte, junto aos agricultores familiares e suas famílias ao longo do tempo. O autor realizou um levantamento do investimento necessário, da receita e dos custos do projeto, o qual contemplou meios de produção, consumo intermediário, mão de obra, impostos, taxas e juros de financiamento.

Destacam-se algumas informações referentes à capacidade das plantas industriais dos dois projetos. No projeto de Dezesseis de Novembro (RS), a produção de etanol é de 1.200 l/d, com uma mão de obra de cinco pessoas, funcionando 12 horas/dia por sete meses no ano (período de colheita). Já no projeto localizado em Rolador (RS), a capacidade produtiva foi estimada em 500 l/d, e o número de pessoas envolvidas foi três, mantendo-se o mesmo tempo diário de funcionamento, bem como os sete meses de plena atividade. O estudo procurou avaliar a viabilidade, considerando duas hipóteses de comercialização, a saber: 1) venda para uma distribuidora e 2) venda direta ao consumidor, com os respectivos preços de venda do etanol: R\$0,72 e R\$1,20. O fluxo de caixa foi descontado a uma taxa de 5,5% a.a., representando esta, a TMA e definiu o custo de oportunidade em 12% (TAVARES, 2009).

Os investimentos para o projeto de Dezesseis de Novembro foram estimados na ordem de R\$315 mil, onde o maior desembolso é dado pela coluna de destilação (R\$247 mil). Os custos operacionais foram estipulados em, aproximadamente, R\$40 mil (custos fixos, R\$21 mil, e custos variáveis, R\$19 mil). A receita esperada, dada a comercialização junto a uma distribuidora, é de R\$181.416,96, já a receita esperada para a venda direta ao consumidor é de, aproximadamente, R\$302 mil. Os preços admitidos no estudo foram respectivamente R\$0,72 (pago pelas distribuidoras aos usineiros) e R\$ 1,20.

---

<sup>13</sup> “[...] corresponde a uma renda suficiente para que os agricultores não apenas possam sobreviver biologicamente, mas também tenham interesse em se manter na unidade de produção” (SOUZA, 2011, p.37).

Como resultados da pesquisa, foram encontrados resultados do VPL, da TIR e *Payback*. Para fins de análise, foi determinada uma taxa de 5,5% como o custo de oportunidade do capital. O Quadro 2 resume alguns resultados dos indicadores do estudo, relacionado ao projeto do município de Dezesseis de Novembro.

Quadro 2 - Dados dos indicadores econômicos de Dezesseis de Novembro (RS)

<b>Indicador</b>	<b>Distribuidora</b>	<b>Venda direta</b>
VPL (R\$) -1º ano	134.497,09	249.136,56
TIR (%)	23	65
PRK (anos)	2-3	1-2

Fonte: Adaptado de Tavares (2009).

Os resultados apontaram a viabilidade do projeto tanto na venda via distribuidora, quanto na venda direta ao consumidor. Os valores da TIR apresentaram-se bem acima dos 5,5%, estipulado como parâmetro dos custos de oportunidade. No que se refere ao projeto de Rolador, os investimentos foram estimados na ordem de R\$136 mil, onde o maior desembolso também é dado pela coluna de destilação (R\$94,5 mil). Os custos operacionais foram estipulados em R\$ 17,5 mil (custos fixos, R\$8,5 mil, e custos variáveis, R\$9 mil). A receita esperada, dada a comercialização junto a uma distribuidora, é de R\$75.571,20, já a receita esperada para a venda direta ao consumidor é de R\$125,9 mil. O Quadro 3 resume alguns resultados dos indicadores do estudo, relacionado ao projeto do município de Rolador.

Quadro 3 - Dados dos indicadores econômicos de Rolador (RS)

<b>Indicador</b>	<b>Distribuidora</b>	<b>Venda direta</b>
VPL (R\$) - 1º ano	55.043,79	102.798,10
TIR (%)	21	61
PRK (anos)	2-3	1-2

Fonte: Adaptado de Tavares (2009).

No caso de Rolador, é possível também verificar a indicação para viabilidade do projeto, pois os resultados da TIR, por exemplo, demonstram um retorno acima do esperado. O tempo de retorno do capital também se mostra atrativo, dado o horizonte de dez anos, até o terceiro ano no máximo, é possível ter todo o investimento realizado restituído. Tavares (2009) destaca, ao fim de seu trabalho, que as indústrias de pequeno porte podem obter resultados satisfatórios ao considerar, por exemplo, que os agricultores familiares conseguem desempenhar todas as atividades da produção de etanol, bem como, pode-se reutilizar todo o

resíduo gerado dentro da propriedade rural. Além disso, o aspecto econômico é apontado como um motivador no desenvolvimento de projetos similares, representado pelos resultados dos ganhos ambientais e sociais observados na pesquisa, tais como:

[...] geração de mais trabalho no meio rural; melhor remuneração das pessoas envolvidas; sistemas de produção mais sustentáveis e que sejam capazes de incrementar a renda das famílias; a possibilidade de integração das indústrias de pequeno porte de produção de etanol às demais atividades da propriedade, dentro de uma dinâmica onde se possa utilizar os subprodutos (a ponta da cana-de-açúcar, o bagaço e o vinhoto), visando a alcançar maior autonomia energética e alimentar das propriedades (TAVARES, 2009 p.65-66).

O estudo realizado por Magalhães (2007) levou em consideração os seguintes métodos: método benefício/custo, VPL, TIR e *Payback*. Na utilização do método benefício/custo, foram considerados tantos os custos e benefícios ambientais e sociais, como os privados. As matérias-primas escolhidas foram a cana-de-açúcar e a batata-doce, atendendo a microdestilarias de quatro dimensões: 50, 500, 1.200 e 4.000 l/d, para produção de álcool carburante e álcool fino. Os dados referentes à cana-de-açúcar não são apresentados, pois não atendem à dimensão de processamento em pequena escala, estipulado pela ANP, bem como os dados referentes à produção de álcool fino, dado que, para fins de comparação, utilizam-se os resultados obtidos com a produção de álcool carburante, dialogando com a presente pesquisa. O quadro 4 apresenta os resultados obtidos para os quatro dimensões de produção para álcool carburante no cenário de benefícios e custos privados.

Quadro 4 - Resultados dos indicadores econômicos para produção de etanol a partir de batata-doce

Itens	Capacidade produtiva l/d de etanol carburante			
	50	500	1.200	4.000
Investimento em Máquinas	68.800,00	300.000,00	500.000,00	1.200.000,00
Receita	57.488,40	191.700,00	457.326,00	1.526.850,00
Custo	78.008,00	211.512,52	480.731,64	1.394.192,36
B/C	0,73	0,9	0,95	1,09
VPL	-196.153,86	-422.726,16	-644.983,29	-378.268,93
TIR				-7%
Payback				9,04

Fonte: Adaptado de Magalhães (2007).

A pesquisa demonstra a não viabilidade das quatro unidades analisadas, considerando a produção privada, pois todos os VPLs tiveram comportamento negativo. Contudo, Magalhães (2007) considerou o custo-benefício social refletido na massa salarial necessária para a produção de batata-doce por hectare. A introdução desta variável apontou para a viabilidade da destilaria com capacidade produtiva de 4.000l/d, que apresentou um VPL positivo na ordem de R\$783.770,52 e TIR de 11%.

No tocante aos resultados obtidos em Oliveira (2011), pode-se destacar que para uma capacidade produtiva de 500l/d é necessário um investimento de R\$352.602,00. A receita foi estimada em R\$171 mil por ano e os custos em R\$83.512,11 a.a., em média. Neste sentido, o VPL foi estimado em R\$742.686,07, com uma TIR de 36% a.a. e uma expectativa de 2,7 anos para retorno do investimento realizado. Cabe destacar que o preço estimado do litro de etanol foi de R\$1,70 e que os encargos com mão de obra não foram considerados, pois o projeto deve atuar em regime de cooperativa e, assim, os próprios associados podem operá-la.

O trabalho de Machado (2010), o qual contempla matérias-primas disponíveis no nordeste brasileiro e passíveis de obtenção etanol, apresenta resultados para o etanol do resíduo da produção de farinha de mandioca, sisal e algaroba. Para o etanol produzido a partir da farinha de mandioca, o investimento a ser realizado foi estimado em R\$46,8 mil para equipamento com capacidade de produção de 20l/h. Cabe destacar que a matéria-prima a ser utilizada está disponível nas chamadas “casas de farinha”, podendo ser adquirida a custo zero, minimizando os custos de produção, já que o dispêndio necessário para obtenção de matéria-prima muitas vezes se configura como um dos maiores custos. Para o resíduo da farinha de mandioca, foram obtidos resultados positivo da microdestilaria. No que tange ao sisal e à algaroba, estes também apresentam potencial para obtenção de etanol nas regiões estudadas. Cabe destacar que o estudo voltou-se a analisar o potencial de biomassas disponíveis localmente.

A pesquisa realizada por Fabricio (2011) considerou o etanol obtido partir da mandioca e procurou determinar os custos de produção, utilizando o método ABC. A opção da mandioca justifica-se pela busca de matérias-primas com maior potencial

de rendimento de etanol e que no estudo observou-se este, em 188l/h, resultado superior ao da cana-de-açúcar.

Sobrinho (2012) destaca a produção de etanol a partir do milho para o Mato Grosso. O autor faz uma relação simplificada da produção de etanol, considerando apenas os custos de matéria-prima, comparando a cana e o milho. Em termos de receita bruta, o resultado obtido com a cana é quase quatro vezes maior que o do milho. Os custos com matéria-prima são de R\$1.890,00 para a cana-de-açúcar contra R\$1.433,62 do milho. Apesar da simplicidade na avaliação, o autor destaca o milho como possibilidade de matéria-prima para o etanol, dada as características do estado do Mato Grosso em fornecer milho com qualidade, podendo cobrir períodos ociosos na entressafra da cana. Assim,

[...] a expectativa manifestada e sentida é a de que, mesmo sendo prematuro prever um *boom* de adesão imediata à utilização da nova matéria-prima, haverá, sem dúvida, modificação no perfil da produção e da oferta de etanol, obviamente, em tempo compatível com a necessidade para a implantação dos equipamentos adicionais requeridos. Segundo o setor regional sucroalcooleiro, o principal sinalizador da mudança é o crescimento da frota nacional de veículos do tipo *flex* e o aumento da demanda do biocombustível (SOBRINHO, 2012,p.7).

Ortega, Watanabe, Cavalett (2008, p.2) realizaram uma avaliação sistêmica energética com o objetivo de demonstrar que a viabilidade de uma microdestilaria ou uma minidestilaria de etanol está diretamente relacionada com seu impacto ambiental. Ao calcular as externalidades geradas pela produção de etanol de uma usina com grande capacidade e considerá-los no cálculo da rentabilidade dos empreendimentos rurais, esta unidade de produção não seria viável.

### 3.3 SÍNTESE DO CAPÍTULO

Em geral, os resultados obtidos na avaliação da viabilidade econômica de etanol mostraram-se viáveis, principalmente quando a destilaria está integrada com a propriedade rural e a geração de receitas oriundas da venda de coprodutos. A tabela 19 apresenta um resumo dos principais indicadores de viabilidade de alguns dos estudos apresentados anteriormente.

Tabela 19 - Resumo dos VPLs e TIRs obtidos em alguns estudos referenciados

Referência	Observação	Capacidade Produtiva	VPL (R\$)	TIR
Oliveira (2011)		500l/d	742.686,07	36%
Tavares (2009)	Dezesseis de Novembro			
	Venda à Distribuidora	1.200 l/d	134.497,09	23%
	Venda direta ao consumidor	1.200 l/d	249.136,65	65%
	Rolador			
	Venda à Distribuidora	500 l/d	55.043,79	21%
	Venda direta ao consumidor	500 l/d	102.798,10	61%
Rosado Júnior, Coelho, Feil ([2008]?) (cana-de-açúcar e sorgo sacarino)	Cooperativa	<u>35l/h</u>	85.310,29	117%
	Associação	35l/h	56.237,70	93%
	Grande propriedade	35l/h	342.875,48	<u>349%</u>
Rosado Júnior, Coelho, Feil ([2008]?) (sorgo sacarino e batata-doce)	Cooperativa	35l/h	44.812,71	99%
	Associação	35l/h	<u>20.360,71</u>	69%
	Grande propriedade	35l/h	305.491,87	353%
Souza (2011)	Operando 8h/dia	192l/d	118.088,48	20%
	Operando 16h/dia	192l/d	431.290,48	50%
Magalhães (2007)	Custo e benefício privados	4.000l/d	(378.268,93)	-7%
	Custo e benefício social	<u>4.000l/d</u>	<u>783.770,52</u>	<u>11%</u>

Fonte: Elaboração própria a partir das referências apontadas.

As capacidades produtivas variam de 35l/h (280l/d, considerando 8h de operação) até 4.000l/d, sendo esta a unidade com maior capacidade diária apresentada por Magalhães (2007), e que apresenta a menor TIR (positiva), contudo, o maior VPL. A maior TIR é observada em Rosado Júnior, Coelho, Feil ([2008]?), na produção de etanol a partir da combinação de sorgo sacarino e batata-doce, voltada para grandes propriedades rurais. Preliminarmente, pode-se afirmar que a produção de etanol em pequena escala apresenta viabilidade econômica com as mais diversas estruturas tanto de produção, quanto de custos. Contudo, admite-se uma variedade de matérias-primas e suas combinações, com a finalidade de não interromper a produção de etanol, principalmente quando se adota a cana-de-açúcar como matéria-prima principal. Neste sentido, o próximo capítulo trata de apresentar a metodologia utilizada para a avaliação da viabilidade econômica de etanol para os casos selecionados.

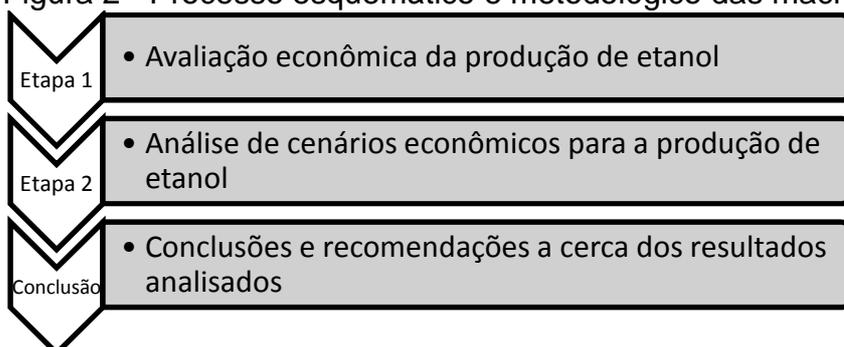
## 4 METODOLOGIA

O presente capítulo tem como objetivo apresentar a metodologia adotada na pesquisa proposta. Assim, são expostos o método que a orienta, as técnicas e os procedimentos utilizados nas etapas que sucedem o estudo. Desta forma, este foi dividido em três seções. A primeira traz de forma resumida as fases da pesquisa. A segunda detalha os métodos adotados e as técnicas utilizadas para a busca de informações necessárias. Por fim, na terceira etapa é delineada a avaliação da viabilidade econômica e os cenários analisados.

### 4.1 ETAPAS DA PESQUISA

Esta pesquisa pode ser dividida em três macro etapas. A primeira é a avaliação econômica e está relacionada com o estudo de caso propriamente dito, consistindo na coleta e levantamento dos dados e informações, por meio de entrevistas e pesquisa documental. Neste sentido, a caracterização dos casos e a avaliação da viabilidade econômica da produção de etanol são resultados deste primeiro momento. A segunda etapa macro é a análise de cenários econômicos. Esta está baseada em dois capítulos de revisão bibliográfica, onde os mesmos trazem elementos necessários para a fundamentação das análises realizadas através dos resultados obtidos, durante a primeira etapa. Por fim, a terceira etapa constitui-se na conclusão e recomendações propriamente ditas, que a partir da análise e discussão dos dados são apresentadas e encerram este estudo. A Figura 2 apresenta o fluxograma das principais etapas metodológicas para a realização deste estudo.

Figura 2 - Processo esquemático e metodológico das macro etapas



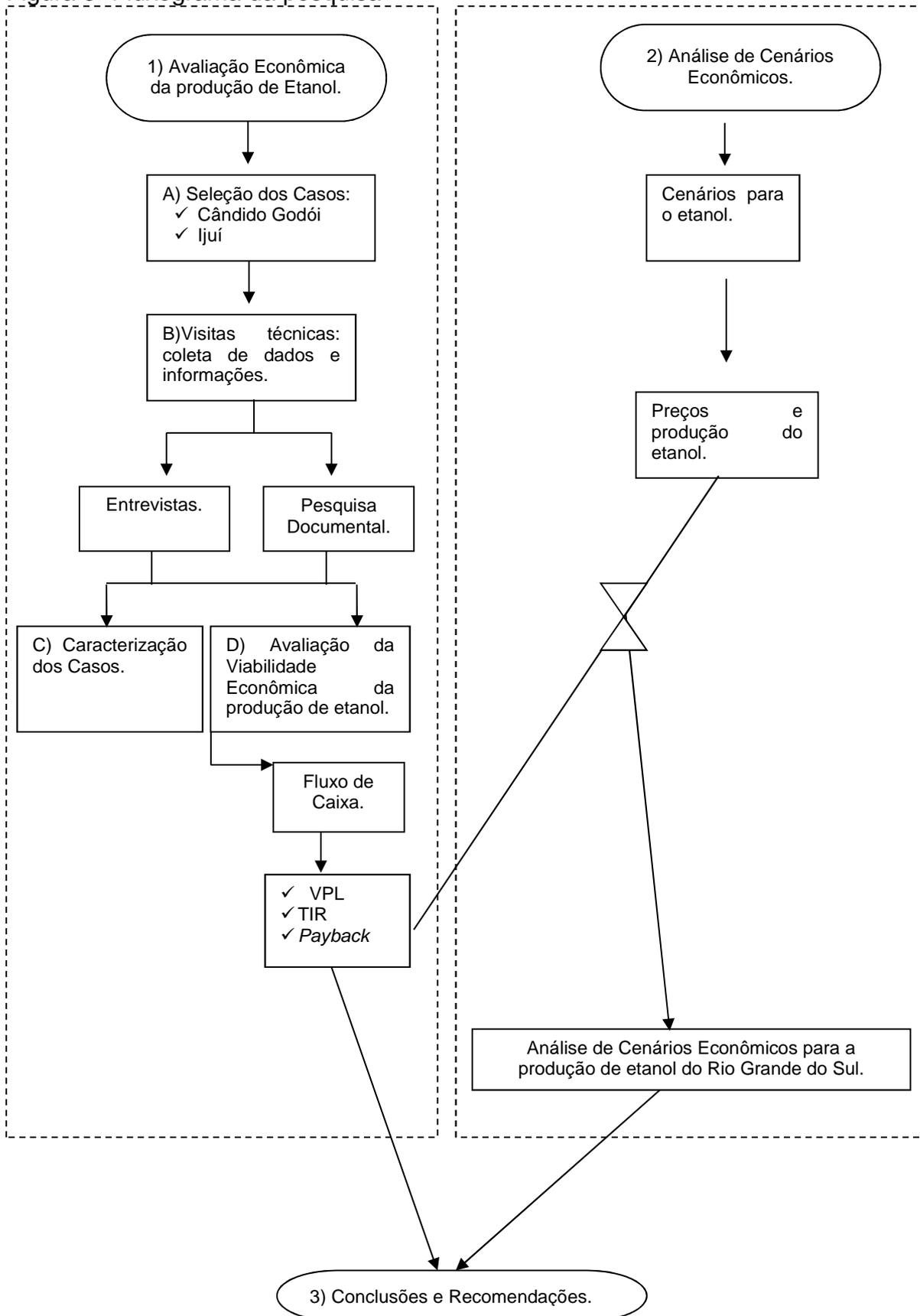
Fonte: Elaboração própria.

Mais detalhadamente, a primeira etapa refere-se à avaliação da viabilidade econômica e financeira da produção de etanol no que tange aos casos estudados nesta pesquisa e está dividida em outras subetapas:

- A) Seleção dos casos: de forma resumida, os casos estudados foram selecionados, considerando sua localização no noroeste do estado e as matérias-primas utilizadas (sorgo granífero e cana-de-açúcar). Assim, os resultados obtidos colaboram para uma análise da perspectiva de produção de etanol de diferentes culturas na mesma região.
- B) Visitas técnicas: foram realizadas visitas, em Cândido Godói e em Ijuí, com o intuito de coletar, por meio de entrevistas e pesquisa documental, elementos suficientes para delinear e desenhar o estudo proposto;
- C) Caracterização dos casos: a partir dos dados e informações coletados, os projetos foram descritos em termos gerais, em termos de processo produtivo;
- D) Avaliação da viabilidade econômica das rotas de etanol.

A segunda etapa, análise de cenários econômicos, está balizada pelo capítulo 2, o qual traz os elementos para a análise dos mesmos. Para analisá-los, são consideradas as possíveis mudanças nos valores do VPL e TIR, a partir do comportamento dos preços do etanol. Os resultados (VPL, TIR) da primeira etapa formam as bases para os cálculos dos VPLs e TIRs nos cenários analisados. O esquema detalhado da metodologia da pesquisa e os passos seguidos podem ser visualizados segundo o fluxograma da pesquisa, que é apresentado na Figura 3.

Figura 3- Fluxograma da pesquisa



Fonte: Elaboração própria

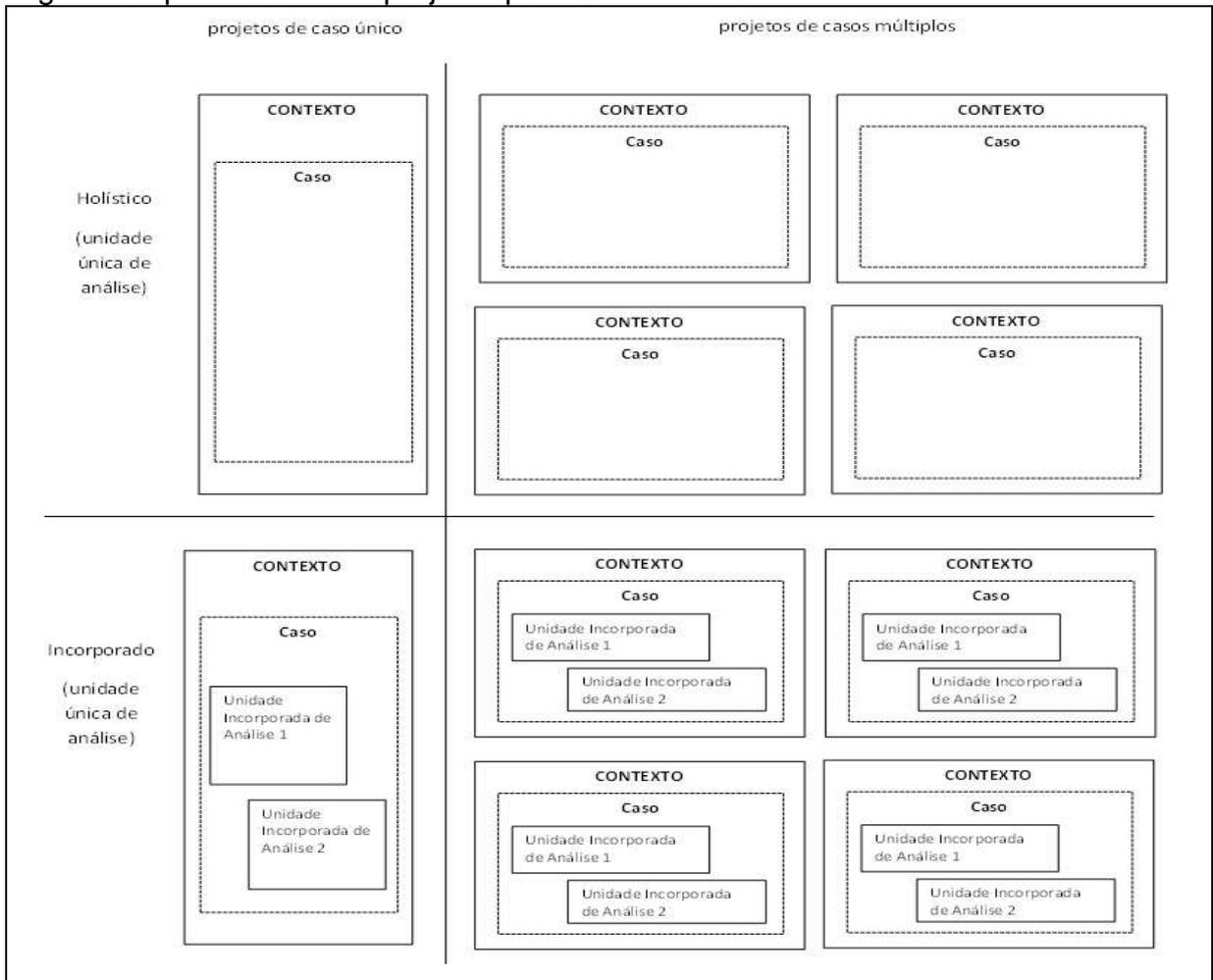
A Figura 3 ilustra o fluxo estabelecido para a realização da presente pesquisa. Os dados, informações e resultados obtidos da avaliação econômica da produção de etanol convergem com o comportamento dos preços estimados de etanol. Assim, é realizada a análise de cenários, apresentando as conclusões e considerações finais, bem como as recomendações para estudos futuros.

#### 4.2 DETERMINAÇÃO E ABORDAGEM PARA O ESTUDO DE CASO

O Estudo de Caso pode ser definido como uma investigação empírica, a qual examina um fenômeno contemporâneo em seu contexto na vida real, especialmente, quando os limites entre ambos não estão claramente definidos. Além disso, tal investigação está relacionada com uma situação única, onde poderá haver mais variáveis de interesse do que pontos de dados. Assim, devem-se tomar por base diversas fontes de evidências, a fim de convergir os dados em um formato de triangulação. Este processo deve resultar no benefício do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados (YIN, 2005).

Segundo Yin (2005), o Estudo de Caso pode ser realizado, considerando um único caso, bem como um conjunto de casos, sendo então chamado de Estudo de Caso Múltiplo. Ao mesmo tempo, deve-se atentar para o número de unidades de análise envolvidas em cada caso, podendo ser classificado como um caso incorporado ou holístico. Neste sentido, são identificados quatro tipos de Estudo de Caso, conforme a Figura 4, a qual apresenta uma matriz com os possíveis tipos. Os projetos que tenham um único caso são divididos em Tipo 1 e Tipo 2, em que o primeiro configura-se como holístico e o segundo como incorporado. Os Tipos 3 e 4 dizem respeito a projetos com múltiplos casos, sendo, respectivamente, caracterizado como holístico e incorporado.

Figura 4-Tipos básicos de projetos para Estudo de Caso



Fonte: Adaptado de Yin (2005, p.61).

A utilização de Estudo de Caso, enquanto estratégia de pesquisa, apoia-se em três condições: 1) o tipo de questão de pesquisa proposta; 2) a extensão de controle do pesquisador sobre eventos comportamentais; e 3) o grau de enfoque em acontecimentos contemporâneos (YIN, 2005). Para Martins (2008, p.9), o Estudo de Caso é adequado “para a construção de uma investigação empírica que pesquisa fenômenos dentro de seu contexto real [...], com pouco controle do pesquisador sobre eventos e manifestações do fenômeno”.

No que se refere ao presente estudo, ao buscar atender a primeira condição para a escolha do Estudo de Caso, a qual se relaciona ao tipo de questão a ser respondida, considerando o objetivo geral, as questões do tipo “como” e “por que” não se apresentam de forma explícita, contudo, pode-se destacar: Por que investir em uma microdestilaria de etanol? Espera-se, assim, que os resultados obtidos possam colaborar com os questionamentos acerca das razões envolvidas na ação

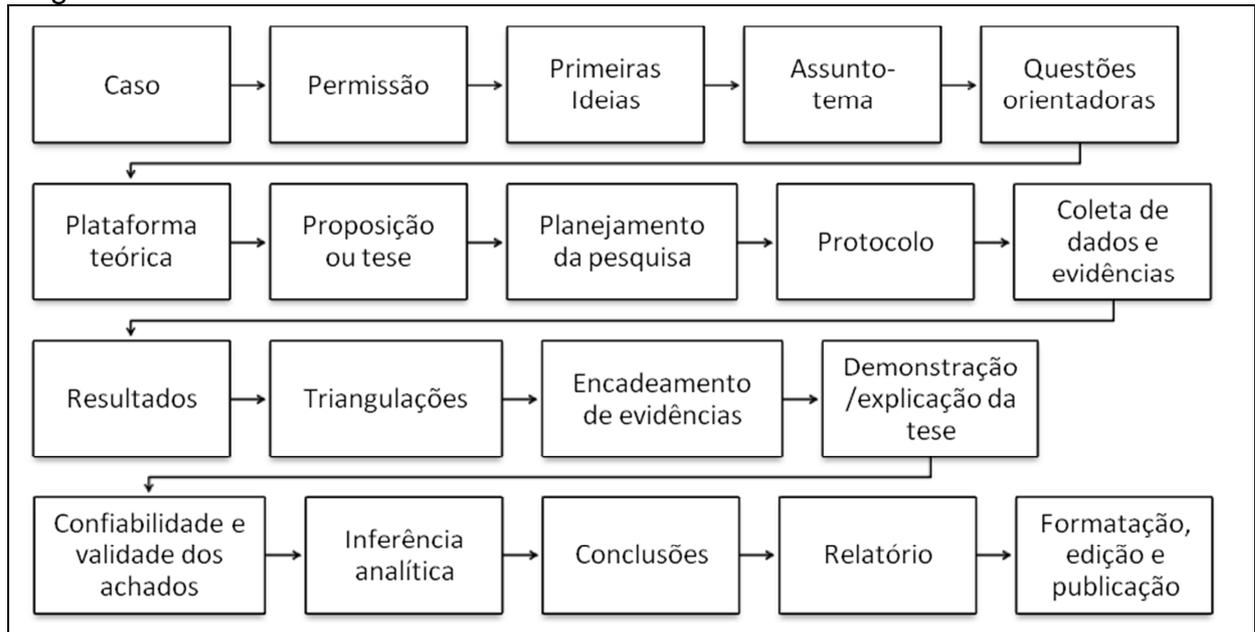
de investir recursos em uma microdestilaria de etanol. Desta forma, o objetivo atende a primeira condição de tipo de pesquisa para a utilização do Estudo de Caso.

Referente ao segundo critério, por tratar de eventos comportamentais, o controle ou a manipulação são quase nulos, pois as decisões sobre os investimentos e seus níveis para a produção de etanol estão relacionadas com a escolha dos investidores e apoiadores dos projetos. E, por último, o estudo focalizado está em acontecimentos contemporâneos, ou seja, a implantação de unidades produtivas de etanol. Sendo assim, o problema de pesquisa atende às condições necessárias para a realização de um Estudo de Caso, enquanto método de procedimento deste estudo.

A respeito do Tipo de Estudo de Caso, este se caracteriza como um projeto do Tipo 3, onde há mais de um caso a ser estudado (Ijuí e Cândido Godói) e uma unidade de análise para ambos (microdestilaria de etanol). Ao realizar um Estudo de Caso Múltiplo, tem-se que os resultados e as evidências se apresentam de forma mais convincente e com certa força, quando comparados aos resultados dos estudos de caso único. Nesse sentido, enquanto estratégia de pesquisa, é possível que as conclusões e as análises obtidas mostrem-se mais contundentes e substanciais e apresentem possibilidades de replicação direta. Mesmo que este tenha apenas dois casos, as chances de realizar “um bom Estudo de Caso serão melhores do que usar um projeto de caso único” (YIN, 2005, p. 75).

A projeção e a condução adequada de um Estudo de Caso devem seguir determinados passos, desde a definição e delimitação do problema de pesquisa até a elaboração do relatório final, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Processo de um Estudo de Caso



Fonte: Adaptado de Martins(2008, p.7).

Os dados, as informações e as evidências podem ser coletados e levantados, utilizando-se diferentes técnicas, dentre as quais, cita-se: observação, entrevistas, *Focus Group*, análise de conteúdo, questionários, escalas sociais, pesquisa documental, registro em arquivos, pesquisa etnográfica e análise de discurso (MARTINS, 2008). Para Yin (2005), seis são as principais fontes: registro em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante, artefatos físicos e documentos. O emprego de tais técnicas deve obedecer alguns princípios, como: o uso de diversas fontes de evidências, a criação de um banco de dados e o encadeamento das mesmas, buscando garantir qualidade, validade e confiabilidade no Estudo de Caso (MARTINS, 2008; YIN, 2005).

As técnicas mencionadas devem ser utilizadas para a realização da triangulação das evidências, podendo ser dividida em quatro tipos: 1) triangulação de dados; 2) triangulação de pesquisadores; 3) triangulação de teorias; e 4) triangulação de metodologia (MARTINS, 2008; YIN, 2005). Neste caso, a triangulação de dados é utilizada para convergir as informações levantadas para o mesmo fato ou fenômeno, qual seja, as experiências de produção de etanol em microdestilarias em Cândido Godói e em Ijuí.

A pesquisa utiliza como referência os casos de Cândido Godói e de Ijuí, portanto, os resultados não são generalizáveis para outras localidades e para outras tecnologias de produção. Embora não sejam passíveis de generalização, o estudo

destes casos gerou informações que permitirão comparabilidade com outros modelos e, ainda, o que é significativamente relevante, permitem avaliar o impacto econômico e social para os produtores destas regiões, em decorrência destas duas destilarias.

A escolha dos projetos de Cândido Godói e Ijuí se deu por conta do modelo de organização, os quais se diferenciam, enquanto um tem o apoio da Prefeitura Municipal, o outro está organizado em uma cooperativa de produtores. Outra questão é a matéria-prima utilizada para a produção de etanol. Os casos analisados utilizarão matérias-primas diferentes. Enquanto Cândido Godói pretende utilizar o sorgo, Ijuí optou pela, tradicional, cana-de-açúcar.

Utilizou-se as seguintes técnicas para a realização da presente pesquisa: entrevista e pesquisa documental. O desenvolvimento destas técnicas possibilitou as análises de custos, retorno e viabilidade econômico-financeira.

Diversos são os modelos de entrevistas que podem ser empregados tais como: estruturadas, semiestruturadas, ou ainda, não utilizarem nenhum roteiro de perguntas, questionamentos ou orientações, sendo dirigidas de forma totalmente livre. Para este estudo, foram realizadas entrevistas presenciais, semiestruturadas, nas quais se utilizou um roteiro com tópicos relacionados ao problema de pesquisa e, assim, tendo-se liberdade para fazer perguntas e conduzir o diálogo. Foram entrevistadas, ao todo, dez pessoas, sendo seis em Cândido Godói e quatro em Ijuí. Em Cândido Godói, as entrevistas sucederam-se nos dias 18 e 19 de julho de 2011 e, em Ijuí, nos dias 26 e 27 do mesmo mês/ano.

Esta modalidade apresenta vantagens e limitações. Como vantagens, há os seguintes aspectos: não há a necessidade de determinar uma amostra ou critérios para o entrevistado; o entrevistador pode repetir, esclarecer ou reformular as perguntas; a obtenção de dados e informações que não estão disponíveis em documentos e que podem mostrar-se significativas e relevantes para a pesquisa. Contudo, alguns limitantes são observados, ao utilizar a entrevista, enquanto técnica para o levantamento de dados e informações. Assim, destacam-se: poderá haver incompreensão por parte do entrevistado; pouca disponibilidade do entrevistado em fornecer as informações; retenção de alguns dados importantes por receio da sua identificação, dentre outras (MARCONI; LAKATOS, 2005).

Através das entrevistas, de modo geral, obteve-se os seguintes dados e informações: área de plantio disponível, expectativa de ganho e rentabilidade frente

à microdestilaria de etanol, investimentos necessários e suas fontes, processo produtivo a ser utilizado, expectativa de preço do litro de etanol no mercado, culturas a serem cultivadas, localização da microdestilaria, capacidade produtiva e parcerias firmadas. Os dados relacionados ao produto final e às expectativas de ganhos econômicos e financeiros foram focados nas entrevistas com os representantes dos projetos. Já nas entrevistas realizadas com representantes do poder público, obtiveram-se informações de apoio (econômico e financeiro) aos projetos e expectativa de resultados e seus impactos.

Os roteiros utilizados nas entrevistas são apresentados nos apêndices A e B. O Apêndice A traz os tópicos e perguntas que se referem aos envolvidos no projeto diretamente e o Apêndice B aos representantes do poder público local. O quadro de entrevistados, por Estudo de Caso, é relatado no Apêndice C, apresentando o nome e a relação dos mesmos com o projeto, bem como a data das respectivas entrevistas.

A pesquisa documental consiste em analisar documentos e materiais que não foram editados, podendo ainda ser escritos ou não e caracterizando-se em fontes primárias e secundárias. Os documentos podem ser: correspondências, relatórios de eventos em geral, documentos administrativos, estudos e avaliações formais do mesmo caso, neste caso, em sua maioria considerados fontes de dados primários escritos, dentre outros (MARCONI; LAKATOS, 2005; MARTINS, 2008; YIN, 2005).

Para esta pesquisa empregou-se diversos documentos disponibilizados, tais como: estudos de viabilidade econômico-financeira, processos licitatórios para a aquisição de equipamentos, documentos de solicitação de licenciamento ambiental de atividades industriais, dentre outros. Os documentos analisados colaboraram para a caracterização dos estudos de caso, a identificação dos processos produtivos, o detalhamento dos equipamentos, de informações de viabilidade pré-estabelecida, dentre outros conhecimentos que complementam este estudo.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DAS ROTAS PROPOSTAS NOS CASOS ANALISADOS

A engenharia econômica busca analisar economicamente as decisões sobre investimentos. Ao realizar tal análise, apreciam-se os fatores passíveis de conversão em moeda. Contudo, a análise econômico-financeira pode não ser suficiente para a

tomada de decisões, sendo necessário considerarem-se outros fatores não quantitativos, como, por exemplo: os objetivos da empresa e os objetivos do projeto. Destacam-se alguns princípios básicos a serem apreciados em um estudo econômico: 1) a existência de outros investimentos; 2) a comparação adequada entre os investimentos deve ser expressa em unidades monetárias e 3) somente as diferenças entre os investimentos devem ser avaliadas (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

O objetivo de avaliar e estudar a implantação de uma unidade de produção, o retorno de um recurso financeiro a partir de determinada modalidade de aplicação financeira ou a implantação de um projeto, por exemplo, é saber se o objeto, em questão, avaliado, representa uma alternativa rentável para os recursos a serem utilizados (BUARQUE, 1984). Neste sentido, a elaboração de projetos pode colaborar no processo de decisão. Segundo *Project Management Institute* (2004, p. 5), “um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”. A realização de projetos é motivada por diversas questões: demanda de mercado, necessidade organizacional, avanço tecnológico, requisito legal, dentre outras.

Buarque (1984) destaca que, para uma análise adequada e de qualidade, deve-se respeitar cinco fases. A primeira está relacionada com a concepção da ideia a ser proposta. A segunda e a terceira fases referem-se às etapas de estudos do projeto em questão, respectivamente: um estudo de previabilidade e um estudo de viabilidade. O detalhamento da engenharia e da execução, propriamente dita, são as fases quatro e cinco. As três primeiras etapas são as utilizadas para auxiliar em um processo de decisão. Ao passo que se realizou a identificação da ideia, pode-se realizar um estudo prévio e caso este, por sua vez, aponte para um caminho que justifique o investimento no projeto idealizado, elabora-se o estudo de viabilidade.

Para Hirschfeld (1992, p. 16), “*Estudo de Viabilidade de um Empreendimento* é o exame de um projeto a ser executado a fim de verificar sua justificativa, tomando-se em consideração os aspectos jurídicos, administrativos, comerciais, técnicos e financeiros”. O aspecto financeiro da viabilidade é examinado através da determinação de um fluxo de caixa, o qual é composto pelas entradas e saídas monetárias, ao longo do tempo, podendo ser representado de forma gráfica ou analítica.

No que se refere às considerações financeiras, para medir a rentabilidade de um projeto, podem ser considerados diversos parâmetros, tais como a rentabilidade, o tempo de retorno do capital, a taxa de retorno, o valor do projeto no período presente, dentre outros. No que tange à avaliação privada de um projeto, a taxa interna de retorno e o valor atual líquido são considerados instrumentos adequados para determinar o mérito do projeto. Para avaliar o mérito econômico de um projeto, pode-se utilizar a Taxa Interna de Rentabilidade Econômica (TIRE), a qual considera os benefícios e os custos do projeto do ponto de vista de toda a economia e não apenas do empresário (BUARQUE, 1984).

Os métodos básicos utilizados para a análise de investimentos podem utilizar critérios em termos correntes e critérios de desconto. Os critérios em termos correntes contemplam a rentabilidade simples, o período de retorno e a relação benefício-custo (em termos correntes). Para os critérios de desconto são utilizados o método do VPL, a TIR e a relação benefício-custo (em termos atuais). Além do VPL, outros métodos podem ser utilizados para a análise de alternativas econômica, tais como: o método do Valor Futuro Líquido (VFL), o método do Valor Uniforme Líquido (VUL) ou Valor Atual Uniforme Equivalente (VAUE) (CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE, 2010; HIRSCHFELD, 1992; BUARQUE, 1984).

Destacam-se, a seguir, os principais métodos utilizados para analisar e julgar a viabilidade de um projeto:

#### a) VPL

O VPL é considerado um indicador para medir o mérito de um determinado projeto ou para a comparação entre projetos. Objetiva, a partir de um fluxo de caixa, determinar um valor em um momento inicial, ou seja, o VPL representa o retorno líquido atualizado gerado pelo projeto (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; BUARQUE, 1984).

Seu cálculo pode ser realizado considerando a fórmula1:

$$VPL_j = -I + \sum_1^n F_n (1 + i)^{-n}(1)$$

Onde:

$VPL_j$  = Valor Presente Líquido de um fluxo de caixa da alternativa j.

I = investimento inicial realizado.

n = número de períodos envolvidos.

$F_n$  = cada um dos diversos valores do fluxo de caixa.

i = taxa de juros comparativa ou taxa mínima de atratividade.

Os critérios de avaliação do VPL são:

VPL > 0, o projeto pode ser aceito.

VPL = 0, indiferente à aceitação ou não.

VPL < 0, o projeto é rejeitado.

A avaliação do VPL considera que quando este for maior que zero, o projeto em questão apresenta mérito positivo, ou seja, apresenta uma viabilidade de implantação. Ao utilizar o VPL, deve ser considerada uma taxa de desconto, a qual pode ser chamada de Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que, por sua vez, é definida segundo os critérios dos investidores e deve refletir o nível de atratividade esperada pelos mesmos (BUARQUE, 1984; CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010). O resultado positivo do VPL poderá indicar que ao final de determinado período de tempo o capital investido poderá ser recuperado, bem como indica que há um ganho de riqueza com o projeto e que, na data zero, o valor é representado pelo VPL (BORDEAUX-RÊGO, 2006).

#### b) TIR

A TIR é a taxa que representa o retorno anual na concretização do projeto. Assim, corresponde ao índice que torna nulo o VPL, ou seja, que iguala o somatório das receitas com investimento inicial. Para encontrar a TIR, basta a partir da fórmula de cálculo do VPL, tomar este como zero e então se tem a TIR, que, por sua vez, pode ser comparada com a TMA (GITMAN, 2004; BUARQUE, 1984; CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

Seu cálculo pode ser expresso segundo a fórmula (2), considerando o valor do VPL (1).

$$0 = \sum_0^n F_n (1 + i)^{-n} \quad (2)$$

Onde:

VPL = admite valor zero.

n = número de períodos envolvidos.

F<sub>n</sub> = cada um dos diversos valores do fluxo de caixa.

i = taxa de juros comparativa ou taxa mínima de atratividade.

Os critérios de avaliação da TIR são:

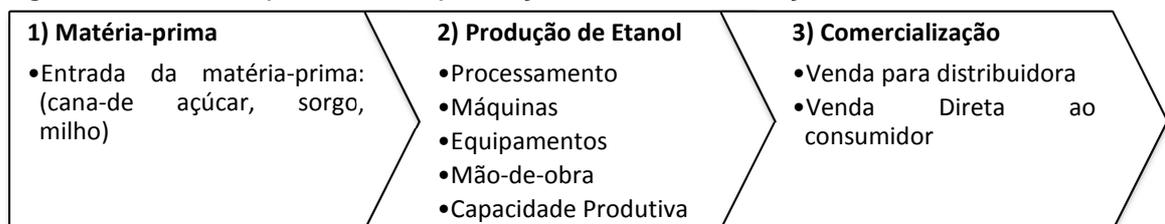
TIR > TMA, deve-se aceitar o projeto.

TIR < TMA, deve-se rejeitar o projeto.

Isto posto, a avaliação da viabilidade econômica da produção de etanol para os casos estudados será baseada na geração do fluxo de caixa das entradas e saídas previstas em cada projeto e a análise dos seguintes indicadores: VPL e TIR. Para a determinação de tais parâmetros é necessário compreender o processo de produção do etanol em cada um dos casos.

De forma geral, para a determinação das receitas e dos custos de produção de etanol para as rotas estudadas, considerou-se três momentos: 1) a aquisição matéria-prima; 2) o processo produtivo e 3) a comercialização. Na Figura 6, pode-se visualizar este fluxo simplificado, compreendendo que os momentos 1 (matéria-prima) e 2 (produção de etanol) compõem a estrutura dos custos, enquanto que o momento 3 (comercialização) relaciona-se às receitas futuras obtidas com a venda do etanol. O momento 2 (produção de etanol) relaciona, ainda, os investimentos em máquinas e equipamentos necessários para a produção de etanol.

Figura 6-Fluxo simplificado da produção e comercialização de etanol



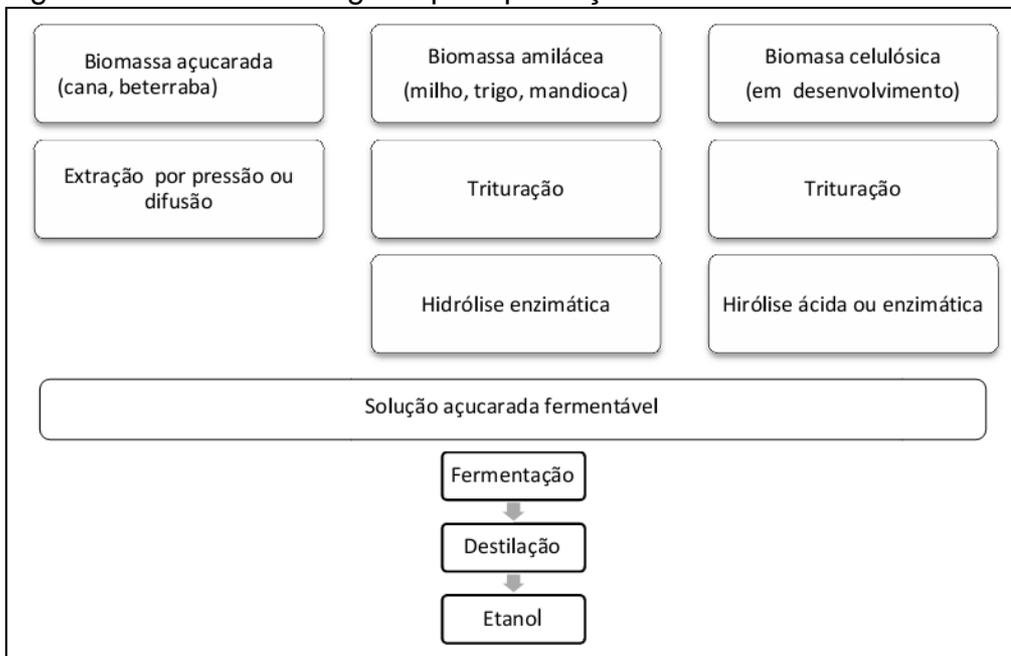
Fonte: Elaboração própria.

Com apoio deste fluxo, explicitam-se os modelos básicos de produção de etanol tanto para a rota baseada na cana-de-açúcar, quanto na baseada em cereais.

Entender estes processos é fundamental para a determinação e a diferenciação da estrutura de custos necessária para a produção de etanol a partir das diferentes matérias-primas.

A produção de etanol pode ser realizada considerando as diferentes matérias-primas que, por sua vez, passam por processos de produção, ou rotas tecnológicas diferentes. Os principais processos produtivos para a obtenção de etanol são: a extração do caldo, a fermentação e a destilação. A Figura 7 apresenta um resumo para a extração de etanol a partir de biomassa açucarada, amilácea e celulósica. Ademais, no capítulo de caracterização dos estudos de caso, são detalhados os processos produtivos.

Figura 7 - Rotas tecnológicas para produção de etanol



Fonte: BNDES e CGEE (2008, p.70)

Assim, a produção de etanol constitui-se no processo industrial de destilação do caldo. Este caldo pode ser obtido através de um simples processo de extração direta da matéria prima, como o caso da cana-de-açúcar. Contudo, para os cereais, eles precisam passar por uma etapa anterior à extração do caldo. É necessário produzir um caldo onde são liberados os açúcares, através de um processo enzimático, para então ser levado à fermentação. Após a fermentação, passa-se à destilação, obtendo-se, assim, o etanol pronto para a comercialização, no caso do etanol hidratado.

Cabe destacar que alguns dados (valores e quantidades) referentes aos custos e investimentos a serem realizados foram extraídos de documentos disponibilizados durante a coleta de dados. Tais documentos foram elaborados em momentos e anos diferentes, o que requereu uma atualização dos valores para dezembro de 2012, a fim de ter os preços das variáveis atualizadas para um mesmo período. Neste sentido, foram utilizados dois índices para a atualização de valores. O Índice de Preços ao Produtor Amplo (IPA), elaborado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), foi empregado na correção de preços de insumos e coprodutos e dialoga com setor agropecuário, pois em sua composição pondera os preços recebidos pelo produtor nos setores agropecuário e industrial. Enquanto que o Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) foi utilizado na atualização dos valores dos investimentos em infraestrutura e equipamentos (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS-FGV, 2009).

Para a elaboração do fluxo de caixa serão consideradas entradas e saídas em termos monetários. As entradas consistem da receita proveniente da venda do etanol e possíveis coprodutos e dos investimentos iniciais necessários para a implantação das unidades produtivas de etanol. As saídas serão contabilizadas a partir dos diferentes custos necessários para a produção dos produtos. Podem ser destacados três grupos: 1) custos com mão de obra; 2) custos com matéria-prima e insumos e 3) custos operacionais (luz, água, combustível para geração de vapor).

A receita, enquanto entrada no fluxo de caixa, é determinada pela quantidade produzida de etanol, considerando a capacidade produtiva da destilaria multiplicada pelo preço de venda nas distribuidoras. No que tange aos preços de comercialização, eles serão estimados a partir da base de dados do Centro de Estudo Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), para determinar o preço de venda do etanol.

Os custos de produção envolvem: matéria-prima, mão de obra, gastos com energia elétrica, água, combustível para produção de vapor, produtos para a fermentação e outras despesas operacionais, como transporte até a distribuidora e a contratação de um serviço de contabilidade. O custo de transporte da matéria-prima até a destilaria é considerado custo do produtor, sendo assim, não será considerado neste estudo. Os custos de produção com matéria-prima foram determinados, levando em conta a necessidade em toneladas das culturas para atender a capacidade produtiva das unidades de produção de etanol. Para cada projeto, levou-

se em conta a cultura específica, considerando a disponibilidade de produção das culturas nos municípios, bem como a capacidade produtiva dos equipamentos.

Os custos com energia elétrica e água foram determinados, atendendo às especificidades técnicas, as quais devem fornecer uma média de consumo dos mesmos e os preços vigentes para os serviços de fornecimento, segundo tabela de preço das empresas concessionárias. Para fins de demonstração dos custos de mão de obra e de outros serviços necessários, obtiveram-se informações referentes aos salários estimados no estudo de viabilidade de Cândido Godói, estendendo ao projeto de Ijuí. Neste sentido, o modelo da estrutura do fluxo de caixa utilizada é apresentado no Apêndice D.

Após a avaliação da viabilidade econômica e de posse dos resultados apresentados para cada rota dos estudos analisados, passa-se para a análise de cenários, a qual consiste em avaliar a sensibilidade do VPL dada mudanças em suas principais variáveis, avaliando o impacto dessas sobre o retorno da empresa (BORDEAUX-RÊGO, 2006; GITMAN, 2004). Neste sentido, a avaliação da viabilidade da produção de etanol é analisada ponderando o comportamento dos preços de venda do etanol e considerando os cenários econômicos. Para a realização da análise de cenários econômicos, toma-se como base o estudo *International Energy Outlook 2011*, realizado pela EIA, o qual apresenta cenários do impacto do preço do petróleo e sua demanda nos mercados globais até 2035.

Assim, foram elaborados três grupos cenários para os seguintes anos: 2015, 2020, 2025 e 2030. No grupo 1, a análise do VPL considera os preços do etanol alto. O grupo 2 analisa o VPL, considerando os preços de venda do etanol em níveis mínimos. Por fim, no grupo 3, os preços médios são utilizados para a análise do VPL. Este procedimento é realizado para ambos os casos e comparado aos dados obtidos no capítulo de avaliação da viabilidade com dados referentes ao ano de 2012.

Apresentada a metodologia adotada nesta dissertação, passa-se aos capítulos de análise de resultados e discussão. O próximo capítulo trata especificamente da caracterização dos casos estudados, compondo a etapa 1 do esquema proposto. O capítulo 6 encerra a análise de dados no que tange à avaliação da viabilidade econômica, finalizando a primeira etapa. Por fim, no capítulo 7, desdobra-se a segunda etapa de análise de cenários econômicos.

## 5 CARACTERIZAÇÃO DOS CASOS

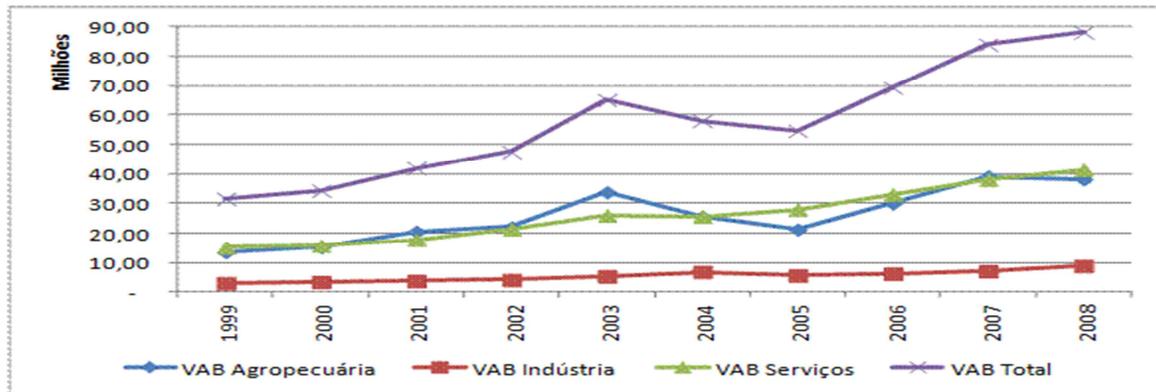
Este capítulo tem o objetivo de descrever e apresentar os casos de referência do presente estudo. A primeira experiência é a implantação da Tupã 1, que está localizada em Cândido Godói, e a segunda experiência é o projeto Micro Usina de Etanol, localizado em Ijuí. Os casos aqui apresentados estão orientados para a produção de biocombustível, o etanol, oriundo de fontes renováveis de energia, buscando atender uma demanda, ainda que local, de dependência energética dos municípios em que estão localizados.

O capítulo apresenta a caracterização dos estudos de caso, com informações, breve histórico de formação dos projetos, um panorama da produção agrícola das matérias-primas para a produção de etanol, a descrição das tecnologias e processos produtivos adotados para a produção de etanol e os parâmetros para a avaliação da viabilidade econômica.

### 5.1 ESTUDO DE CASO: CÂNDIDO GODÓI

O município de Cândido Godói caracteriza-se por ser predominantemente agrícola. Dados da população, segundo o último Censo, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, demonstram que, dos 6.535 habitantes, 72% estão localizados na área rural. O PIB de 2010 foi estimado em, aproximadamente, R\$ 113 milhões (FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA-FEE, 2012). O PIB de Cândido Godói apresentou um crescimento, no período de 1998 a 2008, registrando uma queda, nos anos de 2004 e 2005, e retomando o crescimento em 2006. Esta queda pode ser justificada pelo desempenho do setor agropecuário, como pode ser percebido no Gráfico 17.

Gráfico 17 - Valor Adicionado Bruto (VAB) de Cândido Godói - 1999 a 2008 (R\$ Milhões)



Fonte: FEE (2012).

A liderança da produção municipal é alternada entre o setor agropecuário e de serviços, sendo os maiores responsáveis pela economia local. O setor industrial tem uma participação que varia entre 8% e 12% no VAB de Cândido Godói, demonstrando que este, por sua vez, não tem um grande peso sobre a produção total do município.

A implantação da Tupã 1, projeto resultante da parceria firmada entre a Cooperativa Godoiense de Energia Renovável (Cooperger) e a empresa Alsol Tecnologia – Engenharia e Comércio de Combustíveis Ltda., localizada no município de Cândido Godói, reflete as atividades do setor agrário. Neste sentido, em meados de 2005, um grupo de agricultores familiares do município fundou a Cooperger, buscando novas oportunidades e objetivando a produção de energia renovável. A discussão, que durou sete anos, levou o grupo a decidir pela produção de etanol a partir de cereais e firmar a referida parceria (WOBETO<sup>14</sup>, 2012; BACKES<sup>15</sup>, 2012; COOPERGER, 2012).

Até julho de 2012, a cooperativa não realizava atividades de produção e comercialização, mas promovia momentos de capacitação e de formação para o quadro de seus associados, incluindo seminários, palestras, viagens e visita técnicas em empreendimentos de produção de etanol a partir de cereais, implantação de unidades pilotos. Para o mesmo período, o quadro social da cooperativa era

<sup>14</sup>Entrevista concedida pelo associado fundador e atual presidente da Cooperger, Francisco José Wobeto no dia 18 de julho de 2012, em Cândido Godói.

<sup>15</sup> Entrevista concedida pelo vice-prefeito de Cândido Godói e associado fundador da Cooperger, Mário Backes no dia 19 de julho de 2012, em Cândido Godói.

composto por 114 associados, podendo chegar ao limite de 120 associados, definido como o máximo pela cooperativa (MAYER, 2012; WOBETO, 2012).

A proposta inicial da Cooperger estava baseada na produção de etanol a partir de cana-de-açúcar e contava com 47 associados engajados no processo de consolidação da cooperativa. Experimentos com a cultura da cana-de-açúcar foram realizados com a finalidade de obter resultados concretos acerca da sua viabilidade como fonte de matéria-prima, para a produção de etanol em Cândido Godói. Neste sentido, o arrendamento de uma área de três hectares, denominada área piloto, para o cultivo, foi utilizada para atender tal finalidade. Esta área piloto foi fundamental para a Cooperger, pois com o cultivo realizado foi possível chegar à decisão de que a produção de cana-de-açúcar, enquanto matéria-prima para o etanol, não era a mais adequada para aquele grupo de agricultores. Tal decisão é baseada em alguns dos seguintes argumentos, considerados como os principais: 1) o solo das áreas cultiváveis da maioria dos agricultores associados é considerado inadequado; 2) há escassez de mão de obra para a agricultura no município; 3) não há, ao menos até o presente momento, uma máquina colheitadeira de cana-de-açúcar adequada para pequenas áreas de plantio; 4) a colheita da cana-de-açúcar se dá em um período chuvoso, o que acarreta perda na produção (FRÖLICH<sup>16</sup>, 2012; WOBETO, 2012).

Além disso, o abandono da cana-de-açúcar, enquanto matéria-prima para o etanol, mais especificamente, também se dá por três razões: “1) Ineficiência na extração da sacarose para pequena escala; 2) Sistemas de colheita (principalmente por causa da chuva nos períodos de safra); e 3) Forte tendência a monocultura” (COOPERGER, 2012, p.1).

Neste sentido, a partir dos resultados obtidos com o cultivo piloto, bem como das discussões dos mesmos, a cooperativa centrou-se na busca de uma alternativa de matéria-prima. Ao considerar a cultura do cultivo de grãos do município e de visitas técnicas realizadas em usinas produtoras de etanol de milho (uma das visitas realizadas se deu às instalações de uma usina localizada em São Pedro do Turvo (SP), em fevereiro de 2011), a escolha centrou-se no plantio de grãos, como o sorgo granífero e o milho, para matéria-prima na produção de etanol. Outro elemento destacado é a possibilidade de armazenamento dos grãos por determinados

---

<sup>16</sup> Entrevista concedida pela associada da Cooperger, Iracema Maria Frölich, no dia 19 de julho de 2012, em Cândido Godói.

períodos, o que não é possível com a cana-de-açúcar, dado que seu processamento deve ser realizado quase que imediato para a utilização máxima da sacarose presente na mesma (COOPERGER, 2012; WOBETO, 2012).

Segundo o vice-prefeito e sócio fundador da Cooperger, Backes (2012), a produção de grãos para etanol no município de Cândido Godói apresenta vantagens em relação à cana-de-açúcar como, por exemplo: a existência de um maquinário adequado para a colheita de grãos (o que minimizaria alguns custos como o de implantação de pequenos canaviais); a familiaridade com o cultivo de grãos por parte dos agricultores, já que tanto a soja quanto o milho são culturas produzidas e características do município. Neste sentido, o sorgo granífero foi o grão selecionado como matéria-prima para o etanol.

O sorgo pode ser utilizado para a alimentação animal (em propriedades rurais), produção de farinha para panificação, amido industrial e álcool. Para além da familiarização e maquinário disponível, o sorgo apresenta características que contemplam a sua escolha em relação à cana-de-açúcar, por exemplo: tolerância a períodos com deficiência hídrica, apresenta resistência ao acamamento e ao quebramento, bem como às doenças e tem ciclo precoce e médio (EMBRAPA, 2008). Em termos de produção, segundo FAO (2012), em 2010, o sorgo foi a 23ª cultura mais cultivada no mundo, com 55,7 milhões de toneladas. No Brasil, sua produção, para o mesmo ano, foi estimada em 1,5 milhões de toneladas, enquanto que, para o Rio Grande do Sul e Cândido Godói, a produção foi de 49 mil toneladas e 21 toneladas, respectivamente (IBGE, 2012b).

Ao utilizar, aproximadamente, 30% da área agricultável do município, é possível obter uma quantidade suficiente de grãos capaz de atender a capacidade de instalação prevista para o projeto. É possível introduzir a produção de grãos para etanol, intercalada com a produção de soja, a qual já está consolidada em Cândido Godói. A produção de milho e sorgo apresenta maior rentabilidade de proteína, três vezes mais (BACKES, 2012).

Além do cultivo experimental da cana-de-açúcar, os responsáveis pelo projeto buscaram informações em que pudessem basear as suas decisões. Neste sentido, foram realizados três estudos de viabilidade econômica para a experiência do município em questão. Um dos estudos foi resultado de uma consultoria realizada a pedido do Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) e executado pelo Instituto Euvaldo Lodi (IEL), ligado à Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do

Sul (FIERGS); e os outros dois estudos, disponibilizados de forma parcial<sup>17</sup> foram encomendados pela Cooperger e pela Alsol e foram realizados pelas empresas Mendes & Vieira Equipamentos Industriais Ltda. e MSW Capital.

O estudo realizado pelo IEL centrou-se em analisar a viabilidade da produção de etanol partir da cana-de-açúcar e buscou apresentar resultados relacionados tanto à produção da matéria-prima, quanto à produção de etanol. Os estudos de viabilidade realizados tanto pela Mendes & Vieira Equipamentos Industriais Ltda., quanto pela MSW Capital foram orientados pela produção de etanol, a partir de cereais, refletindo, assim, a decisão tomada pelo grupo em não mais utilizar a cana-de-açúcar como matéria-prima para etanol. Assim, o projeto de viabilidade produzido pela empresa Mendes & Vieira Equipamentos Industriais Ltda. utilizou como base para os resultados obtidos o milho, enquanto que a MSW Capital tomou por base a produção de sorgo. Os resultados de tais estudos são ilustrados no capítulo de viabilidade econômica, com a finalidade de comparar aos resultados obtidos na presente pesquisa.

### **5.1.1 A produção agrícola em Cândido Godói**

Segundo o Censo Agropecuário de 2006, realizado pelo IBGE, a área total dos estabelecimentos agropecuários do município somou 22,75 mil hectares. A área destinada a lavouras temporárias e permanentes, em 2006, respondeu por 63% do total. Já a área para pastagens (naturais e plantadas em boas condições) representaram 15%, enquanto que as terras degradadas e inapropriadas para a agricultura e pecuária responderam por 2% (IBGE, 2012a).

Em termos de estabelecimentos, o município tinha, em 2006, 1.794 unidades produtoras, incluindo produtores individuais, consórcios e condomínios, sociedades anônimas, entre outras. Aproximadamente, 33% dos estabelecimentos agropecuários produziram cana-de-açúcar e 57%, milho. A produção leiteira também está entre as que mais se destacaram nas unidades produtivas de Cândido Godói, estando presente em cerca de 58% de estabelecimentos (IBGE, 2012a).

---

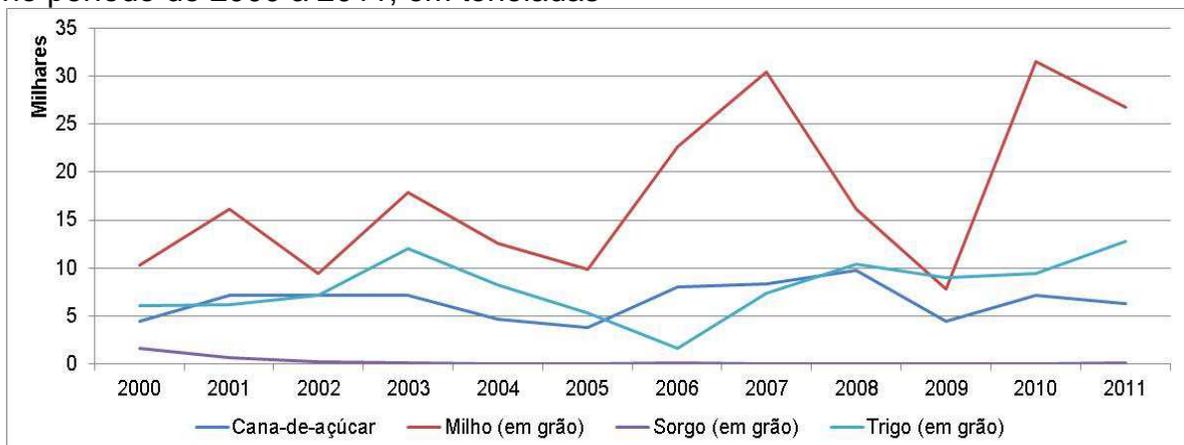
<sup>17</sup> O acesso aos estudos citados foi realizado no local, ou seja, em Cândido Godói, por oportunidade da visita de campo e coleta de dados.

A produção agrícola de Cândido Godói apresenta uma pequena diversidade. A partir de dados da Produção Agrícola Municipal, realizada pelo IBGE, o município produz pouco mais que 30 variedades de cultivos, entre grãos, frutos, cereais, oleaginosas e outros. Os produtos agrícolas de maior destaque são a mandioca, a cana-de-açúcar, o trigo, a soja e o milho, com produções anuais maiores que mil toneladas.

O milho é a cultura mais produzida em Cândido Godói, o que reforça a escolha da Cooperger, pelos grãos para a obtenção de etanol. O sorgo é produzido de forma bastante tímida. Em 2000, sua produção foi de quase duas mil toneladas e, a partir do ano seguinte, começou a baixar significativamente. Entre 2004 e 2008, o único ano em que se registrou produção foi 2006. A produção é timidamente retomada em 2009, com 15 toneladas produzidas. Apesar da pequena produção, o sorgo é o candidato a principal matéria-prima para produção de etanol em Cândido Godói. Há uma expectativa no aumento da sua produção e de que ela deva ocorrer através de uma troca entre milho e sorgo. Ou seja, os agricultores associados à Cooperger, que já produzem milho, destinarão parte de suas áreas para a produção de sorgo.

O Gráfico 18 traz a evolução da produção de cana-de-açúcar, milho, sorgo e trigo, dada a possibilidade de obtenção de etanol a partir deles. Observa-se que o milho é o mais produzido. Em 2004, percebe-se uma queda na produção agrícola de forma geral.

Gráfico 18- Evolução da produção de alguns produtos agrícolas de Cândido Godói, no período de 2000 a 2011, em toneladas



Fonte: IBGE (2012b).

Percebe-se a hegemonia do milho, frente às demais culturas passíveis de obtenção de etanol, lembrando que a cultura mais cultivada no município é a soja, a qual também pode ser fonte de biocombustíveis, neste caso, o biodiesel. A preferência em produzir grãos para obtenção de etanol é reflexo da economia agrícola de Cândido Godói, além dos critérios já destacados na seção anterior. Nas entrevistas realizadas no município, é clara a afirmação da migração da produção de milho para a de sorgo.

### **5.1.2 A produção de etanol**

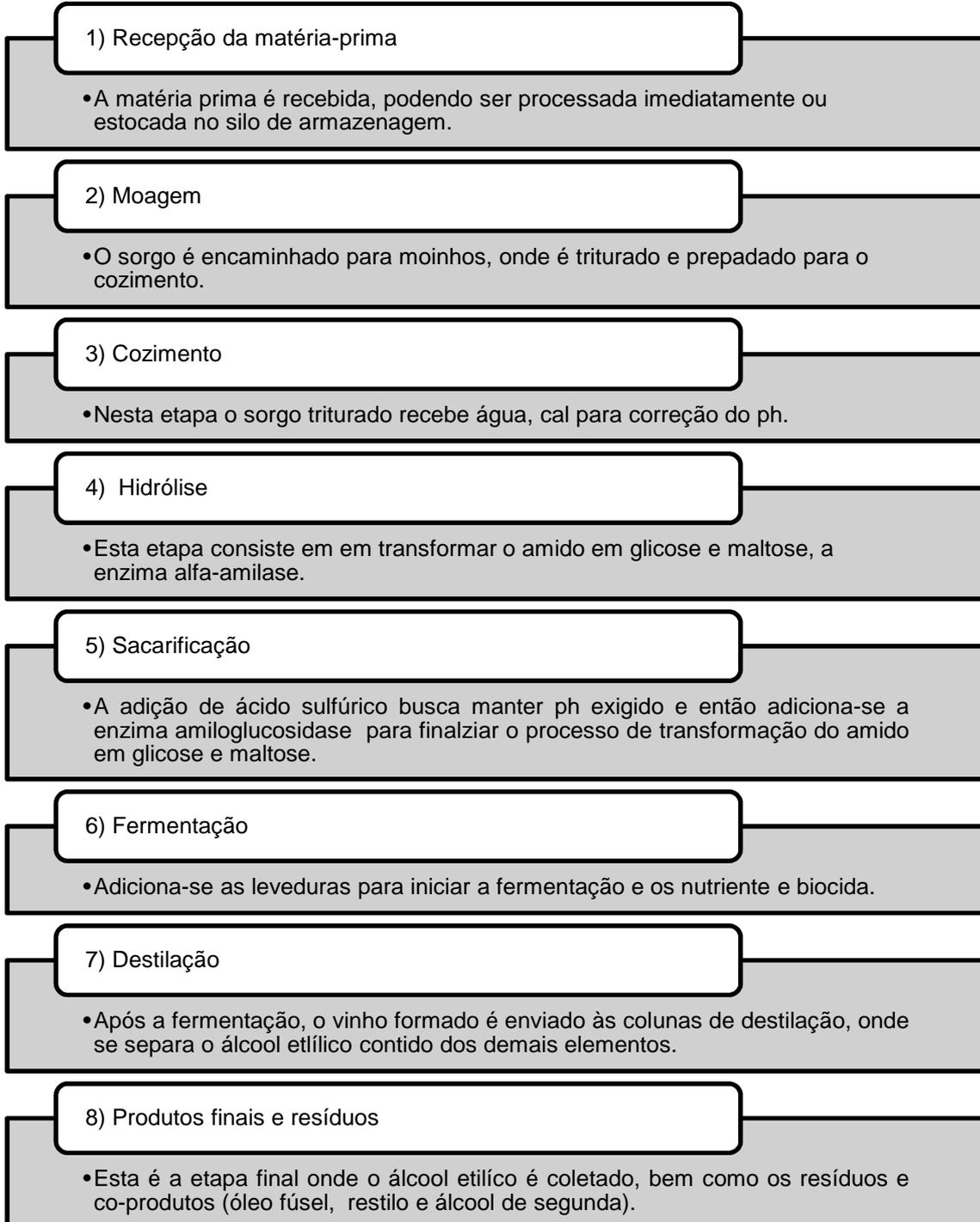
Dada a escolha do sorgo como matéria-prima majoritária para a obtenção de etanol, passa-se a ilustrar o processo produtivo, bem como a estrutura de custos necessária para sua produção, aliada aos parâmetros utilizados como referência para a elaboração do fluxo de caixa, utilizado para a avaliação da viabilidade econômica. Cabe salientar que o projeto está em fase de análise e que as atividades da destilaria devem iniciar em meados de 2013, em caráter de testes, porém, em 2014, a expectativa é que já se tenha iniciada a produção industrial esperada de 20 mil litros de etanol por dia (MAYER, 2012; BACKES, 2012).

A produção de etanol a partir de cereais diferencia-se de culturas como a da cana-de-açúcar, da beterraba e do sorgo sacarino (utilização do colmo, semelhante ao processo da cana-de-açúcar, na medida em que o caldo extraído de culturas como a cana-de-açúcar, pode ir direto para a etapa de fermentação, dada a presença direta de açúcares. Contudo, para os cereais é necessária uma etapa anterior, a de extrair os açúcares do amido, a qual é realizada antes da fermentação com a ajuda de enzimas para liberar os açúcares necessários. Esse é um diferencial bastante importante, pois exige outros custos, tanto de investimento, quanto em insumos para a produção de etanol de cereais. Nesse sentido, apresenta-se um fluxo simplificado do processo de produção de etanol de cereais para o projeto de Cândido Godói.

A elaboração do fluxo de produção de etanol, representada na Figura 8, é baseada em referências, nos estudos de viabilidade e nas entrevistas realizadas durante as visitas técnicas. Neste sentido, as principais etapas na produção de etanol de cereais são: 1) recepção da matéria-prima; 2) moagem; 3) cozimento; 4) hidrólise; 5) sacarificação; 6) fermentação; 7) destilação; 8) produtos finais e

resíduos. Em cada uma das etapas, é feita uma descrição das mesmas. Assim, a Figura 8 ilustra este fluxo de produção e suas etapas.

Figura 8- Fluxo do processo de produção de etanol de cereais



Fonte: Elaboração própria, a partir de MSW Capital (2011); Sobrinho (2012); Wobeto (2012); BNDES;CGEE (2008).

Neste sentido, além do etanol, outros coprodutos são obtidos, podendo ser comercializados e gerando outras receitas. Um dos coprodutos que merece

destaque é o restilo, ou ração líquida. Segundo Wobeto (2012), cabe destacar uma diferença do modelo adotado pela Cooperger em relação ao modelo americano. Neste último, o restilo passa por um processo de secagem, transformando a ração líquida em farelo. Quanto ao modelo a ser adotado em Cândido Godói, a ração líquida é passível de comercialização direta, não havendo necessidade de outras etapas de processamento, diminuindo custos e necessidades de investimentos em capital fixo.

Uma questão bastante destacada pelos entrevistados, em Cândido Godói, refere-se à ração líquida. Segundo informações coletadas em campo, este resíduo apresenta características para ser utilizado como ração para os animais, com o qual pode-se obter maiores resultados de produtividade, tanto no aumento da qualidade do gado bovino para corte, quanto na do gado leiteiro.

Para a produção de etanol, é necessária a realização de investimentos para a implantação da unidade produtiva, bem como a geração de receitas e de custos. Neste sentido, para a determinação de tais elementos foram traçados parâmetros produtivos, os quais por sua vez serviram para a avaliação da viabilidade econômica e que dialogam com os parâmetros econômicos apresentados na metodologia, onde foram elencados os preços utilizados em cada componente do fluxo de caixa. Desta forma, ilustram-se os parâmetros técnicos necessários para complementar a avaliação econômica. Primeiramente, são apresentados os valores necessários para o investimento em capital fixo de infraestrutura e equipamentos através do Quadro 5. Salienta-se que os valores são apresentados de forma global, a fim de preservar as informações contidas nos estudos já realizados, respeitando os recursos já investidos pelos proponentes do projeto.

Quadro 5 -Valores dos investimentos a serem realizados para implantação de unidade de produção de etanol a partir de sorgo granífero

Item	Valor (R\$)
Obras civis	1.115.591,26
Máquinas e equipamentos	3.605.211,91
Instalações e montagens	836.693,44
Unidade de secagem	2.459.469,53
Projeto final (consultorias)	559.949,28
<b>Total de investimento</b>	<b>8.576.915,42</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de MSW Capital (2011) e Mendes & Vieira (2011).

Os investimentos em máquinas e equipamentos respondem pela maior parte a ser realizada, juntamente com a unidade de secagem, representando, respectivamente, 42% e 29% do investimento total, ou seja, 71% do capital necessário para a implantação da unidade produtiva. Os outros 29% ficam por conta das obras civis, instalações e montagens e o projeto final. Estes investimentos foram estimados a fim de implantar uma microdestilaria de etanol, com uma capacidade de processamento de 20 mil litros de etanol por dia. Desta forma, o Quadro 6 ilustra os parâmetros técnicos relacionados à produção de etanol, os quais, por sua vez, foram utilizados na avaliação da viabilidade.

Quadro 6 - Parâmetros técnicos de produção expressos em quantidades anuais necessárias, operando 330 dias

Item	Descrição
<b>1) Etanol</b>	Capacidade produtiva diária: 20 mil litros. Capacidade anual: 6,6milhões por ano.
<b>2) Coprodutos</b>	
Restilo (cereais)	Capacidade produtiva anual: 92,4 milhões litros. 1l etanol-14 l restilo.
Óleo Fúsel	Capacidade produtiva anual: 13 mil litros. 1000l etanol-2l óleo fúsel.
Álcool de segunda	Capacidade produtiva diária: 50 litros. 1000l etanol – 30l álcool de segunda.
<b>3) Matéria-prima</b>	
<i>Sorgo granífero</i>	18.857 toneladas por ano. Rendimento médio etanol por sorgo: 350 l/t.
<b>4) Insumos produtivos (necessidade anual)</b>	
Enzima alfa-amilase	7,5 toneladas.
Enzima amiloglucosidase	15 toneladas.
Cal	22,5 toneladas.
Ácido Sulfúrico	11,3 toneladas.
Soda Cáustica (50%)	6,8 toneladas.
Ureia	13,5 toneladas.
Superfosfato	9,7 toneladas.
Sulfato de Magnésio	0,4 toneladas.
Adubo Foliar	0,2 toneladas.
Aditivo para Destilaria	0,2 toneladas.
Bactericida	0,9 toneladas.
<b>5) Insumos operacionais (necessidade anual)</b>	
Energia Elétrica	2.599 MW.
Água	339.426 m <sup>3</sup> .
Combustível para vapor (lenha)	11.550 m <sup>3</sup> .

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

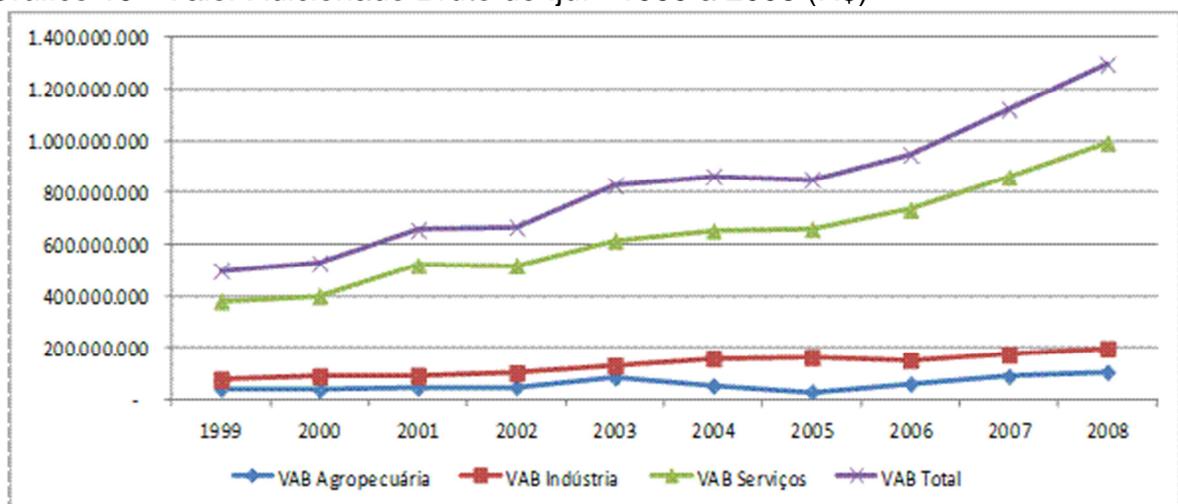
No que tange às despesas relacionadas com pessoal, foram estimados valores e número necessário de pessoas dividido em três grupos: 1) administração; 2) secagem e 3) operação. Para administrar a unidade produtiva, são necessárias sete pessoas ao todo, enquanto que, para executar a operação e secagem, são necessárias 14 e 12 pessoas, respectivamente. Os valores dos salários e encargos anuais, bem como a estimativa das verbas rescisórias (somando salários e encargos), ao fim do projeto, são apresentados no Apêndice F.

A partir dos parâmetros econômicos determinados, ou seja, dos diversos preços atualizados para dezembro de 2012, alinhado aos parâmetros técnicos definidos e já apresentados no Quadro 7, foi elaborado e analisado o fluxo de caixa, instrumento auxiliar na avaliação da viabilidade econômica.

## 5.2 ESTUDO DE CASO: IJUÍ

A segunda experiência está situada no município de Ijuí, o qual apresentava uma população estimada em, aproximadamente, 78,9 mil habitantes (2010). Para o mesmo ano, o PIB do município foi estimado em cerca de R\$ 1,4 milhão. O IDESE, em 2009, foi medido em 0,819, fazendo com que o município ocupasse a 9ª posição no *ranking* estadual (FEE, 2012). A economia de Ijuí é baseada no setor de serviços, o qual tem a maior participação no PIB municipal. O Gráfico 19 apresenta o VAB agropecuário, industrial, serviços e total de Ijuí para o período de 1999 a 2008.

Gráfico 19 - Valor Adicionado Bruto de Ijuí - 1999 a 2008 (R\$)



Fonte: FEE (2012).

Observa-se uma tendência de crescimento sinalizada pelo setor de serviços. Os setores agropecuário e industrial representam, aproximadamente, 20% a 26% da produção municipal, destacando-se, assim, o setor de serviços como grande responsável pela economia local. Diferentemente do município de Cândido Godói, onde o setor agropecuário tem grande participação na produção interna do município, o setor agropecuário não responde significativamente pela economia de Ijuí. Entretanto, isto não está posto como um limitante para que projetos ligados ao setor agrário sejam apoiados e desenvolvidos naquele município.

Desta forma, o poder público local, por meio da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural, da Prefeitura Municipal de Ijuí, vem incentivando a implantação de uma microdestilaria de etanol voltada a atender os agricultores familiares do município. Além do apoio da Prefeitura, os agricultores buscam se organizar através da Cooperativa dos Agricultores Familiares Agroecológicos e Coloniais da Região Noroeste (Natuagro), já constituída para atender outras demandas locais, mas que poderá colaborar no processo de estabelecimento formal dos associados para a produção e comercialização de etanol. Destaca-se que os agricultores associados já possuem familiaridade com a produção de cana-de-açúcar, atualmente voltada para a cachaça, o melaço e o melado (QUADROS<sup>18</sup>, 2012; DE BEM<sup>19</sup>, 2012).

Segundo Quadros (2012), em 2007, a proposta inicial consistia em implantar uma unidade produtiva com capacidade diária de 300 litros, atendendo basicamente um consumo interno. Em 2008, o MDA realizou uma série de estudos de viabilidade de produção de etanol em pequena escala, com a perspectiva de incentivar a constituição de uma série das mesmas. No momento de análise do estudo, a produção demonstrou-se viável. Este resultado motivou o poder público municipal a dar início à busca pela implementação de uma microdestilaria de etanol, bem como por meio de uma demanda de um projeto que contribuísse para o desenvolvimento rural sustentável do município. Soma-se a isso a articulação do chamado Território da Cidadania, que também apontava para uma demanda de microdestilarias de álcool.

---

<sup>18</sup>Entrevista concedida pelo secretário municipal de meio ambiente de Ijuí, Valmir Quadros, no dia 27 de julho de 2012, em Ijuí.

<sup>19</sup>Entrevista concedida pelo técnico agrícola da secretaria municipal de desenvolvimento rural de Ijuí, Tomaz Galvão de Bem, no dia 27 de julho de 2012, em Ijuí.

A capacidade produtiva foi revista, passando de 300\dia para 2.000\dia, dado que, na avaliação do poder público, a sua inserção não impactaria no processo de desenvolvimento rural. Assim, dá-se início ao projeto de Ijuí, entre os anos de 2008 e 2009. Para viabilizar a implantação da unidade produtiva, recursos financeiros foram captados, gerando uma série de projetos de captação de recursos fragmentados, os quais deveriam convergir para a produção de etanol. Entre os diversos projetos ligados diretamente à produção de etanol, destaca-se a implantação de uma destilaria com capacidade para 2.000 litros de etanol por dia. Outros projetos estão ligados à captação de recursos para a aquisição de colheitadeiras de cana-de-açúcar. O Quadro 7 apresenta resumidamente estes projetos de captação de recursos e os processos licitatórios já realizados para a aquisição dos mesmos.

Quadro 7 - Projetos de captação de recurso e licitações realizadas para viabilizar a implantação da usina de etanol

Projeto\Licitação	Objetivo	Fonte de recurso
Projeto de Captação de Recursos	Construção e implantação de galpões e área administrativa da micro usina de álcool.	MDA
Projeto de Captação de Recursos	Apoio ao desenvolvimento da agricultura familiar com aquisição de equipamentos para micro destilaria de álcool.	MDA
Projeto de Captação de Recursos	Aquisição de equipamentos destinados à colheita mecanizada da cana-de-açúcar em pequenas propriedades.	MDA
Processo Licitatório	Contratação de execução global para construção das instalações prediais da usina de álcool.	MDA e Prefeitura de Ijuí
Processo Licitatório	Aquisição de equipamentos para micro destilaria de álcool - 2010.	MDA e Prefeitura de Ijuí
Processo Licitatório	Aquisição de equipamentos para micro destilaria de álcool – 2011.	MDA e Prefeitura de Ijuí

Fonte: Elaboração própria a partir de Ijuí (2009a); Ijuí (2009b); Ijuí (2009c); Ijuí (2010); Ijuí (2011a); Ijuí (2011b).

Foram elaborados três projetos de captação de recurso, os quais devem ser complementados com recursos próprios da Prefeitura, pois o projeto inicial era destinado para a aquisição de equipamentos e infraestrutura para uma destilaria de 300\ld. O local de implantação da usina corresponde a uma área de três hectares, contemplando a instalação da unidade de etanol e uma área demonstrativa de produção agrícola de cana-de-açúcar, matéria-prima a ser utilizada para a produção de etanol.

### 5.2.1 A produção agrícola em Ijuí

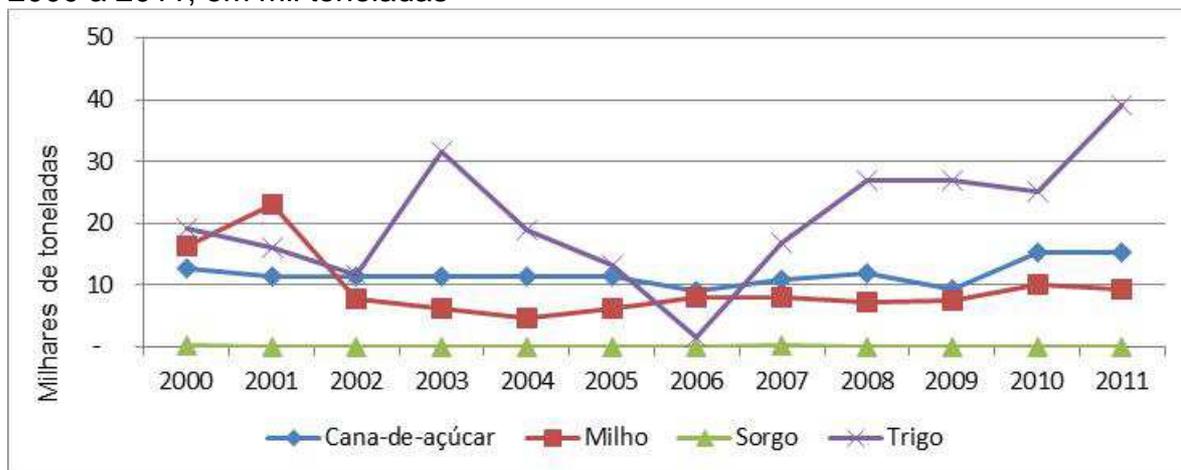
Segundo o Censo Agropecuário de 2006, realizado pelo IBGE, a área total dos estabelecimentos agropecuários do município somou 51,8 mil hectares. A área destinada a lavouras temporárias e permanentes, em 2006, respondeu por 75% do total, salientando que as lavouras temporárias utilizam 73% das áreas dos estabelecimentos agrícolas. Já a área para pastagens (naturais e plantadas em boas condições) representaram 9%, enquanto que as terras degradadas e inapropriadas para a agricultura e pecuária responderam por 0,3%.

Em termos de estabelecimentos, o município tinha, em 2006, 2.007 unidades produtoras, incluindo produtores individuais, consórcios e condomínios, sociedades anônimas, dentre outras, aproximadamente 12% a mais que Cândido Godói. Aproximadamente, 16% dos estabelecimentos agropecuários produziram cana-de-açúcar; 63%, milho, e a soja foi produzida em 73% dos mesmos. A criação de bovinos, suínos e aves está presente na maior parte dos estabelecimentos. Um único estabelecimento pode criar bovinos, suínos e aves, simultaneamente. Assim, em 2006, 73% dos estabelecimentos tinham criação de gado, 62% de suínos e 79% de aves (IBGE, 2012a).

A produção agrícola de Ijuí apresenta uma pequena diversidade. A partir de dados da Produção Agrícola Municipal, realizada pelo IBGE, o município produziu cerca de 15 variedades de cultivos, entre grãos, frutos, cereais, oleaginosas e outros. Estes cultivos compõem as lavouras temporárias, onde, em 2010, foram cultivadas cerca de 33 variedades, destacando soja (a mais cultivada no município), mandioca, trigo, cana-de-açúcar e milho. Em termos de produção, em 2010, a quantidade produzida de soja foi de 119,6 mil toneladas; de mandioca, 27,6 mil toneladas; de trigo, 25,2 mil toneladas; cana-de-açúcar, 15,4 mil toneladas e milho, 10,08 mil toneladas (IBGE, 2012a).

Ao considerar as culturas produtoras de etanol, em Ijuí volta-se a utilizar a cana e o sorgo sacarino. Sobre esse, não são encontrados dados oficiais de produção. O IBGE recolhe apenas informações da produção de sorgo granífero. Contudo, cabe destacar a evolução de alguns cultivares como matéria-prima de etanol, a fim de ilustrar uma comparação. O gráfico 20 apresenta a evolução da produção da cana-de-açúcar, milho e sorgo dada a possibilidade de obtenção de etanol a partir deles.

Gráfico 20-Evolução da produção de alguns produtos agrícolas de Ijuí, no período de 2000 a 2011, em mil toneladas



Fonte: IBGE (2012b).

Percebe-se que o cultivo de milho decresce a partir de 2002, frente à cana-de-açúcar, que, até 2005, tem uma produção estável. Ao longo do período selecionado, percebem-se anos de menor produtividade (2006 e 2009), voltando a crescer em 2010 e 2011 acima dos patamares anteriores. Este comportamento de aumento da produção de cana-de-açúcar reforça a escolha do município em produzir etanol a partir da mesma, conjuntamente com o sorgo sacarino.

A participação da produção de cana-de-açúcar de Ijuí, frente à produção estadual, é bastante tímida. O IBGE disponibilizou informações atualizadas, no mês de abril de 2012, referentes às safras de 2011 e de 2012, no Brasil e no Rio Grande do Sul, conforme ilustrado na Tabela 20.

Tabela 20 - Produção de cana-de-açúcar no Brasil e Rio Grande do Sul para as safras de 2011 e de 2012

Descrição	Área plantada (ha)		Área colhida(ha)		Produção(t)	
	Safra 2011	Safra 2012	Safra 2011	Safra 2012	Safra 2011	Safra 2012
Brasil	10.692.263	10.251.082	9.535.194	9.697.196	715.143.562	743.312.874
Rio Grande do Sul	33.697	32.563	32.694	30.841	1.381.567	1.131.770

Fonte: IBGE (2012b).

Enquanto que a previsão de safra para os anos 2011 e 2012, no estado, é de mais de um milhão de toneladas, Ijuí produziu pouco mais que 15 mil toneladas, em 2011. Mesmo com uma produção municipal de cana, frente ao estado, o município tem possibilidade de expandi-la, com a instalação da destilaria de etanol. No capítulo de avaliação da viabilidade econômica, procura-se demonstrar a necessidade do aumento da cana para atender o projeto, demonstrando, assim, que o município tem

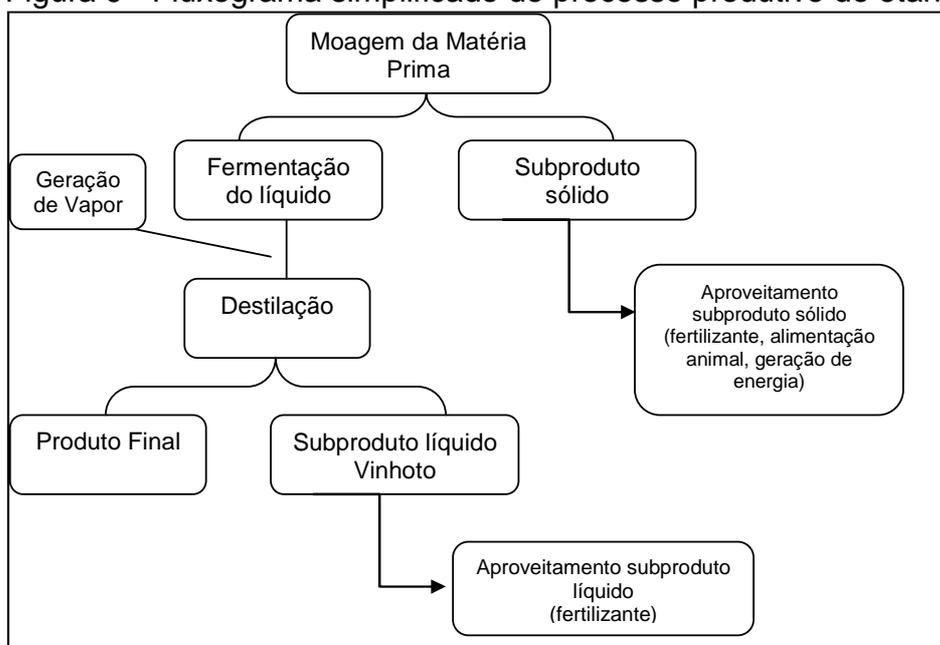
potencial para contribuir com a produção de cana no estado, mesmo que este aumento não seja expressivo. Portanto, passa-se a descrever e apresentar a estrutura e os parâmetros técnicos da instalação da destilaria de etanol em Ijuí.

### 5.2.2 A produção de etanol

Dada a escolha da cana-de-açúcar como matéria-prima majoritária para a obtenção de etanol, passa-se a ilustrar o processo produtivo, bem como a estrutura de custos e investimentos necessários para sua produção, aliada aos parâmetros utilizados como referência para a elaboração do fluxo de caixa utilizado para a avaliação da viabilidade econômica de etanol, a partir de cana-de-açúcar. Além da cana-de-açúcar, o sorgo sacarino é utilizado para o período da entressafra da cana-de-açúcar.

A elaboração do fluxo de produção de etanol, representado na Figura 9, é baseada em referências, nos estudos de viabilidade e nas entrevistas realizadas durante as visitas técnicas. Neste sentido, as principais etapas na produção de etanol de cereais são: 1) recepção da matéria-prima; 2) moagem; 3) fermentação; 4) destilação; 5) produtos finais e resíduos, os quais estão expostos na Figura 9.

Figura 9 - Fluxograma simplificado do processo produtivo do etanol



Fonte: Adaptado de Weschnfelder e Jahn (2010) e Rosado Júnior, Coelho, Feil ([2008]?).

Além do etanol, outros coprodutos são obtidos, podendo ser comercializados, gerando outras receitas, a saber: bagaço da cana e o vinhoto. O bagaço consiste no

resíduo gerado no processo de moagem, enquanto que o vinhoto é obtido após a destilação do álcool. O bagaço da cana pode ser utilizado tanto como complementação de alimentação de animais, quanto para matéria-prima na geração de energia, seja essa elétrica ou vapor e nova produção de etanol. No caso do vapor, o mesmo pode substituir, por exemplo, a lenha, como combustível para geração de vapor na caldeira junto à usina de produção de etanol. Quanto à produção de etanol, ela se dá como fonte de material celulósico, produzindo, assim, o etanol de segunda geração. No caso do vinho, este pode ser utilizado como biofertilizante na própria produção agrícola da cana-de-açúcar (BNDES; CGEE, 2008).

Desta forma, ilustram-se os parâmetros técnicos necessários para complementar a avaliação econômica. Primeiramente, são apresentados os valores necessários para o investimento em capital fixo de infraestrutura e equipamentos através do Quadro 8. Salienta-se que os valores são apresentados de forma global, a fim de preservar as informações contidas nos estudos já realizados, respeitando os recursos já investidos pelos proponentes do projeto.

Quadro 8 - Valores dos investimentos a serem realizados para implantação de unidade de produção de etanol

Item	Valor
Obras civis	170.797,26
Máquinas e equipamentos	636.281,59
Total de investimento	807.078,85

Fonte: Elaboração própria a partir de Ijuí (2009a); Ijuí (2009b); Ijuí (2009c); Ijuí (2010); Ijuí (2011a); Ijuí (2011b).

Os investimentos em máquinas e equipamentos respondem pela maior parte a ser realizada, representando por 79% do investimento total. Os outros 21% ficam por conta das obras civis. Estes investimentos foram estimados a fim de implantar uma usina de etanol com uma capacidade de processamento de 2 mil litros de etanol por dia. Desta forma, o Quadro 10 ilustra os parâmetros técnicos relacionados à produção de etanol, os quais, por sua vez, foram utilizados na avaliação da viabilidade.

Quadro 9 - Parâmetros técnicos de produção expressos em quantidades anuais necessárias, operando 264 dias

Item	Descrição
<b>1) Etanol</b>	Capacidade produtiva diária: 2000 litros. 528 mil litros por ano.
<b>2) Coprodutos</b>	
Vinhoto	4,224 milhões de litros. 1l etanol – 12l vinhoto.
Bagaço da cana-de-açúcar	1,100 milhões toneladas. 1t cana-de-açúcar – 250 kg bagaço.
Bagaço do sorgo sacarino	733,250 mil toneladas. 1t sorgo – 250 kg bagaço.
<b>3) Matéria-prima</b>	
Cana-de-açúcar	4.400 toneladas.
Sorgo Sacarino	Rendimento etanol por cana-de-açúcar: 80 l/t. 2.933 toneladas. Rendimento etanol por sorgo sacarino: 60 l/t.
<b>4) Insumos produtivos</b>	
Levedura <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	202,5 quilos.
Antibiótico	72,9 quilos.
Nutriente	202,5 quilos.
<b>5) Insumos operacionais</b>	
Energia Elétrica	562,12MW.
Água	3.720 m³.
Combustível para vapor (lenha)	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Nota: (\*) Este valor refere-se ao vinhoto produzido a partir da cana-de-açúcar. No fluxo de caixa, a quantidade de vinhoto é calculada sobre o total de etanol produzido a partir da cana-de-açúcar somente.

A partir dos parâmetros econômicos determinados, ou seja, dos preços atualizados para dezembro de 2012, alinhados aos parâmetros técnicos definidos no Quadro 10, é elaborado e analisado o fluxo de caixa, instrumento auxiliar na avaliação da viabilidade econômica. Neste sentido, apresentados os parâmetros econômicos, no capítulo referente à metodologia, e os parâmetros técnicos de ambos os casos pesquisados, neste capítulo, passa-se a realizar a avaliação da viabilidade econômica da produção de etanol, utilizando o instrumental já determinado, demonstrando os resultados obtidos, bem como a discussão a cerca dos mesmos.

### 5.3 SÍNTESE DO CAPÍTULO

A fim de sintetizar o presente capítulo, apresenta-se um resumo dos dois casos estudados, com suas principais características, passíveis de comparação conforme observado no Quadro 10.

Quadro 10 - Indicadores econômicos obtidos na avaliação da viabilidade econômica para os casos estudados

Item	Cândido Godói	Ijuí
Matéria-prima	Sorgo granífero	Cana-de-açúcar Sorgo sacarino
Necessidade anual de matéria-prima em toneladas	Sorgo: 18.857	Cana: 4.400 Sorgo: 2.933
Rota tecnológica	Amilácea Hidrólise enzimática	Açucarada Extração por pressão
Capacidade de processamento (l/d)	20.000	2.000
Principais coprodutos	Ração líquida Óleo fúsel Álcool de segunda	Vinhoto Bagaço
Nível de investimento (R\$)	8.576.915,42	807.078,85
Modelo organizacional	Sociedade de pessoas jurídicas fundada pela Cooperger e Alsol para a produção e comercialização do etanol e coprodutos.	Parceria entre a Prefeitura Municipal de Ijuí e a Cooperativa Natuagro. A prefeitura arca com a implantação da destilaria e Natuagro faz a gerência, garante o abastecimento de matéria-prima e comercializa o etanol.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A semelhança entre os projetos está no produto final, o etanol, e, na localização dos municípios, a região noroeste do estado gaúcho, pois as dimensões produtivas, os níveis de investimento, a matéria-prima utilizada, o sistema organizacional apresentam diferenças. A capacidade produtiva de Cândido Godói é 10 vezes maior que a de Ijuí. O nível de investimento necessário acompanha esta diferença, sendo 10,7 vezes maior o recurso a ser investido em Cândido Godói em relação a Ijuí. Em termos do desenho organizacional, o poder público está presente em ambos. Contudo os níveis de intervenção e atuação são maiores em Ijuí, por conta do arranjo relacionado à captação de recursos que fica sob a responsabilidade da estrutura da Prefeitura Municipal de Ijuí, via Secretaria de Desenvolvimento Rural.

Ela está apta a acessar recursos não reembolsáveis voltados a projetos de microdestilarias de etanol, enquanto que cooperativas de produtores rurais não estão aptos. Espera-se que a gestão do projeto esteja a cargo da Natuagro. Em Cândido Godói, conforme já destacado, a prefeitura está limitada a ceder o terreno onde será implantada a destilaria de pequeno porte, bem como em apoiar, institucionalmente, o projeto. Após a descrição e caracterização dos projetos estudados, o próximo capítulo trata da avaliação da viabilidade econômica da produção de etanol em pequena escala para os mesmos, encerrando-se, assim, a etapa 1, proposta no processo metodológico, a partir da qual obtém-se os resultados da viabilidade econômica da produção de etanol em microdestilarias.

## 6 VIABILIDADE ECONÔMICA: RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo visa a apresentar e a discutir os dados obtidos através da elaboração do fluxo de caixa, para a avaliação da viabilidade econômica da produção de etanol em pequena escala, para os casos selecionados, apresentados anteriormente, atendendo ao quarto objetivo proposto neste estudo.

Desta forma, é realizado o cruzamento entre os parâmetros econômicos e técnicos, com a finalidade de elaborar o fluxo de caixa, pois é a partir deste instrumento que é realizada a avaliação da viabilidade econômica. Cabe salientar que o fluxo de caixa deve conter as entradas e saídas incrementais que geram os resultados esperados por meio do investimento realizado. Samanez (2009) destaca que se devem conter no fluxo de caixa apenas os fluxos relevantes do projeto e que fluxos relacionados ao financiamento não devem compor o fluxo de caixa. Além disso, deve-se atentar para o horizonte projetado, para o valor residual e para o custo de oportunidade. No que tange ao horizonte do projeto, este foi determinado por um período de 19 anos, considerando as projeções realizadas até 2030. Os parâmetros para o valor residual e o custo de oportunidade foram apontados no capítulo de metodologia.

Outras questões relacionadas à avaliação da viabilidade econômica são destacadas por Bordeaux-Rêgo et al. (2006), tais como: os componentes do fluxo de caixa e o tratamento inflacionário. O fluxo de caixa deve ser composto basicamente do investimento inicial, fluxos de caixa operacionais e fluxo de caixa residual. Quanto ao tratamento inflacionário, devem-se levar em conta em que termos os preços e valores são apresentados (constantes ou correntes). Neste estudo, a fim de tentar minimizar os erros de projeção, optou-se por trazer todos os valores até dezembro de 2012. Esta decisão busca equiparar os diferentes preços estimados em períodos distintos, bem como de mantê-los constantes no período projetado dada a complexidade, tomando como relativos todos os preços. Ou seja, a inflação esperada para a projeção comporta-se de maneira homogênea para todos os preços. Além disso, os projetos foram dimensionados, considerando a capacidade produtiva total, ou seja, caso fosse estipulado um aumento da produção, este deveria se dar com aumento da capacidade produtiva, exigindo a realização de novos investimentos em capital fixo. Para a elaboração do fluxo de caixa, optou-se

pelo apresentado por Bordeaux-Rêgo et al. (2006), o qual é composto conforme o Quadro 11.

Quadro 11 - Estrutura do fluxo de caixa

Receitas
Impostos sobre a receita
Receita Líquida ( <b>Receita Bruta-Imposto sobre receitas</b> )
Saídas
Resultado operacional ( <b>Receita Líquida - Saídas</b> )
Depreciação
Resultado antes dos juros e IR ( <b>Resultado operacional-Depreciação</b> )
Despesas financeiras (custo de capital)
Resultado antes do IR ( <b>Resultado antes dos juros e IR - Despesas Financeiras</b> )
Imposto de Renda (25%)
Resultado Líquido ( <b>Resultado antes do IR - Imposto de Renda</b> )
Depreciação
Fluxo de caixa ( <b>Resultado antes do IR + Depreciação</b> )
Investimentos (no período inicial 0)
Imposto de Renda (25%) sobre venda dos ativos
Fluxo de caixa ao capital próprio ( <b>Fluxo de caixa – Investimentos-Imposto de Renda sobre venda dos ativos</b> )

Fonte: Adaptado de Bordeaux-Rêgo et al. (2006).

Esta estrutura é utilizada como base para a construção do fluxo de caixa de cada um dos estudos de caso pesquisados, adaptados à necessidade e às estruturas produtivas específicas. Neste sentido, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir de todo encadeamento realizado entre as informações técnicas, necessárias para dimensionar os custos, investimentos e receitas, e as informações econômicas.

## 6.1 VIABILIDADE ECONÔMICA: CASO DE CÂNDIDO GODÓI

Para a avaliação da viabilidade econômica do projeto de Cândido Godói, cabe destacar os dimensionamentos da sua estrutura de custos e receitas esperadas. A unidade opera 330 dias por ano, produzindo anualmente 6,6 milhões litros de etanol, com uma produção diária de 20.000l. Para melhor análise da viabilidade, apresentam-se, em blocos, os resultados das receitas e dos custos obtidos. O fluxo de caixa detalhado encontra-se no Apêndice I. Neste sentido, a Tabela 21 ilustra informações das receitas.

Tabela 21 - Fontes das receitas brutas

Descrição	Preço Unitário	Unidade de Medida	Quantidade anual
1) Etanol	1,105	R\$/litro	6,6 milhões litros
2) Coprodutos			
<i>Restilo (cereais)</i>	0,043	R\$/litro	92,4 milhões de litros
<i>Óleo fúsel</i>	1,00	R\$/litro	13 mil litros

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme já destacado, as receitas permaneceram constantes. O preço do litro do etanol foi estabelecido em R\$1,105. Desta forma, a receita bruta para o período do ano 1 ao ano 19 foi estimada em R\$11,398 milhões, resultado da venda do etanol e de seus coprodutos. A receita do etanol corresponde a 64% do total da receita bruta, resultando em um montante de R\$7,293 milhões. A participação dos coprodutos na receita é bastante significativa, 36% do total, destacando o valor pela comercialização da ração líquida que é responsável por 35% do total da receita bruta.

Após a apuração das receitas, passou-se à análise dos tributos relacionados com a atividade de produção do etanol. Cabe enfatizar que as alíquotas incidentes sobre a receita bruta já foram ilustradas no capítulo de metodologia. Os tributos a serem deduzidos da receita bruta somaram R\$3.195.702,50, sendo que o ICMS sobre o etanol e coprodutos representou 79%. A incidência da carga tributária reduziu a receita a R\$ 8.202.297,50, uma queda de 28%.

Em relação aos custos, eles foram separados em três grupos: 1) mão-de-obra; 2) matéria-prima e insumos produtivos e 3) insumos operacionais, os quais somaram R\$ 9.879.115,60. A matéria-prima é o custo de maior peso, respondendo por 73% de todos os custos. Os outros 27% ficam por conta de despesas com salários e encargos (referente ao pessoal contratado) e dos insumos para produção (enzimas, nutrientes e demais), que representam 5% de cada grupo e dos insumos operacionais (água, luz, lenha), responsáveis por 17% dos custos totais de produção.

A partir do exposto, é possível verificar um efeito negativo, ou seja, dada a estrutura de custos proposta e as receitas projetadas, o resultado operacional apresenta um prejuízo de R\$ 1.676.818,10. Soma-se a este prejuízo, o custo de oportunidade na ordem de R\$ 477.734,19, gerando um fluxo de caixa final negativo em R\$ 2.154.552,29. A Tabela 22 apresenta o fluxo de caixa resumido.

Tabela 22 - Fluxo de caixa vertical para Cândido Godói

Ano	Investimento	Receitas	Custos	FC
0	(8.576.915,24)			(8.576.915,24)
1		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
2		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
3		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
4		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
5		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
6		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
7		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
8		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
9		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
10		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
11		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
12		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
13		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
14		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
15		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
16		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
17		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
18		8.202.297,50	10.356.849,79	(2.154.552,29)
19	1.715.383,05	8.202.297,50	11.030.478,74	(1.112.798,19)

Fonte: Dados da pesquisa.

Com um fluxo de caixa negativo, não haveria a necessidade de se calcular o VPL, pois o resultado apontaria para um projeto com prejuízo em todos os anos estimados, não havendo possibilidade de retornar o investimento realizado e nem a geração futura de retornos. Contudo, optou-se por estimar o VPL, mesmo que negativo, a fim de verificar o impacto no presente dos fluxos de caixa. Assim, o VPL encontrado foi da ordem de R\$ 33.075.109,21, negativos, o qual foi descontado a uma taxa de 5,57%, equivalente à remuneração média no ano de 2012. Ao considerar os critérios para aceitação ou não de um projeto, no que se refere ao VPL, o resultado obtido indica para a não aceitação do projeto.

Salienta-se que a projeção da venda dos coprodutos colaborou para minimizar este resultado negativo, dada a sua participação em 36% sobre a receita bruta. Ao avaliar a incidência da carga tributária sobre a atividade de venda do etanol, o ICMS tem um peso importante, dada sua alíquota de 25% sobre a receita bruta. O ICMS para etanol no Rio Grande do Sul é um dos mais altos do país. Em São Paulo, esta alíquota é de 12%, o que inclusive reflete diretamente no preço

pago pelo consumidor, que foi em média 34% menor, em 2012, em relação ao estado gaúcho.

Além do peso do ICMS, sobre a receita bruta, os custos com aquisição de matéria-prima geram um impacto sobre os resultados do projeto. Ao relacionar o dispêndio necessário para adquirir a matéria-prima observa-se uma relação de 63%, ou seja, a necessidade de sorgo granífero representa mais da metade da receita bruta gerada. A fim de verificar outros resultados possíveis, no próximo capítulo são discutidos outros efeitos sobre o VPL, a partir de estimativas de preços.

No caso do projeto de Cândido Godói, destaca-se que os agricultores envolvidos devem obter receitas oriundas tanto da venda da matéria-prima, quanto da participação nas receitas obtidas com a venda do etanol e coprodutos. Além da redução de custos com a alimentação de bovinos e suínos, proveniente da introdução da ração líquida na alimentação diária, podendo ainda resultar em ganhos com possíveis aumentos no peso dos animais que a receberem. Assim, mesmo que a implantação de uma unidade de produção de etanol, isoladamente, não apresente viabilidade, salientam-se ganhos em termos da inserção desta atividade na cadeia produtiva. Ou seja, a produção e a comercialização de etanol podem trazer outros impactos positivos para os agricultores envolvidos no projeto.

## 6.2 VIABILIDADE ECONÔMICA: CASO DE IJUÍ

Para a avaliação da viabilidade econômica do projeto de Ijuí, cabe destacar os dimensionamentos da sua estrutura de custos e receitas esperadas. A unidade opera 12 meses por ano, 22 dias por mês, produzindo, anualmente, 528 mil litros de etanol, com uma produção diária de 2.000l. Para atender esta capacidade, assumiu-se que durante oito meses a usina fosse abastecida com cana-de-açúcar e nos demais meses com sorgo sacarino. Além disso, foram traçados dois fluxos de caixa. O que os difere é a incidência de tributos, considerando o modelo societário. Assim, assumiram-se duas possibilidades: 1) carga tributária para uma empresa jurídica com fins lucrativos; e 2) carga tributária aplicada ao modelo de uma cooperativa. Para melhor análise da viabilidade, apresentam-se, em blocos, os resultados das receitas e dos custos obtidos. O fluxo de caixa detalhado encontra-se em anexo no Apêndice J. Neste sentido, a Tabela 23 ilustra informações das receitas.

Tabela 23 - Fontes das receitas brutas

Descrição	Preço Unitário	Unidade de Medida	Quantidade anual
1) Etanol	1,105	R\$/litro	528 mil litros
2) Coprodutos			
Vinhoto (cana-de-açúcar)	0,005	R\$/litro	4,224 milhões de litros
Bagaço (cana-de-açúcar)	0,034	R\$/kg	1,100 milhões toneladas
Bagaço (sorgo)	0,034	R\$/kg	733,250 mil toneladas

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme já destacado, as receitas permaneceram constantes. O preço do litro do etanol foi estabelecido em R\$ 1,105. Primeiramente, são apresentados os resultados para uma empresa com fins lucrativos. Desta forma, a receita bruta, para o período do ano 1 ao ano 19, foi estimada em R\$ 666.890,50, resultado da venda do etanol e de seus coprodutos. A receita do etanol corresponde a 87% do total da receita bruta. Neste caso, a contribuição dos coprodutos se reduz a 13% do total da receita bruta, destacando a venda do bagaço da cana-de-açúcar, com 5%. Após a apuração das receitas, passou-se à análise dos impostos relacionados com a atividade de produção do etanol. As alíquotas já foram ilustradas no capítulo de metodologia. Os impostos a serem deduzidos da receita bruta somaram R\$214.014,79, sendo que o ICMS sobre o etanol e os coprodutos representou 75%. A incidência da carga tributária reduziu a receita a R\$ 452.875,72, uma queda de 28%.

Em relação aos custos, eles foram separados em três grupos: 1) mão-de-obra; 2) matéria-prima e insumos produtivos; e 3) insumos operacionais, os quais somaram R\$ 599.342,74. A matéria-prima é o custo de maior peso, respondendo por 63% de todos os custos. Os outros 37% ficam por conta de despesas com salários e encargos, referentes ao pessoal contratado e a insumos operacionais (água, luz, lenha). A partir desses resultados, é possível verificar um resultado negativo na estimativa do fluxo de caixa. A Tabela 24 apresenta o fluxo de caixa resumido.

Tabela 24 - Fluxo de caixa vertical para Ijuí – empresa com fins lucrativos

Ano	Investimento	Receitas	Custos	FC
0	(807.078,85)			(807.078,85)
1		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
2		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
3		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
4		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
5		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
6		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
7		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
8		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
9		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
10		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
11		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
12		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
13		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
14		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
15		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
16		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
17		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
18		452.875,72	644.297,03	(191.421,32)
19	161.415,77	452.875,72	737.711,54	(123.420,05)

Fonte: Dados da pesquisa.

O resultado operacional apresenta um prejuízo de R\$146.467,03. Soma-se a este prejuízo o custo de oportunidade na ordem de R\$ 44.954,29, gerando um fluxo de caixa final de R\$191.421,32. O fluxo de caixa acima apresentou um VPL na ordem de R\$ 2.992.389,07, o qual foi descontado a uma taxa de 5,57%, equivalente à remuneração média no ano de 2012. Assim, ao trazer os valores do fluxo de caixa para o presente, o investimento a ser realizado não se justifica, pois o resultado negativo do VPL equivale a quase quatro vezes o valor inicial do investimento. Ao considerar os critérios para aceitação ou não de um projeto, no que se refere ao VPL, o resultado obtido indica para a não aceitação do presente projeto. Assim, dadas as estruturas de custos, o dimensionamento proposto e o preço do litro do etanol estimado, o presente projeto não apresenta viabilidade.

Ao considerar a segunda possibilidade, qual seja o modelo de cooperativa, onde a carga tributária se apresenta reduzida, os resultados obtidos também indicam a não aceitação do projeto. Neste caso, o VPL apresentou um valor negativo de R\$2.435.857,67. A Tabela 25 ilustra o fluxo de caixa simplificado.

Tabela 25 - Fluxo de caixa vertical para Ijuí – modelo cooperativa

Ano	Investimento	Receitas	Custos	FC
0	(807.078,85)			(807.078,85)
1		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
2		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
3		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
4		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
5		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
6		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
7		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
8		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
9		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
10		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
11		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
12		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
13		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
14		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
15		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
16		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
17		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
18		501.089,17	644.297,03	(143.207,86)
19	161.415,77	501.089,17	737.711,54	(75.206,60)

Fonte: Dados da pesquisa.

Percebe-se que, mesmo com a redução da carga tributária, o resultado obtido demonstra a inviabilidade do projeto. Neste caso, as estruturas de custos, a receita bruta estimada, a depreciação e o custo de oportunidade foram mantidos constantes, reduzindo-se apenas a carga tributária. Mesmo com um aumento de 11% na receita líquida, não foi possível obter um resultado positivo que demonstrasse a viabilidade do projeto. Contudo, cabe salientar que o preço de venda do etanol foi mantido o mesmo e que, em casos de cooperativas produtoras de etanol, é possível realizar a comercialização direta aos associados. Neste sentido, poder-se-ia optar em ofertar o etanol a um preço que viabilizasse o projeto e que seria competitivo em relação aos preços ofertados nos postos de combustíveis. Neste caso, o próximo capítulo trata de verificar outros resultados possíveis para os projetos estudados, a fim de examinar prováveis resultados que demonstrem a viabilidade da produção de etanol em pequena escala.

### 6.3 SÍNTESE DO CAPÍTULO

A fim de confrontar os dois casos estudados, apresentam-se os principais resultados obtidos passíveis de comparação, conforme observado na Tabela 26.

Tabela 26 - Indicadores econômicos obtidos na avaliação da viabilidade econômica para os casos estudados

Item	Cândido Godói	Ijuí (empresa com fins lucrativos)	Ijuí (modelo de cooperativa)
Capacidade litros/ano	6,6 milhões	528 mil	528 mil
Investimento (R\$)	8,576 milhões	807 mil	807 mil
Receita (R\$)	11,398 milhões	666,89 mil	501,09 mil
Tributos (R\$)	3,195 milhões	214,01 mil	165,80 mil
Custos operacionais (R\$)	9,879 milhões	599,34 mil	599,34 mil
Fluxo de Caixa (R\$)	-2,154 milhões	-191,42 mil	-143,21 mil
VPL (R\$)	-33,075 milhões	-2.992 mil	-2.436 mil
TIR	-	-	-

Fonte: Resultados da pesquisa.

Ao se buscar responder a pergunta orientadora desta pesquisa, a produção de etanol para os dois casos mostra-se inviável. Mesmo ao tentar considerar um modelo de cooperativa com menor incidência de tributos, também esta não se mostra viável. Contudo, é importante destacar que a produção de etanol em pequena escala não deve ser realizada sem a integração com a propriedade rural. Ainda que as receitas auferidas dos coprodutos não tenham sido suficientes para alavancar os resultados, os impactos sobre os custos de produção agrícola de propriedades rurais integradas à produção de etanol podem ser positivos, tomando por base resultados das pesquisas de Souza (2011) e de Magalhães (2007). Ou seja, ao adquirir os coprodutos do etanol, para serem utilizados nas propriedades, os agricultores estão minimizando seus custos, ao deixarem de demandar produtos químicos, fertilizantes, defensivos agrícolas, que podem, na medida do possível, serem substituídos por aqueles, bem como minimizando os impactos ambientais em suas propriedades, como o desgaste do solo e a poluição.

Os resultados negativos, no nível de preço determinado, não devem servir como desmotivadores para a implantação de microdestilarias no Rio Grande do Sul. Tais resultados podem colaborar para análise de implantação de políticas públicas que colaborem para o fortalecimento do etanol. Como exemplo, a alíquota do ICMS no estado, conforme já mencionada, é uma das mais altas do país. Uma possível

redução poderia cooperar para incentivar a implantação de microdestilarias, aumentando a produção de etanol.

Outro destaque cabe para casos em que cooperativas produtoras de etanol e cadastradas junto à ANP podem fornecer o etanol produzido para veículos cadastrados no grupo fechado da cooperativa, conforme o art. 10 da Resolução ANP nº12, de 21 de março de 2007, que diz:

Art. 10. No caso de o detentor das instalações estar identificado em forma de grupo fechado de pessoas físicas ou jurídicas, previamente associadas em forma de cooperativa, consórcio ou condomínio, à exceção de condomínio edilício, poderão ser abastecidos na Instalação do Ponto de Abastecimento os equipamentos móveis, veículos automotores terrestres, aeronaves, embarcações ou locomotivas que estejam registrados em nome das pessoas físicas ou jurídicas que o integram e em nome do próprio grupo fechado (ANP, 2012).

Neste sentido, a cooperativa poderia praticar preços maiores que os pagos pelas distribuidoras, contudo, menores que os pagos nas bombas nos postos de combustíveis. Outro impacto que pode ser observado, com a implantação da microdestilaria em Cândido Godói e Ijuí, está relacionado com a produção agrícola. Para o caso de Cândido Godói, que teve uma produção de sorgo granífero de 21 toneladas, em 2011, verifica-se a necessidade de destinar áreas agricultáveis, a fim de fornecer as quase 19 mil toneladas anuais para atender a capacidade de 6,6 milhões de etanol, que podem ser produzidos, anualmente. Para Ijuí, o impacto sobre a produção agrícola pode não ser significativo, pois para atender a demanda da microdestilaria seriam necessárias 4,4 toneladas de cana. Em 2011, a produção municipal foi de 15,4 mil. Contudo, a atual produção pode estar direcionada para a produção de outros produtos, como cachaça e melado, sendo necessário um incremento para atender a demanda por etanol. Além disso, há a produção de sorgo sacarino, no período de entressafra, o qual, segundo dados oficiais, não é produzido em Ijuí. Para finalizar esta análise, apresenta-se a Tabela 27, na qual estão contidos os principais resultados econômicos dos estudos utilizados como referência.

Tabela 27 - Resumo dos principais indicadores econômicos de alguns estudos pesquisados

Indicador	Capacidade Produtiva	VPL (R\$)	TIR (%)	TMA (% a.a)	Tempo de Retorno (anos)	Investimento (R\$)	Receita (R\$)	Custos Totais (R\$)	Preço venda etanol (R\$)
Weschenfelder e Jahn (2010)	1.000 l/d	NC	NC	NI	NI	532.400	665.700	494.692	1,04
Tavares (2009) Dezesseis de Novembro Venda ao consumidor	1.200 l/d	249.136	65	5,50	1-2	315.000	302.361	39.522	1,2
Tavares (2009) Rolador – Venda ao consumidor	500 l/d	102.798	61	5,50	1-2	136.000	125.952	17.500	1,2
Souza (2011) Operando 8h/dia	192l/d	118.088	20	6,92	3,32	166.805	65.312	33.149	1,7
Souza (2011) Operando 16h/dia	192/d	431.290	50	6,92	1,93	166.805	NI	NI	1,7
Oliveira (2011)	500l/d	742.686	36	10	2,7	352.602	171.000	83.512	1,8
Magalhães 2007 Custo-benefício privados	4.000 l/d	(378.268)	-7	NI	9,04	1.200.000	1.526.850	1.394.192	0,94
Magalhães 2007 Custo/benefício social	4.000 l/d	783.770	11	NI	NI	1.200.000	1.714.445	1.394.192	0,94

Fonte: Elaborado a partir dos autores mencionados na Tabela.

Nota: NI: não informado; NC: não calculado.

Os projetos apresentam características distintas, tanto no que se refere à capacidade produtiva, quanto aos preços de venda do etanol e aos investimentos. Contudo, majoritariamente, apresentam viabilidade econômica. As capacidades produtivas vão de 192l/d a 4.000l/d. O projeto de Ijuí se assemelha na capacidade produtiva dos projetos de Tavares (2009) e de Magalhães (2007). Contudo, a Tupã 1, Cândido Godói, tem capacidade produtiva cinco vezes maior que a de Magalhães (2007), a maior em capacidade elencada na Tabela. De forma geral, o projeto da destilaria de Ijuí assemelha-se ao estudado por Magalhães (2007), o qual, do ponto de vista do custo-benefício privado, também não apresenta viabilidade econômica.

Em relação aos tributos relacionados às atividades, o presente estudo buscou incorporar os tributos necessários para a produção de etanol, o qual gerou uma

queda na receita bruta. Ao comparar com os demais estudos, Oliveira (2011) incorporou a incidência de PIS em 1% sobre os salários, dado o modelo de cooperativa. Neste sentido, a não observação acerca da carga tributária, ou modelo em cooperativa e associação geraram fluxos de caixa e VPL positivos, indicando, assim, a viabilidade dos projetos.

Os níveis de preço de venda do etanol variam de R\$0,94 a R\$1,8. O presente estudo optou por definir o preço do etanol em R\$1,105. Os projetos com preços acima de R\$1,20, salvo Weschenfelder e Jahn (2010) e Magalhães (2007), com custo-benefício social, apresentaram VPL positivo. Assim, o preço do etanol pode ser considerado uma das variáveis determinantes na viabilidade de microdestilarias de etanol. Neste sentido, o último capítulo trata de analisar outros resultados possíveis, a partir de modificações nos preços de etanol, permanecendo as demais variáveis constantes.

## **7 ANÁLISE DE CENÁRIOS ECONÔMICOS PARA PRODUÇÃO DE ETANOL EM PEQUENA ESCALA: VIABILIDADE DOS ESTUDOS DE CASO**

Para a análise de cenários econômicos foram utilizados dois critérios para definição de possíveis limites dos preços futuros do etanol. O primeiro critério considera a taxa de crescimento do preço do petróleo cru, com base nas projeções realizadas pelo EIA (2011), a qual é aplicada ao preço do litro do etanol para 31 de dezembro de 2010 (R\$1,1082) segundo o CEPEA (2012), pagos ao produtor, pois os preços do galão de petróleo foram estimados com base no ano de 2010. O EIA, conforme já destacado no capítulo 2, estipulou cinco cenários, considerando os níveis de preços do petróleo. Para a elaboração deste capítulo, optou-se por trabalhar com os seguintes: 1) Caso de referência; 2) Preços altos do petróleo e 3) Preços baixos do Petróleo. A escolha de tais cenários é realizada a fim de dialogar com os outros três cenários de preços para o segundo critério.

Para o cenário de casos de referência, os preços mundiais do petróleo estão projetados em US\$ 95,00 por barril, em 2015, aumentando lentamente para US\$ 125,00 por barril, em 2035. Este cenário é considerado o melhor em relação aos custos de exploração e desenvolvimento e de acesso aos recursos do petróleo fora dos EUA. Neste cenário, os países membros da OPEP irão manter a atual participação no mercado internacional do petróleo, buscando realizar investimentos futuros para o aumento da capacidade produtiva de petróleo, a fim de responderem por 42% da produção mundial de combustíveis líquidos. Para isso, a produção deverá aumentar em 11,3 milhões de barris por dia, no período de 2008 a 2035.

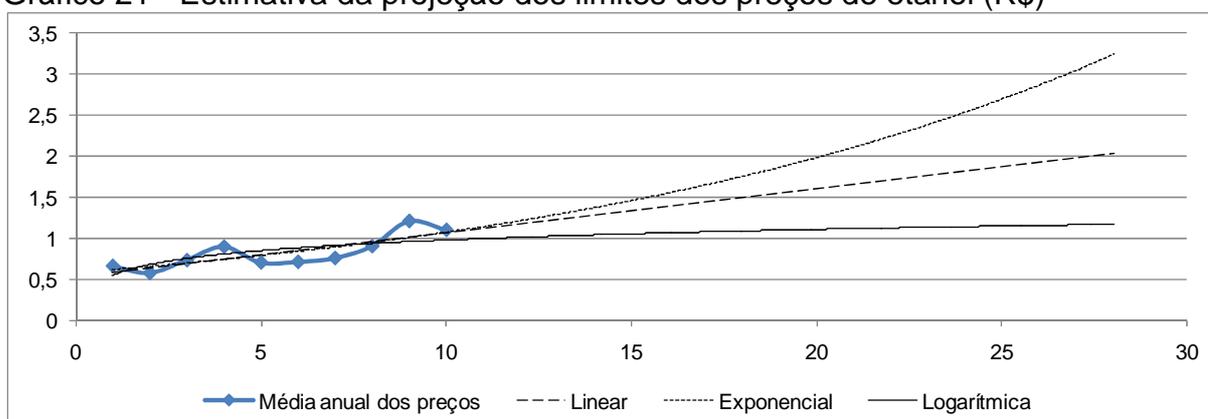
Para o cenário de casos com alta dos preços do petróleo, os preços mundiais estão projetados em US\$ 200,00 por barril, em 2035. A elevação dos preços neste cenário se dá por: 1) um aumento na demanda externa de combustíveis líquidos para países não membros da OCDE, devido a um crescimento econômico, com taxas maiores em 1,0 ponto percentual, maior que em relação ao caso de referência e 2) uma redução da oferta, gerada por suposições de que diversos produtores não membros da OPEP irão restringir ainda mais o acesso, ou aumentar os impostos sobre áreas potenciais de produção e que os países membros reduzirão a produção, substancialmente, abaixo dos níveis atuais. Com o preço do petróleo em

alta, há um incentivo na produção de combustíveis líquidos não convencionais em relação aos casos de referência.

Ao contrário de um cenário com preços elevados do petróleo, o cenário com preços baixos se dá devido a uma diminuição da demanda de combustíveis por parte de países não membros da OCDE e um deslocamento na curva de oferta para cima. O aumento da oferta é reflexo de maior acesso e regimes fiscais mais atraentes, em áreas potenciais de países não membros da OCDE, bem como níveis mais elevados de produção dos membros da OPEP. A retração da demanda é ocasionada por uma redução de 1,5 pontos percentuais da taxa de crescimento em relação ao caso de referência de países não membros da OCDE.

Considerando o segundo critério, os preços do etanol foram estimados, levando em conta a média dos preços anuais, no período de 03 de janeiro de 2012 a 28 de dezembro de 2012. Foi estimada a média aritmética dos preços anuais, somando todos os preços semanais dividido pelo número de períodos de cada ano de referência. Após isso, foi traçado um Gráfico e inserida três retas de tendência: 1) linha de tendência linear, representando a projeção gráfica dos preços médios; 2) linha de tendência logarítmica, representando os preços mínimos; e 3) linha de tendência exponencial, representando os preços máximos. Após, foi traçado um avanço de 18 períodos em cada uma das linhas de tendência, objetivando projetar o comportamento dos preços futuros, conforme o Gráfico 21.

Gráfico 21 - Estimativa da projeção dos limites dos preços de etanol (R\$)



Fonte: Elaboração própria a partir de Cepea (2012).

Cabe destacar que não se pretende estimar preços do litro do etanol, pois muitas são as variáveis envolvidas e o horizonte dos projetos analisados estende-se por 19 anos, o que poderia incorrer em erros, não contemplando fenômenos e

possíveis avanços tecnológicos. Contudo, o que se buscou foi estimar uma tendência do comportamento dos preços do etanol, a fim de verificar as possibilidades de viabilidade da produção de etanol em um horizonte de 19 anos. Ou seja, os preços adotados apenas buscam refletir possíveis níveis de elevação ou não e verificar a viabilidade das estruturas de produção. Desta forma, a Tabela 28 ilustra os níveis dos limites de preço, os quais foram inseridos nos fluxos de caixa, traçando novos resultados a serem analisados, tanto para o critério 1, quanto para o critério 2.

Tabela 28 - Preços estimados do litro de etanol para os anos selecionados

Anos	Preços (R\$)					
	Máximo		Mínimo		Médio	
	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2
2015	2,50	1,30	0,52	1,00	0,81	1,20
2020	1,50	1,70	0,66	1,10	0,82	1,50
2025	1,50	2,40	0,74	1,10	0,83	1,70
2030	1,60	3,20	0,82	1,20	0,85	2,00
2013						1,105*

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: (\*) preço estimado para construção do fluxo de caixa padrão.

O cenário para os limites máximos do preço do litro do etanol pago ao produtor, segundo o critério 1, encontram-se no intervalo de R\$1,50 a R\$2,50. Já para o critério 2, os limites dos intervalos são maiores, ficando entre R\$1,30 e R\$3,20. Percebe-se que, em 2015, o limite do critério 1 é maior do que o do critério 2, diferente dos demais anos, quando os limites máximos do segundo critério são maiores que o do primeiro.

Para os limites dos preços mínimos estimados, segundo os cenários da EIA, encontrou-se o intervalo de R\$0,52 a R\$0,82. Para o critério, o intervalo foi de R\$1,00 a R\$1,20. Neste cenário, observa-se que não há uma coincidência entre os limites estimados. Para os anos de 2015 e 2020, os limites do critério 1 são quase 50% menores em relação ao critério 2.

Ao traçar os limites de preços médios, o critério 2 apresenta um intervalo de R\$1,20 a R\$2,00, um intervalo maior, com mais possibilidades de preços. Já o intervalo estimado, seguindo o critério 1, fica entre R\$0,81 e R\$0,85. Também fora do intervalo de limites de preços do critério 1. Ou seja, os preços médios dos dois

critérios não apresentam convergências. Para o ano de 2030, o preço de R\$2,00 é 2,35 maior que os R\$0,85 estimado para o critério 1.

A partir do estabelecimento do intervalo de tendência dos preços, tomam-se os mesmos como base para a análise de cenários. Os cenários são definidos pelas faixas de preços. Assim, o Cenário 1 apresenta os preços tido como máximos; o Cenário 2 é formado pelos preços médios; e, por fim, o Cenário 3 baseia-se nos preços mínimos. Na Tabela 29, são apresentados os resultados para o Cenário 1.

Tabela 29 - Valores dos VPLs para os preços do Cenário 1

	Preço(R\$)	Ijuí	Ijuí(cooperativa)	Cândido Godói
2015 (1)	2,50	1.879.956,30	2.887.050,44	26.874.841,81
2015 (2)	1,30	(2.210.966,93)	(1.544.691,13)	(23.307.332,46)
2020 (1)	1,50	(1.409.508,35)	(630.479,79)	(13.289.099,90)
2020 (2)	1,70	(608.049,72)	144.090,01	(3.270.867,34)
2025 (1)	1,50	(1.409.508,35)	(630.479,79)	(13.289.099,90)
2025 (2)	2,40	1.579.409,32	2.544.221,19	23.118.004,60
2030 (1)	1,60	(1.008.779,03)	(202.274,04)	(8.279.983,62)
2030 (2)	3,20	3.983.785,13	5.286.855,20	53.172.702,28

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: (1) limites do critério 1; (2) limites do critério 2

Para o critério 1, apenas o valor de R\$2,50 para o ano de 2015, torna os projetos viáveis, para os demais anos e valores, os projetos não apresentam viabilidade. Considerando o segundo critério de estabelecimentos dos limites de preços, para o modelo de cooperativa para Ijuí, dos preços máximos estipulados que podem tornar o projeto viável, apenas o preço de R\$1,30 inviabilizaria. Em relação aos casos padrões (Cândido Godói e Ijuí), os preços máximos que tornam o VPL positivo, indicando viabilidade, são R\$2,40, para 2025, e R\$ 3,20, para o ano de 2030. Para os preços que formam o Cenário 2, tem-se as indicações ilustradas na Tabela 30.

Tabela 30 -Valores dos VPLs para os preços do Cenário 2

	Preço (R\$)	Ijuí	Ijuí(cooperativa)	Cândido Godói
2015 (1)	0,52	(5.336.655,49)	(5.110.115,34)	(62.378.439,45)
2015 (2)	1,00	(3.413.154,84)	(2.916.008,13)	(38.334.681,30)
2020 (1)	0,66	(4.775.634,47)	(4.470.176,40)	(55.365.676,66)
2020 (2)	1,1	(3.012.425,54)	(2.458.902,46)	(33.325.565,02)
2025 (1)	0,74	(4.445.051,03)	(4.104.482,87)	(51.358.383,63)
2025 (2)	1,1	(3.012.425,54)	(2.458.902,46)	(33.325.565,02)
2030 (1)	0,82	(4.134.467,59)	(3.738.798,37)	(47.351.090,61)
2030 (2)	1,2	(2.611.696,24)	(2.001.796,80)	(28.316.448,74)

Fonte: Dados da pesquisa.

Para o Cenário 2, considerando os dois critérios estipulados para a determinação dos limites de preços, nenhum valor torna os fluxos de caixa viáveis. Para o critério 1, todos os valores estão abaixo do utilizado no fluxo padrão. Para o segundo critério, os preços estimados ficaram no intervalo de R\$1,00 a R\$ 1,20. Para os anos de 2020 e 2025, foi encontrado o mesmo preço (R\$1,10). A estes preços, os projetos demonstram inviabilidade. Por fim, a Tabela 31 ilustra os preços médios.

Tabela 31 -Valores dos VPLs para os preços do Cenário 3

	Preço (R\$)	Ijuí	Ijuí(cooperativa)	Cândido Godói
2015 (1)	0,81	(4.174.540,52)	(4.470.167,40)	(47.852.002,24)
2015 (2)	1,20	(2.611.696,24)	(2.001.796,80)	(28.316.448,74)
2020 (1)	0,82	(4.134.467,59)	(3.738.798,84)	(55.365.676,66)
2020 (2)	1,50	(1.409.508,33)	(630.479,79)	(13.289.099,90)
2025 (1)	0,83	(4.094.394,66)	(3.963.274,04)	(46.850.178,98)
2025 (2)	1,70	(608.049,72)	144.090,01	(3.270.867,34)
2030 (1)	0,85	(4.134.467,59)	(3.738.798,34)	(47.351.090,61)
2030 (2)	2,0	377.221,41	1.172.904,19	8.090.655,76

Fonte: Dados da pesquisa.

No Cenário 3, os valores estipulados para o primeiro critério não torna nenhum dos fluxos de caixa gerados viáveis, rejeitando, portanto, todos os projetos, da mesma forma que no Cenário 2. No que tange ao segundo critério, o modelo de cooperativa mostrou-se viável para os preços médios estimados em R\$1,70 e R\$2,00. O preço de R\$2,00, para o ano de 2030, viabiliza os três fluxos de caixa estimados. Os casos padrões de Ijuí e de Cândido Godói mostram-se inviáveis com

os preços médios dos anos de 2015, 2020 e 2025. Paralelo ao VPL, foi estimada a TIR para cada preço. A Tabela 32 aponta as TIRs encontradas para os Cenários 1 e 2. Dado os valores negativos dos VPLs, no Cenário 3, não é possível estimar taxas internas de retornos nos níveis de preços.

Tabela 32 - Valores das TIRs para os Cenários 1 e 2

Ano	Cenário 1			Cenário 2		
	Ijuí	Ijuí (cooperativa)	Cândido Godói	Ijuí	Ijuí (cooperativa)	Cândido Godói
2015 (1)	28,30%	39,28%	35,21%	-	-	-
2015 (2)	-	-	-	-	-	-
2020 (1)	-	-	-	-	-	-
2020 (2)	-	7,65%	0,61%	-	-	-
2025 (1)	-	-	-	-	-	-
2025 (2)	24,97%	35,56%	31,46%	-	7,65%	0,61%
2030 (1)	-	-	-	-	-	-
2030 (2)	51,09%	65,09%	91,96%	10,78%	20,39%	15,50%

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação aos resultados dos valores presentes líquidos, no que se refere ao Cenário 1, para o ano de 2025, os projetos apresentaram uma TIR maior que a TMA estipulada em 5,57%. Para Ijuí (empresa com fins lucrativos), a TIR foi de 24,97% e para o modelo de cooperativa 35,56%. No caso de Cândido Godói, a taxa foi de 31,46%, ficando próximo ao resultado para o modelo de cooperativa de Ijuí. Para o ano de 2030, os resultados estimados superam os de 2025. Para Cândido Godói, o preço do litro do etanol em R\$3,20 retorna o investimento a uma taxa de 91,96%. Para os fluxos de caixa de Ijuí, essas taxas ficam em 51,09% e 65,09%, para empresa com fins lucrativos e para cooperativa, respectivamente. Ainda em relação ao Cenário 1, o modelo de cooperativa para Ijuí tem uma TIR de 7,65% e, para Cândido Godói, 0,61%, mesmo com um VPL negativo, contudo, esta taxa encontra-se abaixo da TMA de 5,57%, o que reforça a decisão de rejeição do projeto.

Para o Cenário 2, o preço estimado, no ano de 2030, apresenta TIRs maiores que a TMA de 5,57% para os três fluxos de caixa gerados. Estes resultados colaboram para uma decisão positiva em relação ao investimento necessário a ser realizado para a implantação da destilaria de etanol de pequeno porte.

A partir do exposto, os preços que viabilizam todos os fluxos de caixa gerados são R\$ 2,40 e R\$3,20, para o Cenário 1, e de R\$ 2,00, para o Cenário 2. Os preços estimados entre o intervalo de R\$1,00 e R\$1,50, independentemente do cenário em que se enquadram, não tornam viáveis os projetos em questão, considerando a estimativa de limites de preço do critério 2. Em relação ao critério1, o único valor que viabiliza os projetos refere-se ao preço de 2015 (R\$2,50), todos os demais valores não permitem a viabilidade dos mesmos, direcionando para uma rejeição de se realizar os investimentos necessários para implantação de microdestilarias de etanol.

## 8 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica da implantação e da operação de destilaria de produção de etanol, em pequena escala, tomando por base as experiências dos municípios de Cândido Godói e de Ijuí (RS). Essas experiências têm dimensões distintas e empregam matérias-primas diferentes para a obtenção de etanol, bem como possuem especificidades organizacionais. Os resultados indicam que não haverá retorno financeiro positivo nos projetos, de tal forma que a hipótese formulada é rejeitada.

Os Estudos de Caso pesquisados pretendem utilizar matérias-primas diferentes. Enquanto Ijuí adota uma postura tradicional, com a utilização da cana-de-açúcar, combinada com sorgo sacarino, no período de entressafra, Cândido Godói busca colaborar na introdução de etanol produzido a partir de cereais, mais especificamente, o sorgo granífero. A escolha da matéria-prima leva em consideração algumas questões locais. Para Cândido Godói, produzir etanol de sorgo granífero é uma decisão pautada em anos de estudos, pesquisas e reflexões do grupo de agricultores e parceiros envolvidos, considerando, principalmente, a dificuldade de colheita da cana no município, bem como o potencial de utilização da ração líquida como complemento à alimentação de bovinos e suínos nas propriedades dos agricultores associados ao projeto. Já para Ijuí, a escolha da combinação cana-de-açúcar e sorgo granífero está ligada a certa tradição do município em produzir a cana e a cachaça, bem como é estimulada por programas governamentais de incentivo à implantação de microdestilarias de etanol.

No que tange ao tamanho da capacidade produtiva, os projetos estão direcionados a um modelo de pequena escala. Ijuí com capacidade diária de processamento de 2.000 litros e Cândido Godói com 20.000 litros. Em ambos os casos, foram consideradas receitas dos coprodutos a fim de que estes pudessem colaborar para uma possível viabilidade da produção de etanol em pequena escala. O custo da matéria-prima pode ser considerado um dos principais condicionantes para a inviabilidade, juntamente com a carga tributária, destacando a alíquota do ICMS, que, no estado do Rio Grande do Sul, é de 25%, para o litro do etanol. Para a comercialização dos coprodutos esta alíquota foi estimada em 17%. Ou seja, as receitas projetadas não cobriram os custos de produção e os impostos relacionados

à comercialização dos produtos, resultando em um resultado operacional negativo, ou seja, os projetos apresentaram prejuízo.

Cabe destaque para as conclusões relacionadas aos outros objetivos específicos propostos neste estudo. Inicialmente, buscou-se apresentar uma breve definição e classificação de energia, a qual é a fonte para produção de bens e serviços que atendam as necessidades humanas, quando relacionada ao mundo econômico. Ela não pode ser criada e, sim, transformada e redistribuída a partir de fontes energéticas já existentes em outras fontes de consumo final. No caso do etanol, ele tem sua origem primária na energia solar, a qual é captada pela biomassa e é, então, transformada em combustíveis líquidos, por exemplo.

Ao buscar apresentar os cenários futuros para a produção de energia, mais especificamente as possibilidades e perspectivas para a demanda e a oferta de etanol, verificou-se que as projeções não apresentam perspectivas de mudanças na matriz energética mundial, bem como na brasileira. Ou seja, ao menos até 2030, o petróleo e seus derivados permanecem como os principais responsáveis em atender a demanda de energia necessária à produção de bens e serviços para a sociedade. O setor de transportes rodoviário, que consome basicamente a gasolina e o etanol produzidos, não apresenta um avanço em relação aos combustíveis líquidos convencionais, representando em média 3,5% do total de combustíveis líquidos produzidos e consumidos anualmente. Em relação ao Brasil, as projeções para a produção e o consumo de etanol apresentam-se otimistas, com possibilidades do aumento dos níveis de exportação.

As transformações e mudanças na matriz energética estão ligadas a processos de desenvolvimento tecnológico, bem como ao crescimento econômico e populacional, refletindo no aumento da produção e do consumo mundial de energia, os quais cresceram ao longo do tempo. Desta forma, são apontadas projeções futuras de crescimento do consumo e da produção energética para os países não membros da OCDE, em patamares superiores aos projetados para países membros. As projeções brasileiras também refletem este crescimento.

Em relação ao segundo objetivo (apresentar os aspectos mercadológicos e resultados de estudos já realizados sobre a produção de etanol em pequena escala), percebeu-se que o atual cenário brasileiro está voltado a uma produção de etanol, centralizado na região Centro-Sul, mais especificamente, no estado de São Paulo, com predominância de grandes usinas produtoras de etanol. Neste cenário, o estado

do Rio Grande do Sul tem hoje apenas duas usinas produtoras de etanol, devidamente registradas e cadastradas junto à ANP, as quais não conseguem atender a uma demanda de 10 bilhões de litros/ano de etanol. A partir da revisão bibliográfica realizada, verificou-se que ao menos seis estudos estão relacionados às unidades produtoras de etanol em pequena escala, apontando possibilidades futuras de outras unidades produtoras de etanol poderem comercializar etanol.

Além de um modelo centrado em grandes unidades produtivas, a matéria-prima para obtenção de etanol que predomina no Brasil é a cana-de-açúcar. Contudo, esta não é a única fonte deste biocombustível, o qual pode ser obtido de diferentes culturas como a beterraba, a batata-doce, o trigo, o milho, o sorgo sacarino e granífero. Neste sentido, as oportunidades de obtenção de etanol podem estar voltadas ao desenvolvimento regional, considerando matérias-primas disponíveis nos locais de instalações futuras de unidades produtoras de etanol.

Por fim, relacionado ao último objetivo específico, qual seja: definir e analisar os impactos de diversos cenários nos custos de produção e nos preços de comercialização do etanol no estado, buscou-se estimar os limites dos preços pagos ao produtor do litro do etanol. Assim, percebeu-se que os critérios utilizados estabeleceram perímetros distintos nos três cenários. Para o cenário 1, a diferença de preços pode chegar a 100%, como o ano de 2030, que para o critério 1º preço é R\$1,60 e, para o critério 2, R\$3,20. Os preços que viabilizam todos os fluxos de caixa gerados são R\$ 2,40 e R\$3,20, para o Cenário 1, e R\$ 2,00, para o Cenário 2. Em relação ao critério 1, o único valor que viabiliza os projetos refere-se ao preço de 2015 (R\$2,50), todos os demais valores não permitem a viabilidade dos mesmos, direcionando para uma rejeição de se realizar os investimentos necessários para implantação de microdestilarias de etanol.

O estudo de viabilidade da produção de etanol e de seus coprodutos não deve ser analisado isoladamente, mesmo apresentando resultado não satisfatório do ponto de vista das ferramentas e instrumentos tradicionais de análise de viabilidade econômica e engenharia econômica. Neste sentido, para trabalhos futuros, recomenda-se um estudo sobre o impacto da implantação de uma microdestilaria de etanol vinculada à propriedade rural, a fim de verificar a sua viabilidade, não apenas do ponto de vista da produção isolada de etanol e seus coprodutos, mas, sim, da possível viabilidade de etanol e seus coprodutos dentro de uma cadeia produtiva. Outra possibilidade é buscar analisar o pequeno número de produtores de etanol no

Rio Grande do Sul, bem como quais os condicionantes que podem dificultar futuras instalações de unidades produtoras de etanol, considerando um modelo de pequena escala. Por fim, outro estudo é buscar verificar se a estrutura majoritária de grandes usinas produtoras de etanol colabora para a formação do preço do litro do etanol ao produtor.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo; MAGALHÃES Reginaldo. **O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel: parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais**. São Paulo: FIPE, 2007. Disponível em <[http://www.fipe.org.br/web/publicacoes/discussao/textos/texto\\_06\\_2007.pdf](http://www.fipe.org.br/web/publicacoes/discussao/textos/texto_06_2007.pdf)>. Acessado em: 29set. 2011.

ACIOLI, José de Lima. **Fontes de energia**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1994.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Panorama atual da indústria brasileira de álcool combustível: avaliação do arcabouço regulatório da ANP referente à movimentação do produto**. Nota Técnica nº 011/2007-SCM. Rio de Janeiro: ANO, 2007. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=41587&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1353685233976>>. Acesso em: 26 nov. 2012

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Relação de fornecedores de etanol cadastrados**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?dw=40366>>. Acesso em: 26 nov. 2012

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 26 de 30 de agosto de 2008**.. Disponível em: <[http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes\\_anp/2012/agosto/ranp%2026%20-%202012.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2012/agosto/ranp%2026%20-%202012.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)>. Acesso em: 20 jan. 2013a

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. **Anuário da indústria automobilística brasileira 2011**. São Paulo: Anfavea, 2011. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acessado em: 23 mar. 2012.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL-BNDES; CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS-CGEE (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: BNDES, 2008. Disponível em: <<http://www.bioetanoldecana.org/pt/download/bioetanol.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2012.

BENSUSSAN, Jaques Alberto. Etano, um presente com passado e futuro. **Textos para Discussão FEE nº 50**. Porto Alegre: FEE, 2008. Disponível em: <<http://www.fee.tche.br/sitefee/download/tds/050.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2013.

BORDEAUX-RÊGO, RICARDO. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

BP. **BP statisticalreviewof world energy**. Frederick: BP, 2012. Disponível em: <<http://www.bp.com/statisticalreview>>. Acesso em: 16 maio 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007a. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pne\\_2030/PlanoNacionalDeEnergia2030.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pne_2030/PlanoNacionalDeEnergia2030.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007b. 10 v. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pne\\_2030/PlanoNacionalDeEnergia2030.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pne_2030/PlanoNacionalDeEnergia2030.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007c. 2 v. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pne\\_2030/PlanoNacionalDeEnergia2030.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pne_2030/PlanoNacionalDeEnergia2030.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Publicações e indicadores: balanço energético nacional**. Disponível em <<http://www.mme.gov.br/spe/menu/publicacoes.html>>. Acesso em 18 fev. 2012a.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel**. Disponível em <[http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/programa/objetivos\\_diretrizes.html](http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/programa/objetivos_diretrizes.html)>. Acessado em: 12 mar. 2012b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Tabela de comparação da produção sucroalcooleira no Brasil**. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arf\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/producao/NOVEMBRO\\_2012/07a\\_%20planilha\\_comparacao\\_setor\\_sucroalcooleiro\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arf_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/producao/NOVEMBRO_2012/07a_%20planilha_comparacao_setor_sucroalcooleiro(1).pdf)>. Acesso em: 27 dez 2012c.

BRASKEM. **Braskem**. Consulta de produtos. Disponível em: <<http://www.braskem.com.br/site.aspx/Consultar-Produtos?codProduto=629&grd=true&Familia=6&nmFam=Polietileno%20Verde&CtgFam=&Aplicacao=&Processo=&CurrentPage=0>>. Acesso em: 31 jan. 2013.

BUARQUE, Cristovam. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. Rio de Janeiro: Elsevier: Campus, 1984.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA (CENBIO). **Conceituando biomassa**. São Paulo, 2012. Disponível em <<http://cenbio.iee.usp.br/saibamais/conceituando.htm>>. Acesso em: 26 nov. 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **A geração termoelétrica com a queima do bagaço de cana-de-açúcar no Brasil: análise do desempenho da safra 2009-2010.** Brasília, DF: Conab, 2011. Disponível em <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_05\\_05\\_15\\_45\\_40\\_geracao\\_termo\\_baixa\\_res..pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_05_05_15_45_40_geracao_termo_baixa_res..pdf)>. Acesso em: 15 jan 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Bioetanol: o futuro renovável.** Brasília: CNI, 2012. Disponível em: <[http://www.cnisustentabilidade.com.br/docs/FNS\\_RIO20\\_web.pdf](http://www.cnisustentabilidade.com.br/docs/FNS_RIO20_web.pdf)>. Acesso em: 30 jan. 2013.

CORTEZ, Luís Augusto Barbosa; LORA, Eduardo silva; GÓMEZ, Edgardo Olivares (Org.). **Biomassa para energia.** Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2008.

CORTEZ, Luís Augusto Barbosa; LORA, Eduardo silva; GÓMEZ, Edgardo Olivares. Biomassa no Brasil e no mundo. IN: CORTEZ, Luís Augusto Barbosa; LORA, Eduardo silva; GÓMEZ, Edgardo Olivares (Org.). **Biomassa para energia.** Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2008. cap.1, p. 15-30.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço energético nacional 2011: ano base 2010.** Rio de Janeiro: EPE, 2011. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2011.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2011.pdf)>. Acesso em: 9 jan. 2012.

FABRICIO, Ana Maria. **Determinação dos custos de Produção do etanol a partir da mandioca (ManihotesculentaCrantz) pelo método de custeio baseado em atividades (ABC).** 2011, 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2011. Disponível em: <[http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_busca/processaPesquisa.php?listaDetalhes\[\]=3634&processar=Processar](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/processaPesquisa.php?listaDetalhes[]=3634&processar=Processar)>. Acesso em: 02 jan. 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Faostat.** Disponível em: <[http://faostat3.fao.org/home/index.html#VISUALIZE\\_TOP\\_20](http://faostat3.fao.org/home/index.html#VISUALIZE_TOP_20)>. Acesso em: 25 out. 2012

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTRATÍSITCA-FEE. **Resumo Estatístico.** Disponível em<[www.fee.tche.br](http://www.fee.tche.br)>. Acessado em: 15 mar. 2012.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTRATÍSITCA-FEE. **FEE Dados.** Disponível em: <[http://www.fee.rs.gov.br/feedados/consulta/sel\\_modulo\\_pesquisa.asp](http://www.fee.rs.gov.br/feedados/consulta/sel_modulo_pesquisa.asp)>. Acessado em: 15 mar. 2012.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de administração financeira.** 10. ed. São Paulo: Pearson, 2007

GOLDEMBRG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. **Energia e meio ambiente**. Tradução técnica de Flávio Maron Vichi, Leonardo Freire de Mello. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia econômica e análise de custos**: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores. 5. ed., rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 1992.

IEL, Instituto Euvaldo Lodi. Produto 2: **Relatório técnico com análise de viabilidade econômica e financeira para implantação de projeto piloto agroindustrial sucroalcooleiro em regime associativo de agricultores familiares, em Cândido Godói**. Porto Alegre: IEL, 2010. [acesso restrito]

IJUÍ, Prefeitura Municipal de Ijuí. **Projeto** construção e implantação de galpões e área administrativa da micro usina de álcool. Ijuí: Prefeitura Municipal, 2009a

IJUÍ, Prefeitura Municipal de Ijuí. **Projeto** construção e implantação de galpões e área administrativa da micro usina de álcool. Ijuí: Prefeitura Municipal, 2009a

IJUÍ, Prefeitura Municipal de Ijuí. **Plano de Trabalho**. Ijuí: Prefeitura Municipal, 2009c

IJUÍ, Prefeitura Municipal de Ijuí. **Processo licitatório 599/2010**. Ijuí: Prefeitura Municipal, 2010

IJUÍ, Prefeitura Municipal de Ijuí. **Processo licitatório 1222/2011**. Ijuí: Prefeitura Municipal, 2011a

IJUÍ, Prefeitura Municipal de Ijuí. **Processo licitatório 376/2011**. Ijuí: Prefeitura Municipal, 2011b

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **IBGE cidades@**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acessado em: 28 abr. 2012a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?ti=1&tf=99999&e=c&p=PA&v=216&z=t&o=11>>. Acessado em: 28 abr. 2012b.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Energy Statistics manual**. Paris: OCDE/IEA, 2005. Disponível em <[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/statistics\\_manual-1.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/statistics_manual-1.pdf)>. Acesso em: 18 out. 2012.

KUIAWINSKI, Darcí Luiz. **Limites e possibilidades de desenvolvimento da cadeia produtiva do álcool: um estudo de caso no Rio Grande do Sul**. 2008, 184f. Dissertação (Mestrado em engenharia de Produção e Sistemas). Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, RS, 2008. Disponível

em:<[http://www.unisinos.br/ppg/images/stories/pdfs/eng\\_prod/dissertacao\\_darcikuia\\_winskiengenhariaproducao.pdf](http://www.unisinos.br/ppg/images/stories/pdfs/eng_prod/dissertacao_darcikuia_winskiengenhariaproducao.pdf)>. Acesso em: 04 maio 2012.

LEAL, Manoel Regis Lima Verdaet al. Produção de etanol em regiões semi-áridas. IN: CORTEZ, Luís Augusto Barbosa; LORA, Eduardo silva; GÓMEZ, Edgardo Olivares (Org.). **Biomassa para energia**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2008. cap.5, p. 113-132.

LIMA, Alice Medeiros de; SANTOS, Daniela Tatiane dos; GARCIA, João Carlos. Viabilidade econômica e arranjos produtivos para produção de etanol do sorgo sacarino. **Agroenergia em Revista**, Brasília, v. 3, n. 3, p. 43-45, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44199/1/Revista-Agroenergia-3-1429.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2012

MACHADO, Ana Mercedes Corrêa. **Potencial das biomassas disponíveis no nordeste brasileiro como fontes alternativas de geração de energia**, 2010. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2010. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp130005.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

MAGALHÃES, Keile Aparecida Beraldo. **Análise da sustentabilidade da cadeia produtiva de etanol de batata-doce no município de Palmas - TO**, 2007. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente). Fundação Universidade Federal do Tocantins. Palmas, TO, 2007. Disponível em:<<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp085217.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

MANZATTO, Celso Vainer [et al.]. Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar. **Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. Disponível em: <[http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento\\_cana\\_de\\_acucar/ZonCana.pdf](http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento_cana_de_acucar/ZonCana.pdf) >. Acesso em: 09 jan. 2012.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria.**Fundamentos de metodologia científica**.6. ed. São Paulo: Atlas, 2005

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estudo de caso**: uma estratégia de pesquisa. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008

MENDES & VIEIRA. **Projeto básico e estudo de viabilidade técnico-econômica**. Cândido Godói, 2011, [acesso restrito].

MSW CAPITAL. **Viabilidade econômica**: usina de etanol de cereais de Cândido Godói. Cândido Godói, 2011, [acesso restrito].

OLIVEIRA, Júlio Mácio Soares de. **Estudo de viabilidade financeira para produção de etanol em pequena propriedade**. 2011, 94f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias Aplicáveis à Bioenergia). Faculdade de Biotecnologia e Ciências. Salvador, BA, 2011. Disponível

em:<<http://portal.ftc.br/bioenergia/dissertacoes/Disserta%C3%A7ao%20Julio%20Macio%20S%20de%20Oliveira.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2013.

ORTEGA, Enrique; WATANABE, Marcos; CAVALETT, Otavio. A produção de etanol em micro e mini-destilarias. IN: CORTEZ, Luís Augusto Barbosa; LORA, Eduardo silva; GÓMEZ, Edgardo Olivares (Org.). **Biomassa para energia**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2008. cap.14, p. 475-492.

RAMBO, Anelise Graciele. **A Contribuição da inovação territorial coletiva e da densidade institucional nos processos de desenvolvimento territorial local/regional**: a experiência da Coopercana - Porto Xavier/RS. 2006, 326f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do sul, Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/7782>>. Acesso em: 25 nov. 2012.

RAMBO, Anelise Graciele; FILIPPI, Eduardo Ernesto; AMARAL, Volmir Ribeiro do. Desenvolvimento territorial e políticas públicas: uma análise acerca do programa nacional de produção e uso do biodiesel-brasil x agricultura familiar. In: **IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE LA RED SIAL**. Mar del Plata: Rede Científica em Sistemas Agroalimentarios. Localizados, 2008. Disponível em <<http://www6.ufrgs.br/pgdr/arquivos/590.pdf>>. Acessado em: 29 set. 2011.

REIS, Lineu Belicodos; FADIGAS, Eliane A. F. Amaral; CARVALHO, Cláudio Elias. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. 2 ed. rev. e atual. Barueri: Manole, 2012.

REZENDE, Amaury, José; NAKAO, Silvio Hiroski; ABRÃO, Gustavo. **Estudo sobre a carga tributária dos combustíveis**: CIDE, PIS, CONFINS, ICMS e ICMS sub. tributária. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em: <[http://www.fundace.org.br/arquivos\\_diversos/ftp/carga\\_tributaria2011.pdf](http://www.fundace.org.br/arquivos_diversos/ftp/carga_tributaria2011.pdf)>. Acesso em: 19 fev. 2013.

RODRIGUES, Luiz Eduardo Roza. **Organização da indústria**: estudos de caso na cadeia produtiva do etanol do Rio Grande do Sul. 2010, 198f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas). Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, RS, 2010. Disponível em: <<http://biblioteca.asav.org.br/vinculos/tede/LuisEduRozaRodriguesAdministracao.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2012.

ROSADO JÚNIOR, Adriano Garcia; COELHO, Hilton Machado; FEIL, Norton Ferreira. **Análise da viabilidade econômica da produção de bio-etanol em microdestilarias**: estudo de viabilidade técnico econômica independente. [2008]?. Disponível em: <[http://www.abcustos.org.br/texto/viewpublic?ID\\_TEXTO=3030](http://www.abcustos.org.br/texto/viewpublic?ID_TEXTO=3030)>. Acessado em: 14 mar. 2012.

SACHS, Ignacy. Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde. **Estudos Avançados**, v.19, n 55, p. 195-214, 2005. Disponível em <[http://www.icarrd.org/ref\\_doc\\_down/sustanaible\\_questao%20energetica.pdf](http://www.icarrd.org/ref_doc_down/sustanaible_questao%20energetica.pdf)>. Acessado em: 29 set. 2011.

SIMÕES, Cristine Lisbôa do Nascimento. SENA, Maria Eugênia Ribeiro de. CAMPOS Renato de. **Estudo da viabilidade econômica da concentração de vinhoto através de osmose inversa**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, SC, 2004. Disponível em <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2004\\_Enecep1004\\_1360.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2004_Enecep1004_1360.pdf)>. Acessado em: 15 jan 2013.

SOBRINHO, Petrônio. **Mato Grosso: processo (simplificado) de produção de etanol de milho**. Cuiabá: Conab, 2012. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_03\\_28\\_12\\_11\\_19\\_007a-12\\_-\\_proc\\_simplificado\\_-\\_prod\\_etanol\\_-\\_milho-\\_mt.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_03_28_12_11_19_007a-12_-_proc_simplificado_-_prod_etanol_-_milho-_mt.pdf)>. Acesso em: 27 dez 2012.

SOUZA, Alexandre Monteiro. **Estudo da sustentabilidade de um projeto de microdestilaria de álcool combustível junto a um grupo de agricultores assentados do Pontal do Paranapanema**. 2011. 137f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2011. Disponível em <[http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver\\_documento.php?did=1789](http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver_documento.php?did=1789)>. Acessado em: 16 mar. 2012.

TAVARES, Jairo Jair. **Produção de etanol e desenvolvimento da agricultura familiar: potencial e viabilidade da agroindustrialização de pequeno porte na região das Missões – RS**. 2009. 78f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, RS, 2009. Disponível em <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp117447.pdf>>. Acessado em: 28 mar. 2012.

TOSS, Leonardo. **Avaliação socioeconômica e produtivas de agricultores familiares produtores de cana-de-açúcar para etanol de Porto Xavier e Roque Gonzales-RS**. 2010. 125f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2010. Disponível em: <>. Acesso em: 03 maio 2012.

U.S. Energy Information Administration (EIA). **International energy outlook 2011**. Washington: EIA, 2011. Disponível em <[http://205.254.135.7/forecasts/ieo/pdf/0484\(2011\).pdf](http://205.254.135.7/forecasts/ieo/pdf/0484(2011).pdf)>. Acessado em 4 abr. 2012.

U.S. Energy Information Administration (EIA). **International energy outlook 2011**. Washington: EIA, 2012. Disponível em: <[http://www.eia.gov/oiaf/aeo/tablebrowser/#release=IEO2011&subject=0-IEO2011&table=1-IEO2011&region=0-0&cases=Reference-0504a\\_1630](http://www.eia.gov/oiaf/aeo/tablebrowser/#release=IEO2011&subject=0-IEO2011&table=1-IEO2011&region=0-0&cases=Reference-0504a_1630)>. Acesso em: 14 dez. 2012b

U.S. Energy Information Administration (EIA). **What is energy?** explained: forms of energy. Disponível em <[http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=about\\_forms\\_of\\_energy](http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=about_forms_of_energy)>. Acesso em: 10 out. 2012a.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (ÚNICA). **Unicadata**: consumo de combustíveis. São Paulo: Única, 2012a. Disponível em:

<<http://www.unicadata.com.br/historico-de-consumo-de-combustiveis.php?idMn=11&tipoHistorico=10>>. Acesso em: 26 nov. 2012a.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (ÚNICA). **Unicadata**: preços e cotações. São Paulo: Única, 2012b. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br>>. Acesso em: 26 nov. 2012b

WESCHENFELDER, Susane Cristina; JAHN, Sérgio Luiz. **Análise da viabilidade econômica da produção de bio-etanol em microdestilarias**. Santa Maria: UFSM, 2008. Disponível em

<[http://usibiorefinarias.com/media/analise\\_viabilidade\\_economica\\_producao\\_bio\\_etanol\\_microdestilarias.pdf](http://usibiorefinarias.com/media/analise_viabilidade_economica_producao_bio_etanol_microdestilarias.pdf)>. Acessado em: 08 mar. 2012.

WOBETO, Francisco José. A palavra do presidente. **Informativo Cooperger**, Cândido Godói, p. 1, 16 mar. 2012.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005

APÊNDICE A – Roteiro de entrevista com representante dos projetos de Ijuí e de Cândia Godói (RS)

1. Como o projeto está estruturado?
2. Em relação à produção da matéria-prima:
  - a. Qual é a área disponível para plantio?
  - b. Qual a produtividade esperada (toneladas por hectare)?
  - c. Qual espécie de cana é atualmente produzida? É necessária outra espécie para produção de etanol?
  - d. Quais outras culturas podem ser cultivadas (há probabilidade/perspectiva de produzir etanol de outras)?
3. Quais os investimentos a serem realizados?
  - a. Recursos privados, recursos públicos ou mistos?
4. Expectativa de ganho econômico e financeiro com a inserção da microusina.
5. Como é visto o mercado de etanol?
  - a. Onde e como se pretende comercializar o etanol produzido?
6. Qual o tipo de equipamento utilizado na produção de etanol?
  - a. Capacidade produtiva (tamanho da usina).
7. Qual a localização da usina?

APÊNDICE B – Roteiro de entrevista com representante do poder público de Ijuí e de Cândido Godói (RS)

1. Há apoio do poder público no referido projeto?
  - a. Indiretamente
  - b. Diretamente
2. Qual a expectativa dos resultados e seus impactos sobre a economia local?
3. Como o poder público vê a instalação de uma microusina de etanol no município?

APÊNDICE C – Quadro das entrevistas em Ijuí e em Cândido Godói (RS)

1 – Quadro de entrevistas realizadas em Cândido Godói

<b>Entrevistado</b>	<b>Data</b>	<b>Relação com o projeto</b>
Francisco José Wobeto	18/07/2012	Idealizador e presidente da Cooperger.
Mário Backes	19/07/2012	Sócio da Cooperger e Vice-prefeito de Cândido Godói.
Jorge Mayer	19/07/2012	Sócio-diretor da Cooperger e agricultor familiar.
Jaime Potkowa	19/07/2012	Sócio-diretor da Cooperger e agricultor familiar.
Iracema Maria Frölich	19/07/2012	Sócia da Cooperger.
Eládio Seibt	19/07/2012	Sócio da Cooperger e agricultor familiar.

2 – Quadro de entrevistas realizadas em Ijuí

<b>Entrevistado</b>	<b>Data</b>	<b>Relação com o projeto</b>
Tomaz Galvão De Bem	27/02/2012	Técnico e servidor público responsável pelo projeto.
Julio Friedrich	26/07/2012	Agricultor familiar em processo de adesão ao projeto.
Vilmar A. Neuberger	27/02/2012	Agricultor Familiar e sócio da Natuagro.
Valmir José de Quadros	27/07/2012	Secretário Municipal de Meio Ambiente, ex-coordenador do projeto.

APÊNDICE D - Itens do fluxo de caixa e parâmetros de cálculo dos valores e respectivas atualizações

Descrição	Preço Unitário	Unidade de Medida	Justificativa
<b>1) Investimentos</b>			Os valores dos investimentos foram estabelecidos segundo informações coletadas em documentos e entrevistas realizadas.
<b>2) Receitas</b>			
a) Etanol	1,105	R\$/litro	Média harmônica do preço à vista pago ao produtor em São Paulo, no período de 06/01/2012 a 28/12/2012. Preços informados pela CEPEA/Esalq/USP. Encontra-se o Apêndice X com a série dos preços e indicadores estatísticos.
b) Coprodutos			
Restilo (cereais)	0,043	R\$/litro	Preço estipulado com base no estudo de viabilidade econômico de Cândido Godói realizado em dezembro de 2011, quando seu preço era R\$ 0,04 por litro e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2011 a Dezembro de 2012.
Óleo Fúsel	1,00	R\$/litro	O preço do óleo fúsel e do álcool de segunda foram extraídos dos estudos de viabilidade de Cândido Godói e mantidos os mesmo valores, pois segundo MSW Capital (2011, s/p), os preços “estão em linha com os praticados nos mercado, não sendo estimadas alterações ao longo dos anos”.
Álcool de segunda	0,60	R\$/litro	
Vinhoto (cana-de-açúcar)	0,005	R\$/litro	Preço estipulado, considerando a composição química do vinhoto da cana de açúcar e o equivalente em fertilizantes, a partir de Simões, Sena e Campos (2004). Os preços dos fertilizantes utilizados foram os disponibilizados pela CONAB em dezembro de 2012 para o RS. Encontra-se a memória de cálculo, no Apêndice X.
Bagaço (cana-de-açúcar)	0,034	R\$/kg	Preço estipulado, considerando a receita gerada por tonelada de bagaço de cana para a geração de energia elétrica. Dados da CONAB referente à safra 2009/2010. Atualizado pelo IPA para o período de novembro de 2010 a dezembro de 2012.
<b>Total das Receitas</b>			Refere-se ao somatório de todas as receitas geradas por produto, em todos os períodos do fluxo de caixa, ou seja, $RT = Rp1 + Rp2 + Rp3... + RpN$ . Onde RT: Receita Total; Rp: receita do produto e N: o produto. A receita de cada produto é obtida pela quantidade produzida multiplicada pelo seu preço. Ou seja, $RpN = PN \times QN$ .
<b>3) Custos</b>			
a) Mão-de-Obra			

Salários			Refere-se ao somatório total anual dos salários pagos. Os salários foram definidos com base nos estudos de viabilidade de Cândido Godói, utilizando-se os mesmos para Ijuí. Contudo, considerou-se a estrutura e número de funcionários necessários para operar cada uma das unidades. Anexo X, encontram-se os valores para ambos os casos. Os salários foram projetados em 2011 e então atualizados para 2012 com base no reajuste salarial 2011/2012 da Federação das Indústrias do Paraná, a qual tem um índice específico para os trabalhadores da categoria econômica álcool.
Encargos Sociais			Refere-se ao somatório total anual de todos os encargos. Os encargos salariais, tanto mensais, quanto anuais foram estipulados utilizando como base de o cálculo dos encargos sociais e as alíquotas referentes, a Nota Técnica nº101 - Julho de 2011, elaborada pelo DIEESE. O documento encontra-se listado nas referências bibliográficas e conforme Anexo X seguem tabelas de referência dos cálculos.
Despesas com rescisão de contratos			Refere-se ao somatório total de todos os salários e encargos referentes à rescisão de contratos, pagos ao fim do projeto. Os cálculos de rescisão de contrato para o fim do projeto foram estipulados utilizando como base o documento do Ministério do Trabalho e Emprego: "Assistência e Homologação de Rescisão de Contrato de Trabalho", de 2007. O documento encontra-se listado nas referências bibliográficas e conforme Anexo X seguem tabelas de referência dos cálculos.
<hr/>			
b) Matéria-prima e insumos			
Cultura utilizada			
	<i>Cana-de-açúcar</i> 64,87	R\$/t	Preço pago ao produtor em São Paulo, ao final do ano de 2011, pois não estavam disponíveis dados de 2012. Dados do Instituto de Economia Agrícola.
	<i>Sorgo sacarino</i> 31,95	R\$/t	Preço pago ao produtor, segundo dados do estudo realizado pela IEL, quando seu preço era R\$ 28,00 por tonelada e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2010 a dezembro de 2012, corrigido pelo IPA.
	<i>Sorgo granífero</i> 382,83	R\$/t	Preço médio recebido pelo agricultor no RS, na semana de 24 a 28/12/2012. Preços informados pela EMATER.
Insumos para etanol de Cana-de-açúcar e Sorgo Sacarino			
	Levedura <i>SaccharomycesCerevisiae</i> 20,54	R\$/kg	Preços extraídos do estudo de viabilidade da IEL, quando seu preço era R\$ 18 por quilo e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2010 a dezembro de 2012.

Antibiótico	256,74	R\$/Kg	Preços extraídos do estudo de viabilidade da IEL, quando seu preço era R\$ 225 por quilo e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2010 a dezembro de 2012.
Nutriente	4,56	R\$/Kg	Preços extraídos do estudo de viabilidade da IEL quando seu preço era R\$ 4 por quilo e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2010 a dezembro de 2012
Insumos para etanol de Sorgo Granífero			
Enzima alfa-amilase	13,03	R\$/kg	Preços dos estudos de viabilidade de Cândido Godói, quando seu preço era R\$ 12 por quilo e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2011 a dezembro de 2012.
Enzima amiloglucosidase	19,53	R\$/kg	Preços dos estudos de viabilidade de Cândido Godói, quando seu preço era R\$ 18 por quilo e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2011 a dezembro de 2012.
Cal	241,19	R\$/t	Preços dos estudos de viabilidade de Cândido Godói, quando seu preço era R\$ 222,22 por tonelada e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2011 a dezembro de 2012.
Ácido Sulfúrico	672,35	R\$/t	Preços dos estudos de viabilidade de Cândido Godói, quando seu preço era R\$ 619,47 por tonelada e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2011 a dezembro de 2012.
Soda Cáustica (50%)	1.436,52	R\$/t	Preços dos estudos de viabilidade de Cândido Godói, quando seu preço era R\$ 1.323,53 por tonelada e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2011 a dezembro de 2012.
Ureia	1.263,10	R\$/t	Preço atual de insumo agropecuário, segundo a CONAB para o RS, dezembro de 2012.
Superfosfato	1.500,00	R\$/t	Preço atual de insumo agropecuário, segundo a CONAB para o RS, dezembro de 2012.
Sulfato de Magnésio	880,00	R\$/t	Preço atual de insumo agropecuário, segundo a CONAB para o RS, dezembro de 2012.
Aduto Foliar	7.235,80	R\$/t	Preços dos estudos de viabilidade de Cândido Godói, quando seu preço era R\$ 6.666,67 por tonelada e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2011 a dezembro de 2012.
Aditivo para Destilaria	54.268,46	R\$/t	Preços dos estudos de viabilidade de Cândido Godói, quando seu preço era R\$ 50.000 por tonelada e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2011 a dezembro de 2012.
Bactericida	3.617,89	R\$/t	Preços dos estudos de viabilidade de Cândido Godói, quando seu preço era R\$ 3.333,33 por tonelada e corrigido pelo IPA no período de dezembro de 2011 a dezembro de 2012.
d) Insumos operacionais			
Energia Elétrica	0,33698	R\$/kWh	Tarifa cobrada pela CEEE acrescida de 17% de ICMS.
Água	4,66	R\$/m³	Tarifa cobrada pela Corsan.
Combustível para vapor (lenha):	50,10	R\$/m³	Preços considerando valor da produção de 2011 dividida pela quantidade produzida, disponíveis em FEE Dados (2012) e ajustado pelo IPA para o período de dezembro de

Cândido Godói

2011 a dezembro de 2012. Preço em Dezembro de 2011: 46,16.

Combustível para vapor (lenha): 37,99 R\$/m<sup>3</sup>  
Ijuí

Preços considerando valor da produção de 2011 dividida pela quantidade produzida, disponíveis em FEE Dados (2012) e ajustado pelo IPA para o período de dezembro de 2011 a dezembro de 2012. Preço em Dezembro de 2011: 35,00.

---

**5) Tributos relacionados à atividade produtiva**


---

ICMS-etanol	25%	Sobre a receita bruta.
ICMS-coprodutos	17%	Sobre a receita bruta.
PIS/PASEP	1,65%	Sobre a receita bruta.
COFINS	7,6%	Sobre a receita bruta.
PIS/COFINS	1%	Sobre a folha de pagamento, para os casos de cooperativa
Imposto de Renda – Pessoa Jurídica	25%	Valor aplicado sobre o resultado o resultado bruto, após as despesas financeiras com juros, neste caso, custo de capital (custo de oportunidade).

---

**6) Custo de Capital** 5,57% a.a. Como parâmetro para o custo de capital utilizou-se a média aritmética da caderneta de poupança no período junho a novembro de 2012.

---

**7) Depreciação** O investimento realizado foi depreciado em 100%, em parcelas iguais.

---

**8) Valor residual** O valor residual do projeto foi estimado em 20%, de forma arbitrária. Ou seja, ao final do projeto, caso os proponentes queiram vender o investimento realizado recebem 20% do valor atual investido.

---

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados de pesquisa.

APÊNDICE E– Memória de cálculo para o preço de venda do vinhoto da cana-de-açúcar

Fertilizante	Elementos (% peso)	kg/m <sup>3</sup> vinhoto	Preço (*)	Unidade de Medida	Preço/1m <sup>3</sup> (R\$)
Ureia	45,5 de N	0,615	1,45	kg	0,89175
Superfosfato triplo	46,0 de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,435	1,5	kg	0,6525
Cloreto de potássio	60,0 de K <sub>2</sub> O	2,45	1,3308	kg	3,26046
<b>Vinhoto <i>in natura</i></b>					<b>4,80471</b>

Fonte: Simões, Sena e Campos (2004).

Nota: (\*) Os preços dos fertilizantes utilizados para o cálculo foram extraídos do banco de dados da Companhia Nacional de Abastecimento. Os dados referem-se ao mês de dezembro de 2012 para o estado do Rio Grande do Sul.

Relação de conversão:

1m<sup>3</sup> -> 1.000 litros

1m<sup>3</sup> de vinhoto pode ser comercializado a R\$4,8

1l de vinhoto equivale à R\$ 0,0048

## APÊNDICE F – Referência para o preço de venda do bagaço da cana-de-açúcar

O preço de venda é baseado na receita gerada por tonelada de bagaço queimado para venda, considerando a média nacional, conforme apresentado abaixo.

Produto (t)	Valor (R\$)
Bagaço de cana queimado	29,93

Fonte: CONAB (2011).

APÊNDICE G – Cálculo dos salários, encargos sociais e verbas de rescisão para o caso de Cândido Godói

Administração						
Descrição	Total de pessoas por função (1)	Salário Anual/pessoa (2)	Salário Anual total (1 X 2)	Encargos sociais anuais/pessoa (3)	Encargos anuais totais (1x3)	Verbas de rescisão (4)
Gerente	1	25.720,80	25.720,80	11.650,67	11.650,67	63.180,16
Encarregado de Produção	1	16.464,96	16.464,96	7.458,08	7.458,08	40.444,41
Escriturário	2	10.290,60	20.581,20	4.661,30	9.322,60	50.555,81
Serviços gerais	3	7.477,84	22.433,51	3.387,21	10.161,64	55.106,16
Secagem e Armazenagem						
Descrição	Total de pessoas por função (1)	Salário Anual/pessoa (2)	Salário Anual total (1 X 2)	Encargos sociais anuais/pessoa (3)	Encargos anuais totais (1x3)	Verbas de rescisão (4)
Coordenador de secagem	1,00	15.432,48	15.432,48	6.990,40	6.990,40	37.908,26
Operador de fornalha	3,00	9.645,30	28.935,90	4.369,00	13.107,00	71.078,43
Operador de painéis	3,00	9.645,30	28.935,90	4.369,00	13.107,00	71.078,43
Balanceteiro	1,00	9.645,30	9.645,30	4.369,00	4.369,00	23.692,81
Descarregadores	4,00	9.645,30	38.581,20	4.369,00	17.476,01	94.771,24
Operação						
Descrição	total de pessoas por função (1)	Salário Anual/pessoa (2)	Salário Anual total (1 X 2)	Encargos sociais anuais/pessoa (3)	Encargos anuais totais (1x3)	Verbas de rescisão (4)
Mecânico de manutenção	1,00	9.645,30	9.645,30	4.369,00	4.369,00	23.692,81
Operador de fermentação	1,00	9.645,30	9.645,30	4.369,00	4.369,00	23.692,81
Operadores de destilação	4,00	9.645,30	38.581,20	4.369,00	17.476,01	94.771,24
Operadores decaldeira	3,00	9.645,30	28.935,90	4.369,00	13.107,00	71.078,43
Operadores de expedição	2,00	9.645,30	19.290,60	4.369,00	8.738,00	47.385,62
Operadores de cozimento	3,00	9.645,30	28.935,90	4.369,00	13.107,00	71.078,43

APÊNDICE H – Cálculo dos salários, encargos sociais e verbas de rescisão para o  
caso de Ijuí

Administração						
Descrição	Total de pessoas por função (1)	Salário Anual/pessoa (2)	Salário Anual total (1 X 2)	Encargos sociais anuais/pessoa (3)	Encargos anuais totais (1x3)	Verbas de rescisão (4)
Gerente	1,00	25.720,80	25.720,80	11.650,67	11.650,67	63.180,16
Encarregado de Produção	1,00	16.464,96	16.464,96	7.458,08	7.458,08	40.444,41
Escriturário	1,00	10.290,60	10.290,60	4.661,30	4.661,30	25.277,90
Serviços gerais	1,00	7.477,84	7.477,84	3.387,21	3.387,21	18.368,72
Operação						
Descrição	Total de pessoas por função (1)	Salário Anual/pessoa (2)	Salário Anual total (1 X 2)	Encargos sociais anuais/pessoa (3)	Encargos anuais totais (1x3)	Verbas de rescisão (4)
Mecânico de manutenção	1,00	9.645,30	9.645,30	4.369,00	4.369,00	23.692,81
Operador de fermentação	2,00	9.645,30	19.290,60	4.369,00	8.738,00	47.385,62
Operadores de destilação	2,00	9.645,30	19.290,60	4.369,00	8.738,00	47.385,62
Operadores decaladeira	1,00	9.645,30	9.645,30	4.369,00	4.369,00	23.692,81
Operadores de expedição	1,00	9.645,30	9.645,30	4.369,00	4.369,00	23.692,81

APÊNDICE I – Dados para a base de cálculo do preço de venda do etanol

Indicador Semanal Etanol Hidratado CEPEA/ESALQ Combustível (E.S.P.) - São Paulo: preços pagos ao produtor

Período	À vista (R\$)	Período	Período	À vista (R\$)	Período
1	1,2	6/1/2012	27	1,062	6/7/2012
2	1,224	13/1/2012	28	1,056	13/7/2012
3	1,16	20/1/2012	29	1,056	20/7/2012
4	1,096	27/1/2012	30	1,059	27/7/2012
5	1,078	3/2/2012	31	1,052	3/8/2012
6	1,083	10/2/2012	32	1,033	10/8/2012
7	1,158	17/2/2012	33	1,033	17/8/2012
8	1,166	24/2/2012	34	1,038	24/8/2012
9	1,181	2/3/2012	35	1,08	31/8/2012
10	1,201	9/3/2012	36	1,085	6/9/2012
11	1,208	16/3/2012	37	1,077	14/9/2012
12	1,21	23/3/2012	38	1,048	21/9/2012
13	1,216	30/3/2012	39	1,039	28/9/2012
14	1,213	5/4/2012	40	1,024	5/10/2012
15	1,204	13/4/2012	41	1,014	11/10/2012
16	1,161	20/4/2012	42	1,006	19/10/2012
17	1,142	27/4/2012	43	1,003	26/10/2012
18	1,165	4/5/2012	44	1,018	1/11/2012
19	1,156	11/5/2012	45	1,064	9/11/2012
20	1,144	18/5/2012	46	1,113	16/11/2012
21	1,109	25/5/2012	47	1,117	23/11/2012
22	1,096	1/6/2012	48	1,13	30/11/2012
23	1,084	8/6/2012	49	1,141	7/12/2012
24	1,082	15/6/2012	50	1,131	14/12/2012
25	1,084	22/6/2012	51	1,129	21/12/2012
26	1,078	29/6/2012	52	1,134	28/12/2012

Fonte: CEPEA/Esalq/USP (2012).

Indicadores estatísticos	Valores
Máximo	R\$ 1,224
Mínimo	R\$ 1,0028
Média harmônica	R\$ 1,10493
Média aritmética	R\$ 1,10841
Mediana	1,0959
Desvio padrão	0,062992

Fonte: Elaboração própria.

## APÊNDICE J – Fluxo de Caixa detalhado: Cândido Godói (mil R\$)

Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9
<b>Receitas</b>		<b>11398,00</b>								
<b>Impostos sobre a receita</b>		3195,70	3195,70	3195,70	3195,70	3195,70	3195,70	3195,70	3195,70	3195,70
<b>Receita Líquida (Receita Bruta-Impostos sobre receitas)</b>		<b>8202,30</b>								
<b>Saídas</b>		9879,12	9879,12	9879,12	9879,12	9879,12	9879,12	9879,12	9879,12	9879,12
<b>1) Mão-de-Obra</b>		<b>509,44</b>								
<b>2) Matéria-prima e insumos</b>		<b>7680,00</b>								
<b>3) Insumos operacionais</b>		<b>1689,67</b>								
<b>Resultado operacional</b>		-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1676,82
<b>Depreciação</b>		-451,42	-451,42	-451,42	-451,42	-451,42	-451,42	-451,42	-451,42	-451,42
<b>Resultado antes dos juros e IR</b>		-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2128,23
<b>Despesas financeiras (custo de capital)</b>		477,73	477,73	477,73	477,73	477,73	477,73	477,73	477,73	477,73
<b>Resultado antes do IR</b>		-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97
<b>Imposto de Renda (25%)</b>										
<b>Resultado Líquido</b>		-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97
<b>Depreciação</b>		451,42	451,42	451,42	451,42	451,42	451,42	451,42	451,42	451,42
<b>Fluxo de caixa</b>		-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55
<b>Investimentos</b>	-8576,92									
<b>Imposto de Renda (25%) sobre venda dos ativos</b>										
<b>Fluxo de caixa ao capital próprio</b>	-8576,92	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55
<b>VPL por período</b>		-2040,88	-1933,20	-1831,20	-1734,58	-1643,06	-1556,37	-1474,26	-1396,47	-1322,79

(continuação)

Descrição	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19
<b>Receitas</b>	<b>11398,00</b>									
Impostos sobre a receita	3195,70	3195,70	3195,70	3195,70	3195,70	3195,70	3195,70	3195,70	3195,70	3195,70
<b>Receita Líquida (Receita Bruta-Impostos sobre receitas)</b>	<b>8202,30</b>									
<b>Saídas</b>	<b>9879,12</b>	<b>10123,90</b>								
1) Mão-de-Obra	509,44	509,44	509,44	509,44	509,44	509,44	509,44	509,44	509,44	754,22
2) Matéria-prima e insumos	7680,00	7680,00	7680,00	7680,00	7680,00	7680,00	7680,00	7680,00	7680,00	7680,00
3) Insumos operacionais	1689,67	1689,67	1689,67	1689,67	1689,67	1689,67	1689,67	1689,67	1689,67	1689,67
Resultado operacional	-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1676,82	-1921,60
Depreciação	-451,42	-451,42	-451,42	-451,42	-451,42	-451,42	-451,42	-451,42	-451,42	-451,42
Resultado antes dos juros e IR	-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2128,23	-2373,02
Despesas financeiras (custo de capital)	477,73	477,73	477,73	477,73	477,73	477,73	477,73	477,73	477,73	477,73
Resultado antes do IR	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2850,75
Imposto de Renda (25%)										
Resultado Líquido	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2605,97	-2850,75
Depreciação	451,42	451,42	451,42	451,42	451,42	451,42	451,42	451,42	451,42	451,42
Fluxo de caixa	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2399,34
Investimentos										1715,38
Imposto de Renda (25%) sobre venda dos ativos										428,85
Fluxo de caixa ao capital próprio	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-2154,55	-1112,80
VPL por período	-1186,89	-1186,89	-1124,27	-1064,95	-1008,76	-955,54	-905,13	-857,37	-812,13	-397,33

## APÊNDICE K – Fluxo de Caixa detalhado: Ijuí (mil R\$), empresa com fins lucrativos

Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9
Receitas		666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89
Impostos sobre a receita		214,01	214,01	214,01	214,01	214,01	214,01	214,01	214,01	214,01
Receita Líquida (Receita Bruta-Impostos sobre receitas)		452,88	452,88	452,88	452,88	452,88	452,88	452,88	452,88	452,88
Saídas		599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34
1) Mão-de-Obra		76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83
2) Matéria-prima e insumos		402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94
3) Insumos operacionais		119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58
Resultado operacional		-146,47	-146,47	-146,47	-146,47	-146,47	-146,47	-146,47	-146,47	-146,47
Depreciação		-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48
Resultado antes dos juros e IR		-188,94	-188,94	-188,94	-188,94	-188,94	-188,94	-188,94	-188,94	-188,94
Despesas financeiras (custo de capital)		44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95
Resultado antes do IR		-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90
Imposto de Renda (25%)										
Resultado Líquido		-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90
Depreciação		42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48
Fluxo de caixa		-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42
Investimentos	-807,08									
Imposto de Renda (25%) sobre venda dos ativos										
Fluxo de caixa ao capital próprio	-807,08	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42
VPL por período		-181,32	-171,75	-162,69	-154,11	-145,98	-138,28	-130,98	-124,07	-117,52

(continuação)

Descrição	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19
Receitas	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89
Impostos sobre a receita	214,01	214,01	214,01	214,01	214,01	214,01	214,01	214,01	214,01	214,01
Receita Líquida (Receita Bruta-Impostos sobre receitas)	452,88	452,88	452,88	452,88	452,88	452,88	452,88	452,88	452,88	452,88
Saídas	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	652,40
1) Mão-de-Obra	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	129,89
2) Matéria-prima e insumos	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94
3) Insumos operacionais	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58
Resultado operacional	-146,47	-146,47	-146,47	-146,47	-146,47	-146,47	-146,47	-146,47	-146,47	-199,53
Depreciação	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48
Resultado antes dos juros e IR	-188,94	-188,94	-188,94	-188,94	-188,94	-188,94	-188,94	-188,94	-188,94	-242,01
Despesas financeiras (custo de capital)	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95
Resultado antes do IR	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-286,96
Imposto de Renda (25%)										
Resultado Líquido	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-233,90	-286,96
Depreciação	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48
Fluxo de caixa	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-244,48
Investimentos										161,42
Imposto de Renda (25%) sobre venda dos ativos										40,35
Fluxo de caixa ao capital próprio	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-191,42	-123,42
VPL por período	-111,32	-105,45	-99,89	-94,62	-89,62	-84,90	-80,42	-76,17	-72,15	-44,07

## APÊNDICE L – Fluxo de Caixa detalhado: Ijuí (mil R\$), modelo cooperativa

Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9
Receitas		666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89
Impostos sobre a receita		0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Receita Líquida (Receita Bruta-Impostos sobre receitas)		666,12	666,12	666,12	666,12	666,12	666,12	666,12	666,12	666,12
Saídas		599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34
1) Mão-de-Obra		76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83
2) Matéria-prima e insumos		402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94
3) Insumos operacionais		119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58
Resultado operacional		66,78	66,78	66,78	66,78	66,78	66,78	66,78	66,78	66,78
Depreciação		-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48
Resultado antes dos juros e IR		24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30
Despesas financeiras (custo de capital)		44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95
Resultado antes do IR		-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65
Imposto de Renda (25%)										
Resultado Líquido		-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65
Depreciação		42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48
Fluxo de caixa		21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83
Investimentos	-807,08									
Imposto de Renda (25%) sobre venda dos ativos										
Fluxo de caixa ao capital próprio	-807,08	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83
VPL por período		20,67	19,58	18,55	17,57	16,64	15,77	14,93	14,15	13,40

(continuação)

Descrição	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19
Receitas	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89	666,89
Impostos sobre a receita	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	1,30
Receita Líquida (Receita Bruta-Impostos sobre receitas)	666,12	666,12	666,12	666,12	666,12	666,12	666,12	666,12	666,12	665,59
Saídas	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	599,34	652,40
1) Mão-de-Obra	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	129,89
2) Matéria-prima e insumos	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94	402,94
3) Insumos operacionais	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58	119,58
Resultado operacional	66,78	66,78	66,78	66,78	66,78	66,78	66,78	66,78	66,78	13,19
Depreciação	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48	-42,48
Resultado antes dos juros e IR	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	-29,29
Despesas financeiras (custo de capital)	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95
Resultado antes do IR	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-74,24
Imposto de Renda (25%)										
Resultado Líquido	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-20,65	-74,24
Depreciação	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48	42,48
Fluxo de caixa	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	-31,77
Investimentos										161,42
Imposto de Renda (25%) sobre venda dos ativos										40,35
Fluxo de caixa ao capital próprio	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83	89,30
VPL por período	12,69	12,02	11,39	10,79	10,22	9,68	9,17	8,68	8,23	31,88

## ANEXO A – Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Sul



ANEXO B – Tabelas de referência para o cálculo de encargos sociais das despesas  
com salários de pessoal

Tabela 1  
Alíquotas de encargos sociais incidentes  
sobre folha de pagamentos média mensal das empresas

Tipo de encargo	Porcentagem sobre a folha média mensal
INSS	20,0%
Seguro contra acidentes de trabalho (média)	2,0%
Salário – Educação	2,5%
Incra	0,2%
Sesi ou Sesc ou Sest	1,5%
Senai ou Senac ou Senat	1,0%
Sebrae	0,6%
<b>Total</b>	<b>27,8%</b>

Fonte: DIEESE.