Análise da viabilidade econômica da produção de bio-etanol

Adriano Garcia Rosado Júnior (UFRGS) - adrianorosadojr@gmail.com

Resumo:

A composição da matriz energética tem ocupado cada vez mais espaço nos meios acadêmico e empresarial, com preocupações que vão dos efeitos ambientais e climáticos a importância estratégica da energia no desenvolvimento econômico e social. No Brasil, os biocombustíveis já são uma realidade, sendo que o governo brasileiro pretende que esta atividade se estenda ao pequeno produtor rural, como meio de gerar renda e disseminar o desenvolvimento. Dentro deste contexto, este trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade econômica do projeto de uma microdestilaria de bio-etanol, com foco na pequena propriedade rural, analisado tanto para operação em sistema de cooperativa quanto por associação de produtores. Foi simulada também a opção do projeto fazer parte de um modelo de produção dentro da grande propriedade rural. Para todas as opções, foram simuladas duas alternativas de matéria-prima para abastecer a biodestilaria, sendo uma composta de cana-de-açúcar mais sorgo sacarino e a outra de batata doce e sorgo sacarino. A análise econômica foi realizada através da simulação de um fluxo de caixa pelo período de dez anos, incluindo-se a tributação mais adequada a cada caso. Diferentes níveis de financiamento do projeto também foram testados, com parâmetros diferenciados entre pequena e grande propriedade. A alternativa 1 mostrou-se viável com ou sem financiamento, enquanto a alternativa 2 só deve ser empregada na condição financiada ou sob condições de uma maior remuneração pelo bio-etanol. Em relação às modalidades empresariais testadas, fica evidenciada a vantagem na utilização interna do bio-etanol, simulada na grande propriedade.

Palavras-chave: *Biocombustíveis, Empresa familiar, Biodestilarias, Viabilidade econômica*

Área temática: *Gestão de Custos nas Empresas Agropecuárias e Agronegócios*

Análise da viabilidade econômica da produção de bio-etanol em microdestilarias

Resumo
A composição da matriz energética tem ocupado cada vez mais espaço nos meios acadêmico e empresarial, com preocupações que vão dos efeitos ambientais e climáticos a importância estratégica da energia no desenvolvimento econômico e social. No Brasil, os biocombustíveis já são uma realidade, sendo que o governo brasileiro pretende que esta atividade se estenda ao pequeno produtor rural, como meio de gerar renda e disseminar o desenvolvimento. Dentro deste contexto, este trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade econômica do projeto de uma microdestilaria de bio-etanol, com foco na pequena propriedade rural, analisado tanto para operação em sistema de cooperativa quanto por associação de produtores. Foi simulada também a opção do projeto fazer parte de um modelo de produção dentro da grande propriedade rural. Para todas as opções, foram simuladas duas alternativas de matéria-prima para abastecer a biodestilaria, sendo uma composta de cana-de-açúcar mais sorgo sacarino e a outra de batata doce e sorgo sacarino. A análise econômica foi realizada através da simulação de um fluxo de caixa pelo período de dez anos, incluindo-se a tributação mais adequada a cada caso. Diferentes níveis de financiamento do projeto também foram testados, com parâmetros diferenciados entre pequena e grande propriedade. A alternativa 1 mostrou-se viável com ou sem financiamento, enquanto a alternativa 2 só deve ser empregada na condição financiada ou sob condições de uma maior remuneração pelo bio-etanol. Em relação às modalidades empresariais testadas, fica evidenciada a vantagem na utilização interna do bio-etanol, simulada na grande propriedade.

Palavras chave: Biocombustíveis, Empresa familiar, Biodestilarias, Viabilidade econômica
Área Temática: Gestão de Custos nas Empresas Agropecuárias e Agronegócios

1. Introdução

1.1 Os biocombustíveis na matriz energética do Brasil e do mundo

O mundo atravessa um dos momentos mais dinâmicos na área de energia. O crescimento da economia asiática liderada pela China e Índia com taxas de crescimento do PIB na faixa de dois dígitos anuais tem questionado a capacidade do planeta em suprir a demanda por matérias primas. O efeito psicológico dessa análise tem gerado uma grande oscilação nos preços dos combustíveis e das *commodities* metálicas e agrícolas.

O etanol é um combustível considerado limpo e teria um enorme espaço para suprir parte da demanda de petróleo, com a vantagem de ser muito menos poluente. Essa era a visão que os países desenvolvidos tinham até a elevação dos preços dos alimentos. Com o aumento do preço dos produtos agrícolas, o conseqüente risco de inflação e preocupação com a escassez e a fome nos países pobres, o etanol passou a ser o vilão do aumento dos preços da alimentação, por depender de área agricultável para a sua produção. Nesse momento ele está sendo questionado entre o benefício ao meio-ambiente e o malefício do uso de terras que poderiam ser destinadas a produção de alimentos. O fato é que o aumento do consumo de alimentos sempre foi suprido pelo aumento da produtividade e o etanol, os poucos, deve ocupar espaço maior no mercado de combustíveis, crescendo a sua liquidez como uma *commodity* negociada nas principais bolsas de mercadorias do mundo.

Quanto aos preços do etanol, eles dependem do preço do petróleo, o qual, assim como os demais ativos e derivativos negociados em bolsa de valores, é sensível a um grande número de variáveis e ambientes que interagem nos mercados: as taxas de crescimento da econo-

mia mundial, os acontecimentos geopolíticos, as decisões de produção e cotas da Organização dos Países Produtores de Petróleo (OPEP), política de estoques norte-americana, sazonalidade e capacidade de refinamento e transportes. O crescimento econômico e a melhoria da qualidade de vida com aumento percentual das classes média e alta geram maior consumo de energia, pressionando os estoques das matérias-primas energéticas e determinando grande volatilidade nos preços. Apesar da crise imobiliária americana ser uma possibilidade de desaceleração da economia, poucos economistas se arriscam a apostar em recessão mundial prolongada, pois o novo arranjo econômico coloca novos *players* no mercado global como os membros do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China), que poderão alavancar o consumo e compensar a queda americana. É esse cenário de incertezas e volatilidades que o biocombustível enfrentará para consolidar sua posição no mercado mundial de energia.

NETO (2007) determinou as correlações existentes no mercado brasileiro de combustíveis (Figura 1), encontrando uma correlação positiva de 0,69 entre os preços físicos do álcool hidratado e do petróleo. Tal fato possibilita visualizar um cenário positivo aos produtores de álcool em relação aos preços futuros, influenciados por uma possível manutenção ou elevação do preço internacional do petróleo.

Figura 1: Análise gráfica entre os preços mensais do álcool hidratado (na bomba) e os preços mensais da gasolina C (na bomba) – Índice = Janeiro 2004.

O Rio Grande do Sul é deficitário na produção de álcool, sendo que 98% do volume consumido no estado é importado de São Paulo e de outras regiões do Brasil. O litro do produto chega a custos 42% acima do preço pago no centro do país. Segundo relatório da Subcomissão da Cana-de-açúcar, do Álcool e do Etanol da Assembléia Legislativa do RS (2007), há a necessidade premente de se saber se projetos de produção de álcool poderão transformar-se em uma alternativa econômica e social, tecnicamente viável ao setor primário do Rio Grande do Sul e contribuir para a auto-suficiência do Estado em álcool, além da geração de emprego e renda. O relatório observa que, em termos de oportunidade, o modelo paulista não serve para o estado, porque a estrutura fundiária lá existente é diferente da encontrada no RS.

Diante das limitações climáticas para a produção de cana-de-açúcar no RS e a possibilidade de incluir a agricultura familiar na produção de biocombustíveis como forma de aumentar a sua sustentabilidade, as alternativas também se voltam para outras matérias primas, como a batata doce e a mandioca.

Uma nova realidade que passa a fazer parte do agronegócio são as máquinas agrícolas que utilizam o etanol como combustível principal, as quais já estão presentes no mercado brasileiro e devem ter um aumento de participação significativo nos próximos anos na frota nacional.

Este estudo tem por objetivo determinar a viabilidade econômica de biorefinarias de pequeno porte para produção de bio-etanol em três diferentes modalidades empresariais, sendo duas na pequena propriedade rural e uma terceira modalidade contemplando a grande propriedade rural, utilizando a cana-de-açúcar e matérias-primas alternativas como a batata doce e o sorgo sacarino, bem como determinar o efeito do financiamento externo sobre o desempenho econômico do projeto.

2. Metodologia

O estudo foi estruturado de forma a testar a viabilidade econômica de biorefinarias de pequeno porte em duas modalidades empresariais na pequena propriedade rural, com os produtores organizando-se em forma de cooperativa ou de associação, baseada na mão-de-obra familiar. Uma terceira modalidade alternativa contempla a grande propriedade rural, utilizando mão-de-obra contratada, com o objetivo de obter a auto-suficiência em combustíveis para suas máquinas. Em todas as modalidades serão avaliadas a utilização da cana-de-açúcar e matérias-primas alternativas como a batata doce e o sorgo sacarino, bem como o efeito do financiamento externo sobre o desempenho econômico do projeto.

Para a realização da análise econômica, foi determinado o fluxo de caixa a ser gerado pelo projeto em questão para um período de 10 anos, através de um levantamento de todas as despesas e receitas geradas desde a produção da matéria-prima até a venda do produto final, nas diferentes modalidades empresariais simuladas.

Na área agrícola, foram utilizados padrões de produtividade descritos na literatura e valor dos insumos de produção para as condições do Rio Grande do Sul. Da mesma forma, o valor dos equipamentos e instalações necessárias (investimento inicial) foi obtido junto a fornecedores sediados no Estado.

2.2 Parâmetros adotados na simulação

2.2.2. Parâmetros agrícolas

Foram definidas duas alternativas de produção de matéria-prima para abastecer a destilaria, respeitando as características agronômicas das culturas consideradas no estudo. Para a produção no segundo semestre do ano simulou-se tanto a utilização da cana-de-açúcar como da batata doce, e para o primeiro semestre o uso do sorgo sacarino. Desta forma, duas combinações são possíveis durante o ano, de acordo com o período de colheita de cada cultura, conforme o Tabela 1.

Tabela 1: Alternativas de produção de matéria-prima

Alternativa	Colheita JAN a MAI	Colheita JUN a NOV
1	Sorgo sacarino	Cana-de-açúcar
2	Sorgo sacarino	Batata doce

No mês de dezembro não há produção em função do término da colheita das culturas de inverno e da cultura de verão não ter atingido o estágio ideal de colheita.

Apesar da produtividade média das lavouras de cana-de-açúcar no RS em 2007 ter sido de 36,9 ton/ha (CONAB, 2007), há estudos mostrando que com tratos culturais adequados é possível facilmente atingir patamares de produção acima de 70 ton/ha (BERNARDES, 2008), dependendo da região. Neste estudo foi considerada uma produtividade inicial de 70 ton/ha, com decréscimo de 10% ao ano até o quinto ano, com renovação do canavial no 6°

ano. Os custos de implantação e manutenção da lavoura de cana-de-açúcar estão expressos no Quadro 1.

Cana de açúcar		Custos de Implantação			Custos de Manutenção (anuais)		
Insumos	**Unidade**	**Quant. /ha**	**Valor Unit. (R$)**	**Valor Total (R$)**	**Quant./ ha**	**Valor Unit. (R$)**	**Valor Total (R$)**
Mudas/sementes	ton	10,0	70,00	700,00	-	-	-
Calcáreo	ton	3,0	70,00	210,00	-	-	-
Fertilizante de base	ton	0,4	1.500,00	600,00	0,2	1.500,00	300,00
Uréia	ton	0,2	1.600,00	320,00	0,2	1.600,00	320,00
Herbicida	litros	3,0	40,00	120,00	3,0	40,00	120,00
Máquinas	hora máq.	6,0	50,00	300,00	2,0	50,00	100,00
Totais				**2.250,00**			**840,00**

Quadro 1: Custos de implantação e manutenção para cana-de-açúcar; Fonte: USI – Usinas Sociais Inteligentes

O sorgo sacarino tem sido avaliado como alternativa de matéria-prima às microdestilarias durante o verão (RIBEIRO FILHO *et al.*, 2007). Algumas características peculiares o habilitam como cultura com grande potencial energético, quais sejam: planta de ciclo curto, bom rendimento em colmos ricos em açúcares, tolerância a períodos de seca, além de poder ser cultivada em todo o centro-sul bem como na maioria das regiões do Brasil. Além dos colmos, permite a produção de grãos, que poderão ser utilizados na alimentação animal ou para outras finalidades (TEIXEIRA *et al.*,1997). Para efeito de análise, neste trabalho considerou-se uma produtividade média do sorgo sacarino de 45 ton/ha de colmos e 3 ton/ha de grãos, em dois cortes.

A batata doce é uma cultura tipicamente cultivada em pequenas propriedades rurais do RS, o qual é o maior produtor do Brasil. Com boas condições agronômicas, as lavouras podem atingir facilmente produtividades de 35 ton/ha (KROTH, 2004), sendo este o parâmetro considerado nas análises. Os custos de implantação das lavouras de sorgo sacarino e batata doce utilizados no trabalho estão expressos no Quadro 2. Por se tratar de culturas anuais, não há custo de manutenção.

Custo de Implantação		Batata Doce			Sorgo Sacarino		
Insumos	**Unidade**	**Quant. /ha**	**Valor Unit. (R$)**	**Valor Total (R$)**	**Quant./ ha**	**Valor Unit. (R$)**	**Valor Total (R$)**
Mudas/sementes	kg	30,0	4,00	120,00	8,0	10,00	80,00
Calcáreo	ton	3,0	70,00	210,00	3,0	70,00	210,00
Fertilizante de base	ton	0,4	1.500,00	600,00	0,4	1.500,00	600,00
Uréia	ton	0,1	1.600,00	160,00	0,3	1.600,00	480,00
Herbicida	litros				2,0	30,00	60,00
Fungicida	litros	1,0	60,00	60,00			
Máquinas	hora máq.	6,0	50,00	300,00	3,0	50,00	150,00
Totais				**1.450,00**			**1.760,00**

Quadro 2: Custos de implantação para Batata doce e Sorgo sacarino; Fonte: USI – Usinas Sociais Inteligentes

Após o levantamento dos custos de lavoura, foi montado um fluxo de despesas agrícolas para o período de 10 anos, no qual se agregou re-aplicações de calcáreo no 4° e 7° ano. Também se estimou a produtividade média de cada cultura ao longo do período do projeto e o custo por tonelada produzida (Quadro 3).

Cultura	CUSTO POR ANO DO PROJETO (R$)										Médias
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cana- de- açúcar	2.250	840	840	1.050	840	2.040	1.050	840	840	840	1.143
Sorgo Sacarino	1.580	1.370	1.370	1.580	1.370	1.370	1.580	1.370	1.370	1.370	1.433
Batata Doce	1.450	1.240	1.240	1.450	1.240	1.240	1.450	1.240	1.240	1.240	1.303
PRODUTIVIDADE POR ANO (ton/ha)											
Cana- de- açúcar	70	63	56,7	51	46	70	63	56,7	51	46	57,3
Sorgo Sacarino	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45,0
Batata Doce	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35,0
CUSTO POR TONELADA PRODUZIDA POR ANO (R$)											
Cana- de- açúcar	32,14	13,33	14,81	20,58	18,29	29,14	16,67	14,81	16,46	18,29	19,94
Sorgo Sacarino	35,11	30,44	30,44	35,11	30,44	30,44	35,11	30,44	30,44	30,44	31,84
Batata Doce	41,43	35,43	35,43	41,43	35,43	35,43	41,43	35,43	35,43	35,43	37,23

Quadro 3: Produtividade, custos totais anuais e custo por tonelada produzida

2.2.3. Parâmetros da microdestilaria

Para esta simulação adotou-se como equipamento padrão uma microdestilaria com capacidade de produção de 35 litros/hora de bio-etanol a 94° GL, utilizando tanto a sacarose como o amido como substrato, em funcionamento sob um sistema de fluxo contínuo, ou seja, os processos de hidrolização, sacarificação e fermentação ocorrem simultaneamente com utilização de enzimas a frio e leveduras, em temperaturas na faixa de 28ºC à 32ºC (Figura 3). Nesta simulação as fontes de sacarose consideradas foram a cana-de-açúcar e o sorgo sacarino e a fonte de amido, a batata doce.

Para este nível de produção, a destilaria consome 340 litros/hora de mosto (material fermentado e pronto para a destilação), sendo este o referencial utilizado para definir a necessidade de produção de matéria-prima, considerando a produção de mosto por tonelada de produto e produtividade por hectare cultivado, originando na combinação dos dados, a necessidade de área de lavoura para cada cultivo e seus respectivos custos.

Os custos de manutenção de equipamentos foram estipulados a partir de um percentual anual crescente com o avanço da vida útil, dividido em três períodos: 1° ao 3° ano; 4° ao 7° ano e do 8° ao 10° ano, conforme dados do fabricante para cada equipamento.

A determinação dos principais custos operacionais, sua quantificação e valorização foram calculados em R$/hora de funcionamento. Exceção fez-se ao cálculo para enzimas e leveduras para as quais se utilizou como parâmetro a quantidade necessária por tonelada de matéria-prima utilizada no processo (Tabela 2).

No caso da alternativa 1, durante os meses de utilização de cana-de-açúcar, 90% da lenha será substituída pela queima do bagaço. Mesmo com este uso, há um excedente de bagaço na ordem de 80% do total produzido. O bagaço de sorgo não será considerado como alternativa energética em função de seu maior teor de água (dificuldade de combustão), sendo que seu aproveitamento deverá ser feito com alternativas suplementares ao projeto como alimentação animal ou fertilização (compostagem).

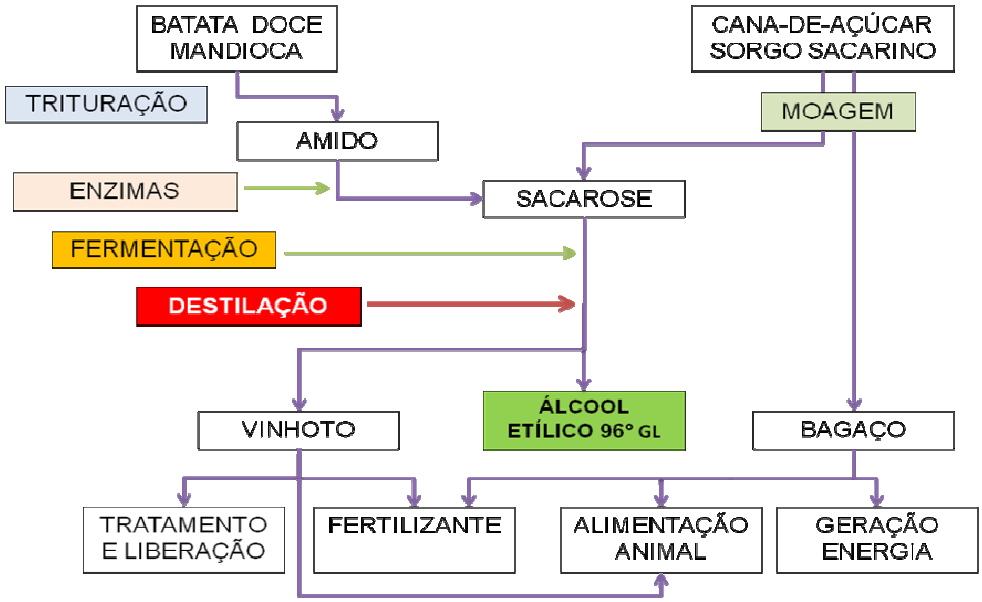

Figura 3: Esquema de produção de álcool etílico hidratado a partir de fontes de amido e sacarose, geração de subprodutos e suas possíveis destinações.

O tempo de processamento da matéria-prima foi calculado conforme a capacidade dos equipamentos, requerendo-se 3,4 horas diárias tanto para a cana-de-açúcar como para o sorgo sacarino (moagem) e 3,1 horas para a batata-doce (limpeza e trituração), ficando o restante do tempo diário disponível destinado à colheita do material. Em relação ao processo de destilação, é necessário que uma pessoa permanentemente monitore a operação durante as 12 horas projetadas para o funcionamento. No total, estima-se que pelo menos 3 pessoas devam dedicar-se integralmente à microdestilaria.

A vinhaça resultante da destilação foi qualificada quanto à sua composição em macronutrientes (N, P e K) e valorizada pelos preços atuais destes nutrientes como fertilizantes agrícolas. Foi considerado o seu uso como substituto parcial na fertilização das áreas agrícolas e seu valor equivalente deduzido das despesas com adubação.

Tabela 2: Descrição dos custos operacionais da microdestilaria (Fonte: USI- Usinas Sociais Inteligentes)

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R$)	Valor total (R$)
Energia elétrica destilaria	kw/ hora	4,17	*0,23	0,95
Energia elétrica limpeza	kw/ hora	2,20	*0,23	0,50
Energia elétrica moagem	kw/ hora	3,17	*0,23	0,73
Energia elétrica trituração	kw/ hora	2,20	*0,23	0,50
Lenha para caldeira	m³ / hora	0,03	70,00	2,15
Enzimas**	l/ton MP	0,85	13,77	11,70
Leveduras	kg/ton MP	0,50	6,00	3,00

Legenda: MP= matéria-prima
**Valor do kw/hora em área rural (Fonte: AES Sul)*
*** Utilizada somente quando a matéria prima for a base de amido, no caso, a batata doce*

2.2.4. Parâmetros econômicos

O projeto foi avaliado para um horizonte de 10 anos, com inflação considerada homogênea. Foi estipulada uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 8% ao ano (aa), baseada

na remuneração garantida pelo governo Federal através da Poupança, que remunera o capital a 6% aa mais a Taxa Referencial (TR), que repõe a inflação.

O custo da destilaria e dos equipamentos necessários para preparação da matéria-prima (limpeza, moagem e trituração), bem como das instalações (galpão pré-moldado de 100 m²), foram depreciados em 10 anos, sem valor residual. Foi definido um valor de mercado final de 10% para os todos os equipamentos, exceção à coluna de destilação para a qual se considerou 30% do valor inicial em função da qualidade do material de sua constituição (aço inox). Este valor foi considerado como uma receita no décimo ano (encerramento do projeto) e submetido à tributação de imposto de renda.

Quanto às máquinas agrícolas necessárias ao cultivo dos produtos que serão usados como matéria-prima, trabalhou-se com a pré-existência das mesmas na propriedade e seu compartilhamento com outras atividades, não sendo incluídas no montante de investimento inicial e, portanto, não gerando créditos de depreciação para efeitos fiscais. Entretanto, o projeto custeará as despesas com manutenção destas máquinas, calculadas pelo mesmo critério previamente citado para os equipamentos da destilaria.

No caso da pequena propriedade rural, toda a mão-de-obra envolvida na operacionalização das atividades foi considerada como existente na(s) propriedade(s), não havendo a existência de vínculos empregatícios no processo, sendo sua remuneração proveniente dos lucros do negócio, além de um valor em pró-labore equivalente a um (01) salário mínimo nacional por pessoa envolvida na operacionalização da usina (moagem e destilação), como custo de oportunidade do trabalho. Na modalidade da grande empresa rural, considerou-se o uso de mão-de-obra contratada, remunerada pelo salário mínimo nacional, acrescidos dos encargos trabalhistas da ordem de 101,81%, conforme legislação vigente no país (Manual de Rotinas Trabalhistas).

Após a montagem do fluxo de caixa, foram calculados o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), o Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) além do período de *Pay-back* (descontado) do projeto, todos para cada uma das modalidades empresariais combinadas com as duas alternativas de produção.

2.2.5. Financiamento do projeto

Outro aspecto importante a ser considerado, principalmente em se tratando de agricultura familiar, são a existência de linhas de financiamento e seus respectivos custos para viabilizar a implantação de projetos de maior envergadura em relação ao fluxo financeiro habitual da pequena propriedade rural. A situação sem financiamento foi a base para avaliar os indicadores econômicos do projeto em si, remunerando todo o capital necessário para a sua implantação, enquanto na modalidade financiada foi avaliado o benefício proporcionado pelo uso de recursos externos nas atuais condições disponíveis no mercado para a agricultura familiar e empresarial.

Para a pequena propriedade, foi considerado o uso de duas linhas de crédito (PRONAF - Programa Nacional de Agricultura Familiar, exercício 2008/2009), sendo uma para custeio (1 ano de prazo e juros de 2,0% ao ano), a qual foi fixada em 90% da necessidade anual, e outra para investimento (10 anos de prazo, 3 anos de carência e juros de 2,0% ao ano), que foi avaliada, inicialmente, em dois extremos: zero e 90% (percentual máximo permitido) do valor total necessário. O limite atual por família para estas linhas de crédito é de R$100.000,00 ao ano, o que requer a formação de associações familiares para a implantação do projeto, o qual excede este limite de investimento. Tal associação é permitida pelo sistema PRONAF, além de ser benéfica no sentido de atingir a área agrícola necessária para a produção de matéria-prima à agroindústria, comprometendo apenas uma parte da área de cada família com as culturas destinadas à produção de álcool.

No caso da grande propriedade rural, os juros considerados foram de 6,75% a.a. tanto para investimento como para custeio (Ministério da Agricultura e Abastecimento - MAPA, Plano Safra 2008/09), nas mesmas condições de uso simuladas para a pequena propriedade.

2.2.6. Estimativas de receitas

A formação do preço do álcool sofre forte influência da colheita da cana-de-açúcar no Brasil central, principalmente em São Paulo, maior produtor nacional, o que causa uma flutuação sazonal típica dos preços pagos ao produtor, com decréscimo no preço no segundo semestre do ano. Neste trabalho foi considerada a média mensal de preços líquidos praticada no estado de SP (CEPEA/ESALQ) pagos ao produtor no ano de 2007, acrescidos de 20% de diferencial no RS em relação àquele estado, decorrentes dos custos adicionais com frete e impostos para a importação do produto (Tabela 3). Este valor percentual foi estimado após levantamento de preços praticados por produtores e distribuidores locais (RS). Considerou-se que a produção de álcool será comercializada no mês de produção, sem estocagem para venda na entre-safra.

Tabela 3 Valores líquidos pagos ao produtor pelo litro de álcool hidratado combustível (94° GL) em São Paulo (SP) e no Rio Grande do Sul (RS)

Mês	**JAN**	**FEV**	**MAR**	**ABR**	**MAI**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OUT**	**NOV**	**DEZ**
SP*	0,85	0,80	0,86	0,94	0,72	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,72	0,74
RS**	1,02	0,96	1,04	1,13	0,87	0,70	0,70	0,69	0,69	0,69	0,86	0,89

Fonte: Cepea / Esalq* * Estimativa (20% superior ao preço praticado em SP)*

No caso da grande propriedade, em não havendo comercialização, foi considerado como receita o volume produzido multiplicado pelo valor praticado pelo TRR (Transportador Revendedor Retalhista) ao produtor, o qual foi estipulado em 85% do preço médio de bomba praticado no RS no ano de 2007 (ANP), conforme levantamento realizado pelos autores junto a distribuidores locais (Quadro 4).

Valor médio do álcool hidratado combustível no RS (2007) *	R$ 1,743
Valor praticado pelos TRR's no RS para o álcool hidratado combustível (2007) **	R$ 1,482

Quadro 4: Preços médios para o álcool hidratado utilizados na simulação
Fonte: ANP* * Estimativa (85%)*

Para efeito de comparação, foi simulada uma alternativa na qual a cooperativa ou a associação de pequenos produtores possam utilizar todo o bio-etanol produzido dentro de suas próprias propriedades ou vendê-lo diretamente a outros produtores (possibilidade ainda não permitida pela legislação atual). Neste caso, foi utilizado o valor praticado pelas TRR's (R$ 1,482) como preço de comercialização.

2.3. Impostos e carga tributária.

Neste trabalho, para cada modalidade empresarial aplicou-se uma alternativa de tributação diferenciada, considerando a necessidade de constituição de pessoa jurídica como forma de comercializar o produto.

No caso de formação de uma cooperativa de produção, a simulação prevê que os produtores associados transferem a matéria-prima à cooperativa pelo valor correspondente ao custo de produção, sendo que será recolhido 2,3% sobre o valor desta transação, referente ao Funrural, a cargo da cooperativa. Ainda nesta modalidade empresarial, os impostos federais PIS e COFINS não incidirão sobre o valor de comercialização do álcool, fato somente possível nos casos em que toda a matéria-prima utilizada pela usina for proveniente de sócios da

cooperativa, caracterizando um ato cooperativado, estando também isenta de recolhimento de Imposto de Renda.

Quando a opção empresarial for a associação de produtores, adotou-se a tributação via o sistema Simples Nacional, conforme as faixas e alíquotas vigentes no país para o ano de 2008. No caso da grande empresa rural, não haverá incidência de impostos em função de não haver comercialização do produto com terceiros, sendo todo o bio-etanol produzido, utilizado internamente na empresa.

A compilação de todas as despesas operacionais permitiu a construção do fluxo esperado de desembolso durante os 10 anos de avaliação para todas as modalidades empresariais e as alternativas de produção. Este fluxo será complementado com as despesas de amortização e custo financeiro de capital externo nas modalidades financiadas, além dos valores referentes a pró-labore ou salários e encargos trabalhistas, compondo desta forma o total de despesas do projeto.

3. Resultados e Discussão

3.1. Custos de produção

A produção total possível nos 11 meses de operação com o equipamento e regime de trabalho simulados foi de 106.260 litros de álcool (94° GL), sem variação em relação à alternativa de produção devido ao fato de ter sido considerada a capacidade máxima da usina, independente da matéria-prima utilizada. A área necessária de acordo com os parâmetros de produtividade e tempo de operação simulados foi de 31,5 e 27,5 hectares para as alternativas 1 e 2, respectivamente. Dependendo da área média das propriedades na região de implantação de uma bio-refinarias, um maior número de unidades pode ser necessário para atingir a produção necessária (Tabela 4), sem comprometer as demais atividades de cada família. Este fator pode ser considerado de menor importância na grande propriedade rural.

Tabela 4: Necessidade anual de matéria-prima de acordo com a alternativa de produção

Consumo anual de matéria-prima (ton)	Alternativa 1	Alternativa 2
Cana-de-açúcar	804	0
Sorgo sacarino	782	782
Batata doce	0	352

O custo médio de produção do bio-etanol foi influenciado diretamente pelo tipo de matéria-prima utilizada, sendo que os principais fatores são o custo da tonelada produzida (que tem relação direta com a produtividade), o tipo de processamento (trituração ou moagem), a necessidade de digestão enzimática (no caso do amido) e o rendimento de álcool por tonelada processada. Quando a análise de custo é feita individualmente para cada matéria-prima, somando-se apenas os valores referentes aos insumos agrícolas, processamento e destilação em cada caso (custo parcial), observa-se que a cana-de-açúcar produz o álcool mais barato em função do baixo custo da matéria-prima, por diluir o investimento de implantação em 5 anos, além do bom rendimento na destilação (Quadro 6). A batata doce compensa o seu alto custo de produção agrícola pelo maior rendimento de álcool, pois para cada tonelada processada (triturada) adiciona-se 600 litros de água para diluição, aumentando a produção de mosto a ser fermentado. Uma desvantagem desta matéria-prima é a necessidade do uso de enzimas para o processo de sacarificação (digestão do amido), as quais atualmente são importadas pelo Brasil, incrementando significativamente o custo de produção, além de requerer um maior tempo de fermentação (5 dias), aumentando a necessidade de dornas em relação ao uso de matérias-primas fornecedoras de sacarose (fermentação em 3 dias). O sorgo sacarino apresentou o mais alto custo para o álcool, mesmo considerando-se a receita adicional proporcionada pelos grãos produzidos durante o ciclo, resultado da combinação dos custos de uma lavoura

anual com um menor rendimento por hectare. Porém, seu uso é altamente justificável, pois produz em um período de entressafra do álcool no Brasil, onde o produtor consegue melhores preços pelo bio-etanol, além de evitar a ociosidade da destilaria, diluindo seus custos fixos.

Matéria-prima	Custo de produção (R$/ton)	Produção de álcool (litros/ton)	Custo parcial do bio-etanol (matéria-prima + processamento + destilação – R$/litro)
Cana-de-açúcar	19,94	72	0,35
Sorgo sacarino	31,84	62	0,56
Batata doce	37,23	165	0,46

Quadro 6: Produtividade e custos parciais de produção do bio-etanol de acordo com a matéria-prima utilizada

A utilização de capital externo aumentou os custos em ambas alternativas de produção e em todas as modalidades empresariais, mesmo com custos financeiros reduzidos em função das baixas taxas de juros. Porém, o uso do financiamento pode viabilizar a implantação do projeto, especialmente na pequena propriedade rural.

A modalidade empresarial também influenciou o custo, principalmente em função da mão-de-obra, o que tornou a modalidade "grande propriedade rural" a de maior custo de produção, pois nesta modalidade existe a necessidade de recolhimento dos encargos trabalhistas por haver vínculo empregatício. Mesmo com o recolhimento do Funrural sobre a transferência da matéria-prima do associado à cooperativa, esta modalidade mostrou-se a mais eficiente em relação aos custos de produção. Também a carga tributária contribuiu para uma leve diferença entre o sistema cooperativista e a associação de produtores, a qual recolhe tributos pelo Simples Nacional (Quadro 7). Mesmo sendo pequena, esta diferença causa impacto nos indicadores econômicos.

	Custo Bio-etanol (R$/litro)			
	Alt. 1		Alt. 2	
% Financiamento (investim.)	90%	0%	90%	0%
Cooperativa	0,658	0,641	0,718	0,700
Associação	0,661	0,643	0,714	0,696
Grande Propriedade	0,881	0,821	0,936	0,876

Quadro 7: Custo de produção do bio-etanol em função da alternativa de produção, modalidade empresarial e nível de financiamento externo

3.2. Fluxo de caixa

O investimento total requerido para implantação do projeto foi de R$ 149.880,00, sendo que 19,2% desde valor foi recuperado ao final do projeto, como valor residual.

O fluxo de caixa gerado pela alternativa 1 apresenta maiores flutuações no resultado líquido do caixa, em função dos investimentos pontuais de implantação e renovação do canavial. Já a alternativa 2 mostrou um fluxo de caixa mais homogêneo ao longo do período de duração do projeto, devido ao caráter anual das culturas para produção de matéria-prima (sorgo e batata-doce).

Na modalidade financiada o fluxo mostra claramente o impacto do início da amortização do investimento inicial a partir do 4° ano, além do custo financeiro sobre o capital externo, combinação que reduz os valores do resultado líquido anual, chegando a ser negativo ao 4º e 7º ano na alternativa 2 e ao 6º ano na alternativa 1, tanto sob o regime de cooperativismo como na associação de produtores.

No modelo da grande propriedade rural não ocorreram fluxos negativos devido às receitas projetadas serem bem superiores ao dos modelos para a pequena propriedade. Importante salientar que estas receitas são caracterizadas por uma supressão de despesas com compra de combustível, não existindo entrada real de caixa.

3.3. Indicadores Econômicos

3.3.1. *Pay-back* e VAUE

Quando analisamos o projeto pela óptica do tempo de retorno do investimento inicial (*pay-back*), o financiamento causa mudanças significativas neste indicador em função de diminuir a necessidade de capital próprio, o qual retorna rapidamente ao produtor na condição simulada com 90% do valor inicial com capital externo, auxiliado pelo período de carência (3 anos). Há de se considerar que fica o compromisso de amortização deste recurso e seu custo financeiro, os quais aparecem como despesas no fluxo de caixa. A alternativa de produção também afetou o período de *pay-back* devido à diferença de rentabilidade existente entre elas, sendo que a alternativa 2 na ausência de financiamento não recuperou o capital investido na modalidade associação de produtores durante o período de avaliação do projeto e ficando no limite na modalidade cooperativa (Quadro 8).

	Pay-back Descontado (anos)			
	Alt. 1		Alt. 2	
% Financiamento (investim.)	90%	0%	90%	0%
Cooperativa	1,2	7,9	1,1	9,9
Associação	1,3	9,4	1,3	-
Grande Propriedade	0,5	2,5	0,3	2,7

Quadro 8: *Pay-back* descontado para as diferentes modalidades empresariais e níveis de financiamento

Apresentando comportamento proporcional ao VPL, o VAUE mensal mostrou-se menor nas modalidades sem financiamento e na alternativa 2, obtendo valor negativo na associação de produtores (Quadro 9).

	VAUE Mensal (R$)			
	Alt. 1		Alt. 2	
% Financiamento (investim.)	90%	0%	90%	0%
Cooperativa	1.022,51	525,86	537,11	40,47
Associação	674,05	177,41	244,04	-252,61
Grande Propriedade	4.109,62	4.006,15	3.661,55	3.558,08

Quadro 9: VAUE para as diferentes modalidades empresariais, alternativas de produção e níveis de financiamento

O mesmo acontece na análise do VAUE por ha/ano, à exceção da modalidade grande empresa rural, na qual a alternativa 2 foi superior devido a menor utilização de área cultivada e maior remuneração pelo produto (Quadro 10).

	VAUE/ha/ano (R$)			
	Alt. 1		Alt. 2	
% Financiamento (investim.)	90%	0%	90%	0%
Cooperativa	390,67	200,92	234,96	17,70

Associação	257,54	67,78	106,75	-110,50
Grande Propriedade	1.570,18	1.530,65	1.601,72	1.556,46

Quadro 10: VAUE anual por hectare (ha) para as diferentes modalidades empresariais, alternativas de produção e níveis de financiamento

3.3.1. VPL, TIR e TIRM

Na alternativa 2 sem financiamento externo, o VPL resultou em valores negativos na modalidade associação de produtores, mostrando que o projeto não remunera o capital à TMA determinada de 8%, enquanto na modalidade cooperativa o valor ficou muito próximo do zero, confirmando a indicação de menor rentabilidade para a produção baseada no uso da batata doce à cana-de-açúcar (Quadro 11). Entretanto, com melhores remunerações pelo produto, este efeito desaparece e a alternativa 2 atinge níveis de rentabilidade semelhante.

Os valores para VPL incrementam-se significativamente com o uso de financiamento externo (90%), onde ambas as alternativas de produção mostram-se viáveis, porém ainda com vantagem significativa para a produção com base em cana-de-açúcar e sorgo sacarino (alternativa 1). Importante considerar que o principal motivo deste incremento deve-se ao fato de que o capital a ser remunerado reduz-se significativamente com a entrada do capital externo.

	VPL (R$)			
	Alt. 1		Alt. 2	
% Financiamento (investim.)	90%	0%	90%	0%
Cooperativa	85.310,29	43.874,14	44.812,71	3.376,55
Associação	56.237,70	14.801,54	20.360,71	-21.075,45
Grande Propriedade	342.875,48	334.242,95	305.491,87	296.859,34

Quadro 11: VPL para as diferentes modalidades empresariais, alternativas de produção e níveis de financiamento

Sob a óptica da TIR, em consonância com o ocorrido com o VPL, a alternativa 2 é inviável na modalidade associação de produtores na ausência de financiamento, ficando abaixo da TMA exigida, atingindo o nível mínimo (iguala-se à TMA) na modalidade cooperativa (Quadro 12).

	TIR (%)			
	Alt. 1		Alt. 2	
% Financiamento (investim.)	90%	0%	90%	0%
Cooperativa	117	13	99	8
Associação	93	10	69	-5
Grande Propriedade	349	45	353	42

Quadro 12: TIR para as diferentes modalidades empresariais, alternativas de produção e níveis de financiamento

O valor expressivamente elevado para a TIR nas duas alternativas de produção com capital externo (financiado) deve-se ao fato de que o valor inicial do investimento próprio é pequeno em relação aos volumes financeiros envolvidos no projeto, haja vista a simulação considerar um alto nível de financiamento (90%). A TIRM foi calculada com o intuito de encontrar uma taxa mais realista para o projeto, sendo mais coerente com os valores do VPL, usando-se a taxa de financiamento (2%) para descapitalizar os fluxos negativos e a TMA (8%) para re-investir os positivos (Quadro 13). A desvantagem deste método é a perda da comparabilidade a outros investimentos em função de que cada projeto tem a sua TIRM particular, pois os parâmetros para seu cálculo (taxas de re-aplicação) são definidos de forma es-

pecífica em cada situação. Mesmo com esta desvantagem, a TIRM pode ser uma medida mais fidedigna de rentabilidade quando existe grande participação de capital externo no projeto, por considerar os reais custos deste capital e um valor mais fidedigno a realidade de mercado como taxa de re-investimento dos fluxos positivos.

	TIR M (%)			
	Alt. 1		Alt. 2	
% Financiamento (investim.)	90%	0%	90%	0%
Cooperativa	30	11	20	8
Associação	23	9	12	-6
Grande Propriedade	48	21	47	20

Quadro 13: TIRM para as diferentes modalidades empresariais, alternativas de produção e níveis de financiamento

O atual sistema de comercialização de combustíveis no Brasil não permite ao produtor vender seu produto diretamente ao consumidor final. Na cadeia de fornecimento, os postos de combustíveis se abastecem com os distribuidores, com os quais o produtor está habilitado a negociar. Este mercado é regulado pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), a qual fiscaliza também os padrões de qualidade do produto como acidez, condutividade elétrica, massa específica, teor alcoólico, potencial hidrogeniônico, níveis de sulfato, ferro, cobre e sódio.

Atualmente máquinas agrícolas que utilizam álcool hidratado em associação ao óleo diesel já estão disponíveis no mercado, além dos veículos bicombustíveis que são a grande maioria da produção automobilística nacional no momento, aumentando a possibilidade do uso interno do bio-etanol (na propriedade) em substituição à compra, o que pode ser um fator de aumento de rentabilidade significativa por agregar ao resultado a diferença entre o valor pago pelo distribuidor e o valor do combustível na bomba, cujo incremento aproxima-se dos 100% (Figura 4), além de isentar a produção de tributação direta. Este benefício é evidenciado nos indicadores obtidos para o modelo da grande propriedade rural, que tem a possibilidade de utilizar todo o bio-etanol internamente nos seus processos produtivos, o que normalmente não acontece nas pequenas propriedades pelo menor emprego de máquinas agrícolas.

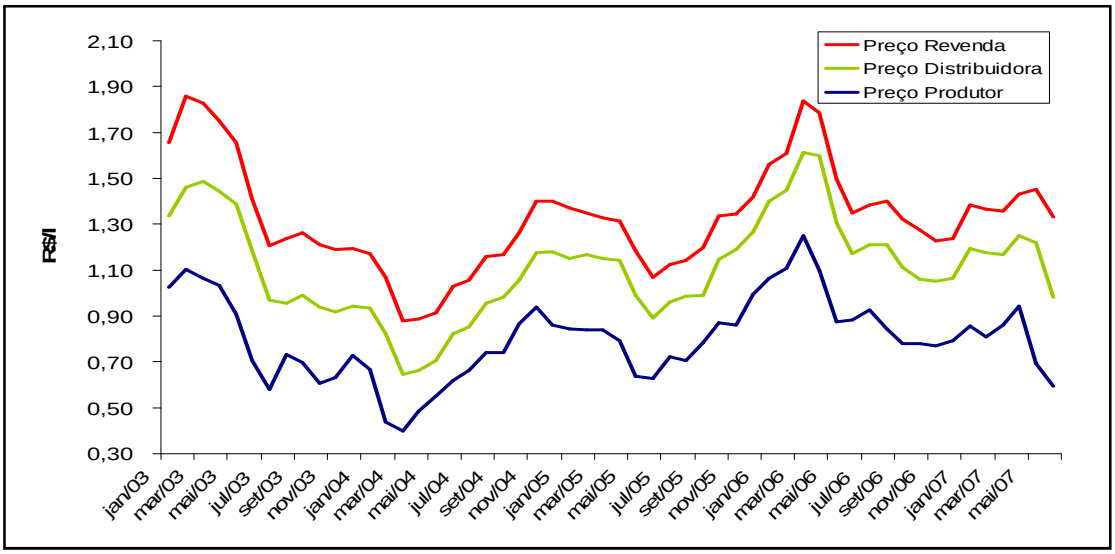

Figura 4: Participação no preço final dos elos da cadeia do álcool hidratado combustível **(**Fonte: ESALQ-SP)

A flexibilização das alternativas de comercialização ao pequeno produtor, bem como a diferenciação tributária estão sendo estudas pelos legisladores como forma de aumentar a competitividade, pois mudanças no preço do álcool ao produtor têm um grande impacto na viabilidade do negócio.

4. Conclusões

A análise técnica mostra que o volume de trabalho e a necessidade de área agrícola podem requerer o associativismo entre famílias para operacionalizar o projeto, bem como a inserção de variedades mais adaptadas às condições do Rio Grande do Sul podem contribuir com o aumento da renda proveniente de projetos desta natureza.

Quanto ao tipo de matéria-prima, a cana-de-açúcar mostrou-se mais rentável do que o uso da batata doce, embora as fontes de amido não devam ser desprezadas nas pequenas propriedades, as quais usualmente dominam a tecnologia de produção por se tratarem de culturas típicas deste perfil de propriedade. O sorgo sacarino justifica sua adoção pelo aspecto estratégico de sua produção situada no período de entressafra, além de fornecer grãos que podem ser transformados em produtos de maior valor agregado dentro da propriedade ou comercializados.

Do ponto de vista dos indicadores financeiros, o VPL e a TIR mostram que a alternativa 1 é viável com ou sem financiamento, enquanto a alternativa 2 só deve ser empregada na condição financiada ou sob condições de uma maior remuneração pelo bio-etanol, pois tem um maior custo de produção. De qualquer forma, o financiamento a juros subsidiados é fundamental para viabilizar a implantação por pequenos agricultores em função do elevado investimento inicial necessário como também por melhorar a rentabilidade do projeto.

Em relação às modalidades empresariais testadas, fica evidenciada a vantagem na utilização interna do bio-etanol, simulada na grande propriedade, mesmo com maior custo de produção devido ao custo da mão-de-obra. Este benefício também pode ser explorado pelas cooperativas e associações de pequenos produtores, à medida que consigam um maior nível de uso interno do produto. Quando o produto é comercializado com os distribuidores aos preços normalmente praticados no mercado, os indicadores econômicos mostram inviabilidade ou baixa rentabilidade quando na ausência de financiamento. A adoção de políticas de comercialização que excluam os intermediários da cadeia de fornecimento e também a diferenciação tributária podem melhorar as condições de competitividade das pequenas destilarias de bio-etanol. Outra alternativa de aumento de rentabilidade é o incentivo à todas as possibilidades de uso interno do bio-etanol produzido por eliminar os intermediários e evitar impostos.

A agregação de valor aos resíduos (vinhaça e bagaço de cana e sorgo) pode melhorar a rentabilidade como um todo, tanto pela utilização do bagaço excedente na alimentação animal, geração de energia ou compostagem, como pela fabricação de suplementos alimentares para animais a base de vinhaça. Estudos complementares precisam ser conduzidos para maximizar o aproveitamento destes subprodutos pelo produtor.

A inserção de agricultores familiares como atores na matriz energética brasileira é uma estratégia privilegiada pelo atual governo brasileiro, que cria condições extremamente favoráveis, com disponibilidade financeira subsidiada para a implantação de projetos com estas características. Esta oportunidade precisa ser considerada como uma ferramenta de apoio a manutenção destas famílias no campo, contribuindo para sua melhor qualidade de vida.

5. Referências

ANP. **Preço médio do álcool etílico hidratado ao consumidor, segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação-2001-2007**, Disponível em: http://www.anp.gov.br/conheca/anuario_2008.asp#secao_4 , acessado em outubro de 2008.

BERNARDES, D. et al. **Rendimento de cana-de-açúcar (Sachatum aficinarum) em três cultivares e quatro densidades**. XVII Congresso de Iniciação Cintífica, Pelotas, RS, 2008. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA_00823.pdf , acessado em março 2009.

CEPEA/ESALQ. **Evolução dos Indicadores Cepea/Esalq do álcool Anidro e do Hidratado.** Disponível em: http://www.cepea.esalq.usp.br/alcool/, acessado em 12 de outubro de 2008.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2007/2008, terceiro levantamento, novembro/2007.** Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília: Conab, 2007. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3lev-cana.pdf, acessado em dezembro 2008.

KROTH, L.L; DANIELS, J.; PIEROBOM, C.R. **Degenerescência da batata doce no Rio Grande do Sul,** Revista Brasileira Agrociência, v. 10, n. 1, p. 79-82, jan-mar, 2004.

Manual de Rotinas Trabalhistas. Disponível em: http://www.guiatrabalhista.com.br/guia/planilha_custos_trab.htm, acessado em 12 de outubro de 2008.

NETO, L.C.M. et.al. **Relações de preços no mercado de combustíveis e o potencial das Bolsas de Futuros para o álcool nacional**. Revista Agroanálysis, v. 27, n. 2, São Paulo, fev.2007.

MAPA. **Plano Agrícola e Pecuário 2008-2009.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola, Brasília: Mapa/SPA, 2008. 36 p. Disponível em: www.agricultura.gov.br/images/MAPA/arquivos_portal/PAP_2008_2009.pdf , Acessado em dezembro 2008.

PRONAF - **Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar**. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/programas/agropecuarios/pronaf.asp, acesso em 15 de outubro de 2008.

Relatório da Subcomissão da Cana-de-açúcar, do Álcool e do Etanol da Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul, 2007. Disponível em: www.al.rs.gov.br/download/Subcana_**alcool_etanol**/Relcana_**alcool**.pdf. Acessado em julho de 2008.

RIBEIRO FILHO, N.M. et. al. **Viabilidade de utilização de caldo de sorgo sacarino para a produção de álcool carburante**, I Congresso Norte Nordeste de Química, 2007. Disponível em www.annq.org/congresso2007/trabalhos_apresentados/T59.pdf. Acessado em julho de 2008.

TEIXEIRA, C.G.; JARDINE, J.G.; BEISMAN, D.A. **Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. v.17, n.3 Campinas set./dez. 1997.

USI – **Usinas Sociais Inteligentes**, Disponível em: http://www.usibiorefinarias.com, acessado em dezembro 2008.