

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
ENGENHARIA AMBIENTAL

Análise da viabilidade econômica de um modelo de
produção de energia e alimentos, GERIPA, em
comparação com a produção tradicional de etanol no
Brasil

Natália Heloína Costa Carvalho

Graduanda

Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto

Orientador

Monografia apresentada ao curso de
graduação em Engenharia Ambiental
da Escola de Engenharia de São Carlos
da Universidade de São Paulo.

São Carlos, SP

2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA
TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

C331a Carvalho, Natália Heloína Costa
Análise da viabilidade econômica de um modelo de
produção de energia e alimentos, GERIPA, em comparação
com a produção tradicional de etanol no Brasil / Natália
Heloína Costa Carvalho ; orientador Aldo Ometto. -- São
Carlos, 2010.

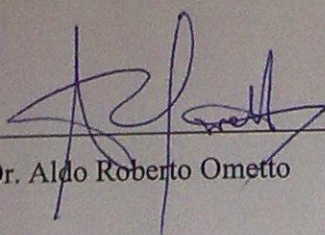
Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São
Paulo, 2010.

1. Etanol. 2. GERIPA. 3. Análise de projeto de
investimento. 4. Viabilidade econômica. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Natália Heloína Costa Carvalho

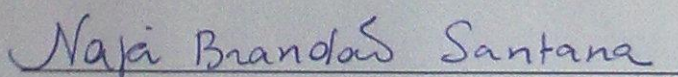
Monografia defendida e aprovada em: 22/11/2010 pela Comissão Julgadora:



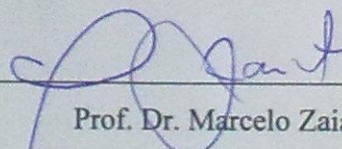
Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto



Prof. Dr. Geraldo Lombardi



Profa. Dra. Naja Brandão Santana



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto pela confiança depositada, por compartilhar suas idéias, me orientar e fazer parte do meu crescimento acadêmico e profissional.

Ao Dr. Pedro Ramos, economista do Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría em Cuba, pelas orientações durante o início do projeto.

Ao Prof. Dr. Geraldo Lombardi pelo exemplo de humildade e por estar sempre disposto a compartilhar seus conhecimentos.

Aos funcionários da Agroindustrial Santa Juliana, em especial ao Paulo Roberto Lira, pelas informações fornecidas, sem as quais este trabalho não seria possível.

Á Prof. Dr. Daisy Rebelatto pelas orientações durante a pesquisa e pelas aulas de avaliação de projeto de investimento.

Aos meus pais Kênia e Marcos, pelo exemplo de dedicação, comprometimento e amor incondicional. Obrigada por vocês sempre acreditarem no meu potencial e serem meu ponto de referência e apoio.

Á minha avó Lucia Pôncio pelo exemplo de otimismo e por sempre guiar meus caminhos através de suas orações.

Às amigas Andrea Braun e Priscila Marconi pela companhia diária, carinho e apoio durante os anos de graduação. Obrigada por fazerem parte de todos os momentos inesquecíveis, das conversas intermináveis durante esses cinco anos.

Á Julia Faria pela ajuda e conselhos fornecidos durante a idealização do projeto.

Em especial a todos aqueles que estiveram ao meu lado nesta trajetória e fizeram dela tão especial para mim.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de iniciação científica.

RESUMO

CARVALHO, N. H. C. (2010). Análise da viabilidade econômica de um modelo de produção de energia e alimentos, em comparação com a produção tradicional de etanol no Brasil. 87f. Monografia de graduação, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

Diante da escassez de combustíveis fósseis, da instabilidade política dos países com grandes reservas petrolíferas e dos impactos relacionados às emissões de gases do efeito estufa, o etanol apresenta-se como um combustível alternativo. Entretanto o sinônimo de energia limpa e ambientalmente correta passa a ser alvo de amplos questionamentos que envolvem as características de um latifúndio monocultor, o uso de queimadas, a geração de rejeitos industriais, como a vinhaça, e o “empurramento” de outras atividades agrícolas, como a pecuária, para a região da Amazônia. Dessa forma, este trabalho foi proposto com objetivo de solucionar algumas dessas questões. Tendo como objetivo geral a análise econômica do modelo de produção GERIPA, como alternativa de investimento para áreas de expansão do setor sucroalcooleiro. O GERIPA opera durante 12 meses do ano, graças a associação de sorgo sacarino e cana-de-açúcar. O modelo de produção agrícola constitui-se no cultivo de cana-de-açúcar, irrigada por gotejamento e de sorgo sacarino, irrigado por aspersão localizada, sendo a colheita manual e sem queimadas. A agricultura e os benefícios ambientais da GERIPA, em comparação com o modelo tradicional, podem ser resumidos pela menor área ocupada para a mesma quantidade produzida; não utilização de queimadas e de agrotóxicos; o controle biológico de pragas; o cultivo de frutas e hortaliças nos oito meses de entressafra do sorgo; a produção de carne e leite; e o tratamento anaeróbio de vinhaça, permitindo a transformação dos efluentes poluentes em biofertilizante. Para elaboração deste trabalho, utilizou-se como referência projetos similares, considerando neste caso as diferenças entre as condições de operação. Durante a avaliação econômica avaliou-se os custos relacionados a implantação e operação de ambas alternativas de produção de etanol. Para a avaliação da viabilidade econômica utilizou-se o valor presente líquido como resultado comparativo das duas alternativas, chegando-se a viabilidade do GERIPA, sua vantagem econômica e ambiental em relação ao modelo tradicional.

Palavras-chave: Etanol, GERIPA, análise de projeto de investimento, viabilidade econômica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do processo produtivo utilizado no GERIPA.	18
Figura 2: Área cultivada com sorgo e seus respectivos colmos.	19
Figura 3: Fluxograma simplificado do processo de produção de etanol pelo modelo tradicionalmente adotado no Brasil.	26
Figura 4: Colheita manual da cana-de-açúcar	28
Figura 5: Mesa alimentadora	28
Figura 6: Esteira metálica.	29
Figura 7: Esquema de extração de caldo de moenda de 6 ternos.	29
Figura 8: Moenda	30
Figura 9: Peneira.....	31
Figura 10: Dornas	31
Figura 11: Destilaria	32
Figura 12: Caldeira	33
Figura 13: Variação de preço do álcool anidro e hidratado.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados dos estudos realizados pela EMBRAPA.....	21
Tabela 2: Produção anual da GERIPA	38
Tabela 3: Descrição das atividades cujos custos foram considerados fixos.....	40
Tabela 4: Descrição das atividades cujos custos foram considerados variáveis	41
Tabela 5: Receitas dos produtos produzidos pela GERIPA.	42
Tabela 6: Produtos consumidos internamente e suas respectivas quantidades.	42
Tabela 7: Variação do preço de laticínios nas principais regiões produtoras do Brasil .	44
Tabela 8: Cotação dos principais produtos hortifrutícolas produzidos no Brasil.....	45
Tabela 9: Relação dos investimentos necessários à implantação da GERIPA.....	46
Tabela 10: Produtividade do canavial	47
Tabela 11: Dados da área agrícola.....	49
Tabela 12: Equivalência de produtos em ATR.....	49
Tabela 13: Preço pago por ATR.....	50
Tabela 14: ATR no município de Piracicaba-SP.....	51
Tabela 15: Investimento em equipamentos e maquinas agrícola.	52
Tabela 16: Custos fixos agrícolas.....	53
Tabela 17: Dados para cálculo dos custos variáveis agrícolas.	54
Tabela 18: Custos totais da produção de cana-de-açúcar	55
Tabela 19: Relação dos principais componentes do setor industrial de uma usina de álcool.	56
Tabela 20: Dados considerados para o cálculo dos custos fixos industriais.	58
Tabela 21: Custos fixos industriais.....	58
Tabela 22: Dados considerados para os cálculos dos custos variáveis industriais.....	58
Tabela 23: Custo total de produção do etanol.	59
Tabela 24: Fluxo de caixa resumido da GERIPA.....	60
Tabela 25: Fluxo de caixa resumido do modelo tradicional.....	61
Tabela 26: Comparação do modelo de produção tradicional como GERIPA, segundo o modelo econômico.....	62

LISTA DE SIGLAS

ANP	Agencia nacional do petróleo
ATR	Açúcar total recuperável
BRIX	Quantidade de sólidos solúveis em uma solução de sacarose
CEPEA	Centro de estudos avançados em economia aplicada
CETESB	Companhia de tecnologia e saneamento ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GERIPA	Geração de energia renovável integrada a produção de alimentos
INPM	Quantidade em gramas de álcool absoluto contida em 100 gramas de mistura hidro-alcoólica
PCH	Pequena central hidrelétrica
TIR	Taxa interna de retorno
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1- Introdução	15
1.1. Justificativa.....	16
1.2. Objetivos	16
2- Revisão Bibliográfica.....	17
2.1. GERIPA.....	17
2.1.1. Fluxograma do Processo.....	18
2.1.2. Cultivo de cana-de-açúcar e sorgo.....	19
2.1.3. Tratos culturais	22
2.1.4. Colheita da cana-de-açúcar e do sorgo.....	22
2.1.6. Extração do caldo.....	23
2.1.7. Tratamento do caldo.....	23
2.1.8. Fermentação, centrifugação e destilação	23
2.1.9. Geração de vapor e energia elétrica	24
2.1.10. Biodigestão	24
2.1.11. Fertirrigação	24
2.1.12. Setor pecuário	24
2.1.13. Produção de levedura seca.....	25
2.2. Usina tradicional.....	25
2.2.1. Fluxograma do processo	26
2.2.2. Preparo do solo	27
2.2.3. Plantio da cana-de-açúcar.....	27
2.2.4. Tratos culturais	27
2.2.5. Colheita da cana-de-açúcar	27
2.2.6. Recepção de cana.....	28
2.2.7. Extração do caldo.....	29
2.2.8. Preparação do mosto, fermentação e centrifugação	31
2.2.9. Destilação	32
2.2.10. Geração de vapor e de energia elétrica	32
2.2.11. Fertirrigação	33
2.3. Determinação dos custos e receitas de produção.....	33
3 – Método da pesquisa	34
3.1. Fluxo de caixa.....	35
3.2. Valor presente líquido (VPL)	35
3.3. Taxa interna de retorno (TIR).....	36

4 - Resultados e Discussões.....	37
4.1. Aspectos econômicos da GERIPA.....	37
4.1.1. Produção anual.....	38
4.1.2. Custos operacionais.....	39
4.1.3. Receitas.....	42
4.1.4. Investimentos.....	45
4.2. Aspectos econômicos da produção tradicional de etanol.....	46
4.2.1. Agrícola.....	46
4.2.2. Industrial.....	55
4.3. Fluxo de caixa.....	60
4.4. Análise dos modelos de investimento: geripa e tradicional.....	62
5 – Conclusão.....	64
6 - Referências Bibliográficas.....	65
ANEXO A.....	69
ANEXO B.....	73
ANEXO C.....	75
ANEXO D.....	80
APÊNDICE A.....	84
APÊNDICE B.....	86

1- INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por bicompostíveis motivada pela escassez de combustíveis fósseis, instabilidade política nos países produtores de petróleo e dos impactos relacionados ao aquecimento global, tem colocado o etanol no centro das discussões a cerca de combustíveis alternativos.

Atualmente, com a ajuda da tecnologia dos motores bicompostíveis, o consumo de etanol já é maior do que o de gasolina no Brasil, algo que não ocorria desde os anos 80, no auge do Proálcool. O sinônimo de energia limpa e ambientalmente correta, no entanto é ameaçado pelas críticas, que o colocam no cenário mundial como o responsável pela crise de alimentos.

Desde o seu ressurgimento no cenário mundial o etanol tem sido vítima de especulações. No entanto, sabe-se que parte da alta dos preços dos alimentos é justificada pela expansão da lavoura do milho voltada para a produção de etanol nos Estados Unidos. Em 2008 a porcentagem de milho destinado produção de etanol nos Estados Unidos pode chegar a 30%, ou seja, 170% a mais que nos últimos quatro anos (DUAILIBI, 2008).

Além disso, a produtividade do etanol a partir do milho é muito baixa se comparada a do etanol, são produzidos 7 500 litros de etanol por hectare plantado de cana. No caso do milho, cada hectare produz apenas 3 000 litros. A cana-de-açúcar destinada á produção de etanol ocupa 3,6 milhões de hectares, ou seja, 1% do total de terras aráveis para produzir mais da metade de todo o combustível necessário para abastecer a frota de automóveis brasileira. Os Estados Unidos, por outro lado, já consomem 4% de suas terras com o plantio do milho destinado à produção de álcool, o que não representa nem 2% do total de combustíveis usado pelos carros do país (FRANÇA, 2008).

Segundo Bacchi (2004), o Brasil é o país que apresenta o menor custo de produção do álcool, sendo o estado de São Paulo o maior produtor nacional de álcool, com características de solo e clima propícios à cultura da cana, modernas tecnologias e experiência para produzir o álcool combustível a partir da cana-de-açúcar.

Apesar das vantagens da produção brasileira de etanol a partir da cana-de-açúcar, esta ainda é motivo de amplos questionamentos que envolvem as características de um latifúndio monocultor, o uso de queimadas, a geração de rejeitos industriais, como a vinhaça, e o “deslocamento” de outras atividades agrícolas, como a pecuária, para a região da Amazônia.

Diante disso, o projeto Geração de Energia Renovável Integrada à Produção de Alimentos (GERIPA) foi criado com objetivo de conciliar a geração de combustível, energia e alimento, e ainda adotar práticas sustentáveis durante toda a cadeia de produção, solucionando assim algumas dessas questões.

1.1. JUSTIFICATIVA

Sabendo-se da demanda por energia renováveis, o etanol é visto como uma das mais promissoras alternativas. Dessa forma, muito vem sendo investido em pesquisa para tornar sua produção mais sustentável. Dentre estes modelos de produção, a GERIPA é uma alternativa que permite produção de alimentos, produtos agrícolas e pecuários, o reaproveitamento dos resíduos, bem como a geração de energia elétrica. No entanto seria este modelo economicamente vantajoso?

1.2. OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa inclui analisar um sistema de produção de etanol com vantagens ambientais (GERIPA), e comparar a viabilidade econômica deste modelo de produção, como alternativa de investimento para áreas de expansão do setor sucroalcooleiro, comparando-a com o modelo tradicionalmente adotado no Brasil.

Para isso as perguntas formuladas anteriormente serão respondidas: Sabendo-se das vantagens ambientais e sociais decorrentes do contexto GERIPA, seria este modelo economicamente vantajoso?

Para alcançar o objetivo proposto foi realizado um levantamento bibliográfico, utilizando como base para descrição da GERIPA o trabalho desenvolvido por Ramos e Lombardi (2001) e para o modelo tradicional foram realizadas observações diretas em usina de etanol. A partir do levantamento de dados realizado, foi possível comparar economicamente os dois modelos de produção, utilizando para isto as ferramentas do valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR).

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. GERIPA

A GERIPA se propõe a produzir energia renovável e alimentos com máxima eficiência produtiva sob qualidade ambiental e social. Para isso, tem como objetivo o uso de controle de pragas biológico, a perda de fertilidade do solo, a contaminação do lençol freático, o consumo de energia tanto elétrica quanto fóssil, a geração de resíduos e o consumo de água, buscando também alternativas mais eficientes de produção.

No Projeto GERIPA o conceito de integração abrange todo o setor produtivo permitindo a redução dos custos de produção. Além disso, mantém suas atividades em pequena cooperativa, reduzindo os riscos de monopólios. A produção de 125.000 litros de álcool diariamente é aliada à produção de alimentos capaz de abastecer uma cidade de 30.000 habitantes, caracterizando-se como pólo de desenvolvimento autônomo e estratégico dentro da proposta do Protocolo de Kyoto para redução de gases do efeito estufa.

A GERIPA atua segundo princípios básicos da educação, prevenção, medicação e reabilitação. As instalações civis e sociais prevêm vila residencial, berçário, pré-primário, ensino fundamental até segundo ciclo completo, alfabetização de adultos, orientação familiar e alimentação desde o berçário, dentro do melhor padrão internacional. Especial atenção é dada ao esporte, à ética e à cidadania.

Dentro do conceito social, a GERIPA dispõe de assistência médico-odontológica com ambulatório equipado para as duas funções, com atendimento em nível de pequenas intervenções. Para tratamento especializado tem prevista as facilidades para traslado.

Conta também com uma creche, pré-primário e cursos de alfabetização de adultos, todos com nível de excelência metodologia (Celestin Freinet Method). A interdisciplinaridade administrativa e operacional da GERIPA exige um grupo de trabalho formado por técnicos altamente qualificados. Tais investimentos em educação são premissas básicas da GERIPA, sendo sua finalidade principal a educação do ser humano no conceito universal.

Os dados apresentados nesta revisão foram coletados de fontes primárias – amostra direta do processo analisado; secundárias – revisão bibliográfica, entrevistas e por algumas considerações realizadas por especialistas com alto grau de experiência e conhecimento comprovado dos setores avaliados.

2.1.1. FLUXOGRAMA DO PROCESSO

O processamento de cana-de-açúcar e sorgo, a partir da colheita para os produtos finais: álcool, levedura desidratada, de energia e de outros é ilustrada na Figura 1.

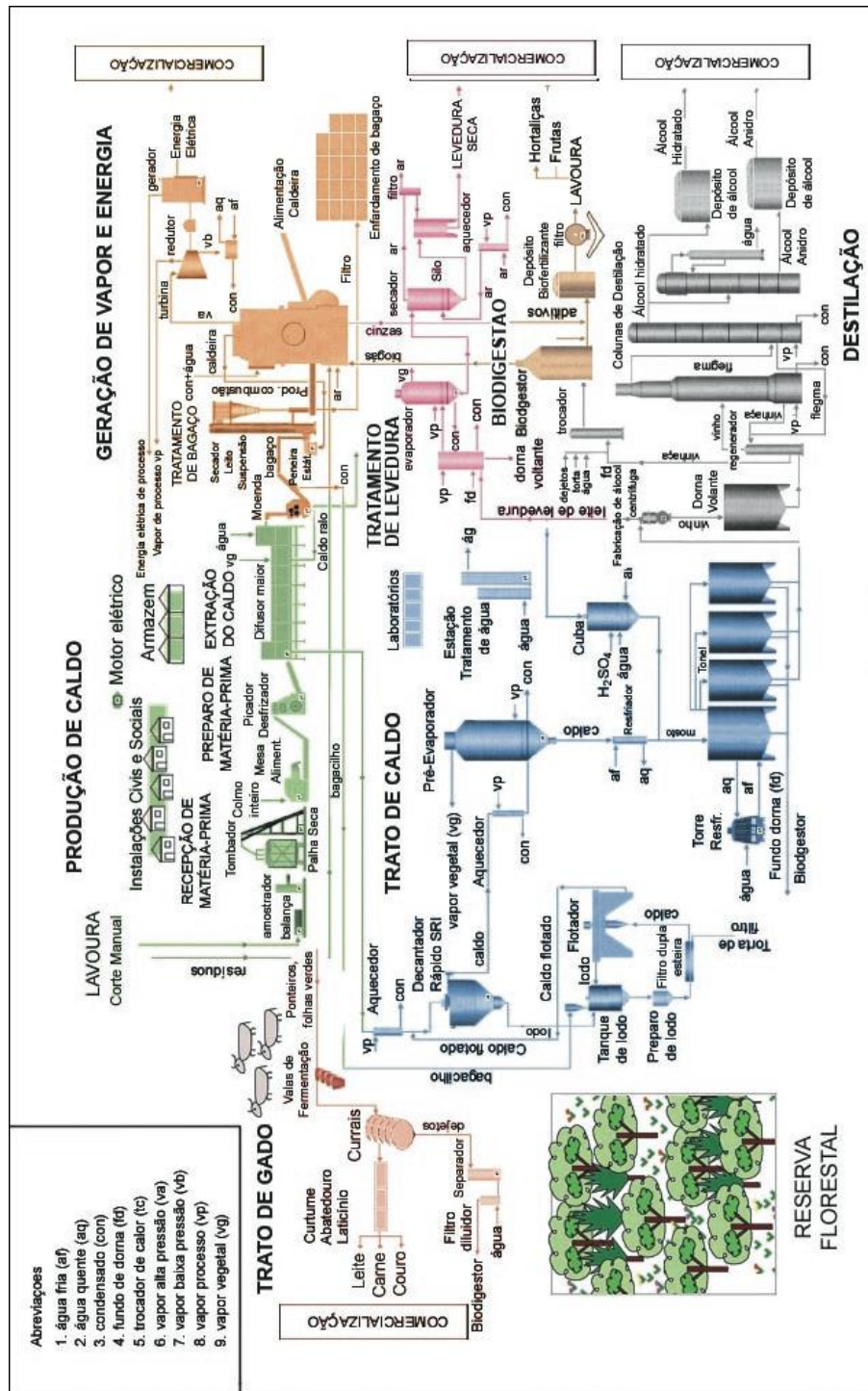


Figura 1: Fluxograma do processo produtivo utilizado no GERIPA.

Fonte: Ramos e Lombardi (2001).

2.1.2. CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR E SORGO

A GERIPA opera em terreno de 12.900 hectares durante 12 meses do ano, graças à associação de sorgo sacarino e cana-de-açúcar. A rapidez do ciclo de produção, o teor relativamente alto de açúcares diretamente fermentáveis contidos no colmo e a antecipação da colheita em quatro meses com relação à cana-de-açúcar justificam a posição de destaque do sorgo (EMBRAPA, 2004). Além disso, nos oito meses de entressafra, a área do sorgo é utilizada para produção de alimentos.

Nas grandes destilarias, o período da entressafra da cana-de-açúcar, compreendendo os meses de dezembro a abril, é utilizado para os necessários reparos nas instalações e equipamentos, principalmente a revisão das moendas. Entretanto, quando se trata de microdestilarias, como a GERIPA, grande parte deste tempo é completamente ocioso. O cultivo do sorgo sacarino é uma alternativa técnica e economicamente viável para fornecimento de matéria-prima à microdestilaria, evitando o corte antecipado de cana-de-açúcar.

O sorgo (Figura 2), uma gramínea cultivada em várias regiões do planeta, é o quinto cereal mais cultivado no mundo, ficando atrás do trigo, arroz, milho e cevada. Possui origem africana, há 5000 anos, na região do Sudão e Etiópia, e espalhou-se pelas tribos do leste africano durante os últimos mil anos, devido à difusão da cultura. Em território americano, os escravos foram responsáveis pela introdução de suas sementes.



Figura 2: Área cultivada com sorgo e seus respectivos colmos.

Fonte: (ecoport.org, 2008).

Segundo Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 1994), a produção mundial de sorgo em 2004 atingiu 440.000 km², este cereal possui

diversas utilidades (Quadro 1), sendo utilizado principalmente como forragem e na alimentação em países como a África e a Ásia. Oferece vantagens em relação à cana-de-açúcar, por possui maior resistência hídrica e ser mais resistente a solos degradados.

Quadro 1: Tipos de sorgo e suas utilizações diversas

Tipo de sorgo	Produto	Utilização
Granífero	Grão	Substituto do milho na alimentação animal – rações balanceadas (bovinos, suínos e aves), utilização do restolho. Alimentação humana – uso da farinha. Na industrialização de produtos: amido, cera, cerveja, óleo, etc.
Forrageiro	Biomassa	Corte, silagem e feno.
Vassoura	Panículo	Vassouras, escovas e ornamentação – tem uso restrito e localizado.
Sacarino	Colmo e Grão	Frutose, sacarose e álcool.

Fonte: Olivetti & Camargo, 1997.

O cultivo de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor L. Moench*) envolve a produção de grãos que são destinados a alimentação animal, e a extração de caldo de seus colmos para produção de etanol. Outra vantagem dessa associação é o processo produtivo de álcool a partir do sorgo é muito parecido com o da cana-de-açúcar, não necessitando de grandes investimentos adicionais.

Pouco difundida no Brasil, a cultura do sorgo começou a ser estudada em Campinas entre 1940 e 1950. A partir de 1970 passou a substituir o milho durante sua entressafra, a partir de então passou a ser vinculado às empresas produtoras de sementes (MARCOCCIA, 2007). Durante a crise do petróleo nas décadas de 70 e 80, iniciou-se os estudos da utilização do sorgo para produção de etanol, principalmente pela EMBRAPA. Como resultado, verifica-se na Tabela 1 que o sorgo demonstrou ser um ótimo complemento à cana-de-açúcar para produção de etanol.

Tabela 1: Resultados dos estudos realizados pela EMBRAPA.

	Ano agrícola 1987/88	Ano agrícola 1988/89
Sorgo Sacarino		
Nº de plantas/ha	138.564	82.710
Rendimento de colmos/ha (kg)	48.497	48.485
Rendimento em grãos/ha (kg)	2.875	4.166
ART dos colmos (%)	9,71	9,56
ART/ton de colmos (kg)	97,1	94,60
Álcool etílico a 100°GL, teórico em litros/ton de colmos	62,88	61,91
Álcool etílico a 100°GL, eficiência 53% sobre ART*, em litros/ton colmos	53,61	52,78
Cana de açúcar		
ART dos colmos (%)	10,33	10,65
ART/ton de colmos (kg)	103,3	106,5
Álcool etílico a 100°GL, teórico em litros/ton de colmos	66,89	68,96
Álcool etílico a 100°GL, eficiência 53% sobre ART, em litros/tonelada colmos	54,70	56,60

* Açúcares redutores totais

Fonte: TEIXEIRA, 1997.

Na Índia o programa de produção de sorgo sacarino visa à desconcentração dos grandes centros e proporcionar a geração de fontes energéticas sustentáveis e acessíveis à população. O etanol, produzido através do sorgo, é utilizado como combustível em fornos domésticos e na iluminação residencial em substituição à lenha e ao querosene oriundo do petróleo (MARCOCCIA, 2007).

O modelo de produção agrícola, GERIPA, constitui-se no cultivo de cana-de-açúcar em 2950 hectares, irrigada por gotejamento e 4420 hectares de sorgo sacarino, irrigado por aspersão localizada, a colheita é manual e sem queimadas. Todas estas características contribuem para minimizar as alterações na atmosfera e lençol freático.

A utilização do sistema de irrigação por gotejamento permite a manutenção do canal por um período bem mais longo que o usual, diminuindo os custos relacionados à sua renovação. Isso é possível devido às reduções no crescimento de ervas daninhas que duplica o tempo de vida útil da cana, que passa a suportar de dez a doze socas e elevar a produção para 150 toneladas por hectare, chegando a 170 toneladas por hectare. (NETAFIN, 2008)

Os efeitos da adição de vinhaça nas propriedades físicas e químicas do solo, na produção agrícola e na qualidade dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos são discutidos na literatura ainda de modo insuficiente. Os resultados obtidos apresentam

algumas variações de acordo com as condições de estudo, tais como: dose de vinhaça, tempo de aplicação, presença e ausência de determinadas culturas, época de aplicação, pluviosidade, tipo de solo, entre outros fatores.

Dessa forma, a irrigação com o biofertilizante na GERIPA é realizada em conformidade com a Portaria 4.231 da CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental). De acordo com esta portaria, a utilização da vinhaça na irrigação da cana-de-açúcar deve obedecer a critérios como: localização dos tanques de armazenamento, dos cursos de água, dos poços utilizados para abastecimento, das áreas de interesse; dados de geologia e hidrogeologia local, análise dos solos, forma e dosagem de aplicação de vinhaça.

Os gases emitidos pelo biodigestor são queimados juntamente com o bagaço e 40% da palha em uma caldeira para a produção de vapor superaquecido a 450°C e geração de energia elétrica.

Neste projeto adotou-se a produtividade da cana de 80 t/ha, usual em São Paulo, e 60 t/ha para o sorgo de acordo com dados fornecidos pela EMBRAPA MILHO E SORGO.

2.1.3. TRATOS CULTURAIS

Todo controle de pragas é feito pelo método biológico. O controle biológico consiste no emprego de um organismo (predador, parasita ou patógeno) que ataca outro que esteja causando danos econômicos às lavouras. Um exemplo importante é a utilização da espécie *Cotesia flavipes* para ajudar na eliminação da broca da cana de açúcar. Esta broca ataca os colmos da cana, furando-os e tornando-a menos produtiva.

2.1.4. COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR E DO SORGO

O corte da matéria prima é feito manualmente e sem queimadas. A produtividade média atual de um cortador pode chegar a 12t/dia (ALVES, 2006). No entanto, a GERIPA adota uma produtividade de 3t/dia para os cortadores, garantindo uma remuneração adequada e evitando trabalho exaustivo. O transporte da matéria prima (cana e sorgo) é feito pelo sistema “Rodotrem”, por sete tratores, cada um com dois reboques abertos, com capacidade total de 640t/d, perfazendo as necessidades internas da GERIPA.

2.1.5. Preparação da matéria-prima

Os galhos de cana e sorgo chegam à seção de qualificação, preparação e limpeza. As pontas verdes são cortadas e enviadas para a alimentação do gado. A limpeza de galhos é realizada a seco por equipamento pneumático. Cerca de 60% da palha é utilizada para a proteção do solo e 40% é queimado na caldeira para geração de vapor e conseqüente geração de energia elétrica.

2.1.6. EXTRAÇÃO DO CALDO

Os caules são triturados e, em seguida, retalhados. A extração do caldo é realizada com elevado desempenho por difusor com eficiência de 98%.

2.1.7. TRATAMENTO DO CALDO

O objetivo do tratamento de caldo é eliminar todas as impurezas, que seriam prejudiciais as outras etapas do processo. Consiste de uma série de operações: peneiramento, caleagem, aquecimento, decantação e filtração.

Depois de peneirado, adiciona-se cal ao caldo para correção de pH. O aquecimento é responsável pela esterilização do caldo, eliminando certas bactérias.

O caldo peneirado, caleado e aquecido vai para o decantador ou clarificador. O objetivo desta etapa do tratamento é evitar impurezas, como terra, fragmentos de bagacilhos e outros elementos estranhos que venham perturbar a fermentação. Depois desta etapa o caldo é enviado para o processo de fermentação.

2.1.8. FERMENTAÇÃO, CENTRIFUGAÇÃO E DESTILAÇÃO

A seção tem quatro tanques, o maior é utilizado para operação contínua onde começa a fermentação e os outros três são operados em batelada, até a fermentação completa. O vinho formado é centrifugado para extração da levedura e depois alimenta as duas colunas do destilador, onde álcool hidratado e outros sub-produtos, como vinhaça, são extraídos.

2.1.9. GERAÇÃO DE VAPOR E ENERGIA ELÉTRICA

O bagaço contendo 50% de umidade passa por um secador de leito suspenso que reduz sua umidade a 35%. O secador opera com produtos de combustão da caldeira, exauridos de O₂, com 250 °C na entrada e 90 °C na saída, no melhor processo regenerativo do ciclo. Este material é queimado na caldeira para gerar todo o vapor para o processo. O excesso bagaço é armazenado para ser usado na entressafra.

A GERIPA prevê a queima de 100% do bagaço e de 40% da palha seca para a produção de vapor sobreaquecido (pressão de 100 bar e temperatura de 520 °C), em uma caldeira de queima de suspensão. O vapor é utilizado para a produção de eletricidade em um sistema turbo gerador de alta potência (5,2MW) e eficiência. A caldeira também é capaz de usar gás natural ou metano proveniente do biodigestor.

2.1.10. BIODIGESTÃO

O líquido é parcialmente diluído e o seu pH é ajustado no intervalo de 3,5 a 4. Posteriormente, quando atinge a temperatura adequada, ele é fermentado em um biodigestor anaeróbio, onde o biogás, rico em metano e de pH neutro, é produzido. As cinzas da caldeira e de outros nutrientes são adicionadas ao biofertilizante, produzindo um fertilizante ideal para ser devolvido à etapa de produção agrícola de cana-de-açúcar e sorgo.

2.1.11. FERTIRRIGAÇÃO

A área cultivada com cana-de-açúcar é irrigada por gotejamento e a área destinada ao sorgo sacarino é irrigada por aspersão localizada.

2.1.12. SETOR PECUÁRIO

Além das atividades agrícolas, a GERIPA é capaz de produzir ração para 7433 cabeças de gado criados em semi-confinamento, com cinco meses em pasto aberto. O confinamento parcial pode duplicar o número de animais, evitar stress, reduzir a incidência de doenças e aumentar a qualidade do produto. A alimentação dos bovinos é

feita com pontas de cana-de-açúcar, grãos de sorgo e parte da levedura resultante da fermentação do caldo.

Os dejetos dos animais são enviados ao biodigestor, onde também se adiciona a vinhaça e as cinzas da caldeira. No biodigestor, estes compostos passam por um processo de digestão anaeróbia e ajuste nutricional, resultando em um excelente biofertilizante.

O leite produzido na GERIPA é do tipo A, uma vez que o leite in natura é retirado pela ordenha mecânica e vai direto para um tanque, onde é aquecido até 70-75°C e depois resfriado. Esse processo denomina-se pasteurização. Todo o processo é feito na área da GERIPA, com o mínimo de contato humano. Dentre as vantagens deste processo pode-se destacar a sua maior longevidade, pois o leite Tipo A tem menos contaminantes que os leites Tipo B e C.

2.1.13. PRODUÇÃO DE LEVEDURA SECA

A levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) depois de ser utilizada como fermento na destilaria pode ser transformada em quatro produtos: autolisado, extrato, parede celular e concentrado protéico. De acordo com pesquisas desenvolvidas por Sgarbieri (2002), todos esses subprodutos possuem proteínas e podem ser adicionados às massas, aos biscoitos e aos pães, além de uma série de outros produtos alimentícios. São também substâncias ricas em vitaminas do complexo B, micronutrientes e minerais essenciais, como manganês, magnésio, zinco e ferro.

O processo industrial para produção de levedura seca consiste no bombeamento da levedura de fundo do primeiro tanque e da centrífuga para o thermolizer, onde se remove o de vinho para ser reutilizado. Em seguida, a levedura é concentrada em um vaporizador e desidratada com um secador. Depois de seca a levedura é ensacada.

2.2. USINA TRADICIONAL

Os dados de origem primária foram obtidos diretamente dos processos em usina convencional da região do Triângulo Mineiro, sendo os demais completados pela bibliografia e por consulta a especialistas.

Para coleta dos dados primários, realizaram-se visitas à Agroindustrial Santa Juliana, no município de Santa Juliana, Minas Gerais. A Empresa pertence à Bunge

alimentos, divisão de açúcar e etanol, a qual vislumbrou uma boa oportunidade de investimento no setor sucro-alcooleiro no Triângulo Mineiro. Esta oportunidade está fundamentada na expectativa gerada pelo aumento da demanda do mercado, tanto interno quanto externo, aliado ao clima e solo altamente favoráveis ao cultivo da cana-de-açúcar e às excelentes condições logísticas, dentre elas uma ferrovia passando dentro da área do projeto, além da disponibilidade de mais de 230 mil hectares para a atividade agrícola.

As Figuras 4, 5, 6, 9, 10, 11 e 12, apresentadas neste relatório, foram fotografadas durante as visitas realizadas à Agroindustrial Santa Juliana.

2.2.1. FLUXOGRAMA DO PROCESSO

O fluxograma simplificado da usina em estudo é descrito na Figura 4.

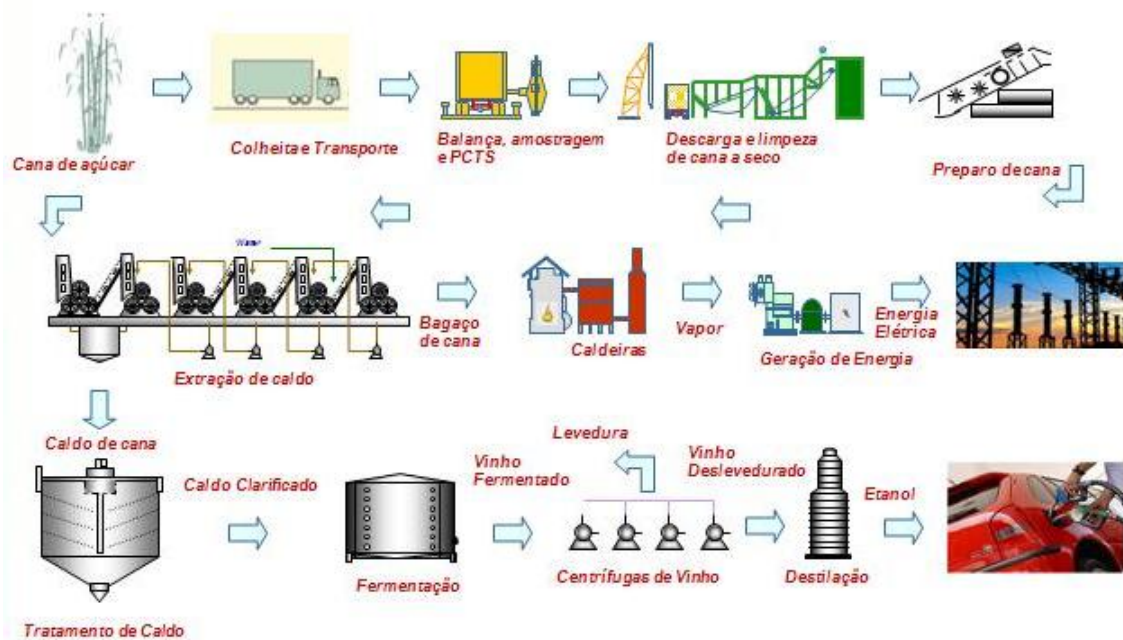


Figura 3: Fluxograma simplificado do processo de produção de etanol pelo modelo tradicionalmente adotado no Brasil.

Fonte: Agroindustrial Santa Juliana

Com base no fluxograma apresentado na Figura 4, e no trabalho realizado por Ometto (2005), o ciclo de vida do etanol foi dividido em nove atividades: preparo do solo; plantio da cana-de-açúcar; tratos culturais; colheita da cana-de-açúcar; processo

industrial do etanol; geração de vapor e de energia elétrica; fertirrigação; distribuição do etanol; utilização do etanol combustível. Para efeito de avaliação econômica, esta pesquisa não irá considerar as etapas de distribuição do etanol e utilização do etanol combustível.

2.2.2. *PREPARO DO SOLO*

Considerando-se a cultura já instalada e a realização de cinco cortes da cana-de-açúcar para realizar a renovação do canavial, as atividades de preparo do solo são executadas, anualmente, em 20% da área total agrícola com cana-de-açúcar, equivalente a 3530 hectares.

2.2.3. *PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR*

O plantio da cana-de-açúcar é feito manualmente e mecanicamente. Planta-se em média 13 a 14 toneladas de muda de cana por hectare.

2.2.4. *TRATOS CULTURAIS*

A principal atividade dos tratos culturais é a aplicação de agrotóxicos. Os principais agrotóxicos utilizados são: Metrimex, Gesapax, Herbipak (Ametrina); Gamit (Clomozone); Diuron Nortox 500 SC (Diuron); Sencor (Metribuzin); Provence (Isoflutoler); Roundup (Glifosato); Combine (Tebuthiuron); Velpar, Advance (Hexazinone + Diuron); Volcane, Accord, MSMA Sanachem (MSMA); 2,4 D Fersol, Aminol (2,4-D); Aurora (Carfentrazone); Regent (Fipronil).

Além disso, utiliza-se nos tratos culturais, calcário e macronutrientes primários tais como: Uréia e Nitrato (Nitrogênio); Super Simples e Super Triplo (Fósforo); Cloreto de potássio (Potássio).

2.2.5. *COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR*

De acordo com os dados primários, 42% da colheita é realizada mecanicamente, e 58% da cana é queimada e colhida manualmente. A Figura 5 mostra o trabalho realizado pelos cortadores de cana.



Figura 4: Colheita manual da cana-de-açúcar

2.2.6. RECEPÇÃO DE CANA

Após ser carregada no campo, a cana é levada para a usina onde é pesada nas balanças rodoviárias. Cada caminhão é pesado previamente, e seu peso é descontado do valor total da carga, obtendo-se o peso da cana em toneladas.

Com o objetivo de amostrar a matéria prima, utiliza-se um amostrador oblíquo. A sonda penetra na cana e colhe amostra, esta é enviada para laboratório. A quantidade de cana pesada e o ATR (açúcar total recuperável) medido são as variáveis que fornecem a quantidade de açúcar que entrou na usina.

Em seguida, a cana-de-açúcar é derrubada na mesa alimentadora, onde passa por um processo de limpeza a seco, que tem como principal finalidade separar as impurezas vegetais e minerais, como palha e resíduos de terra que vêm junto com a cana colhida.



Figura 5: Mesa alimentadora

Na etapa de recepção da cana, existem vários tipos de perdas indeterminadas tais como: aquelas derivadas da queda de cana e pisoteio por caminhões e máquinas que operam no pátio de descarregamento; esmagamento em garras e cabos dos equipamentos de descarga; e perda por decomposição da sacarose devido ao tempo de espera.

Depois de limpa, a cana é preparada para extração do caldo. Durante este preparo, a cana é picada, desfibrada e isenta de materiais metálicos (Figura 7).

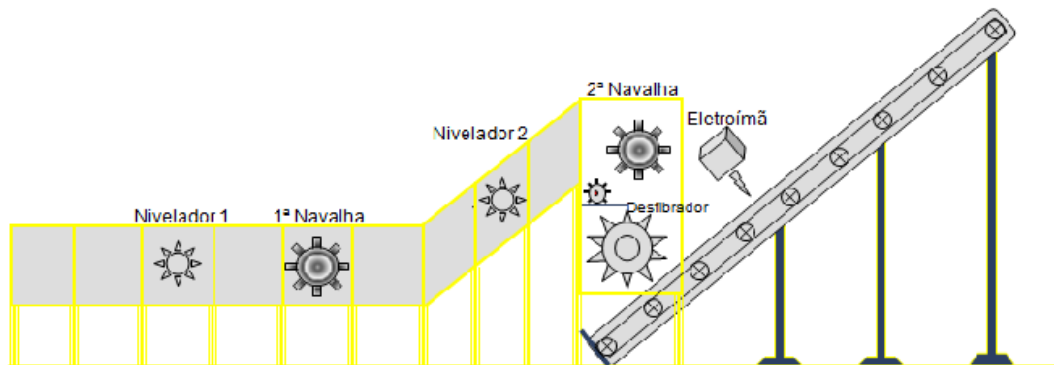


Figura 6: Esteira metálica.

Fonte: (BEM e PASSARINI, 2006)

2.2.7. EXTRAÇÃO DO CALDO

A extração do caldo é feita por uma moenda, que consiste em um equipamento que esmaga a cana para a retirada do caldo. Na extração é importante destacar a embebição e a diferença entre os tipos de caldos extraídos pela moenda. O caldo primário, como pode ser visualizado pela Figura 8, é aquele extraído do primeiro terno isoladamente e o secundário, aquele extraído do segundo, sendo acumulado a ele o caldo dos demais ternos, mais a embebição. O caldo misto, por sua vez, é a mistura dos dois.

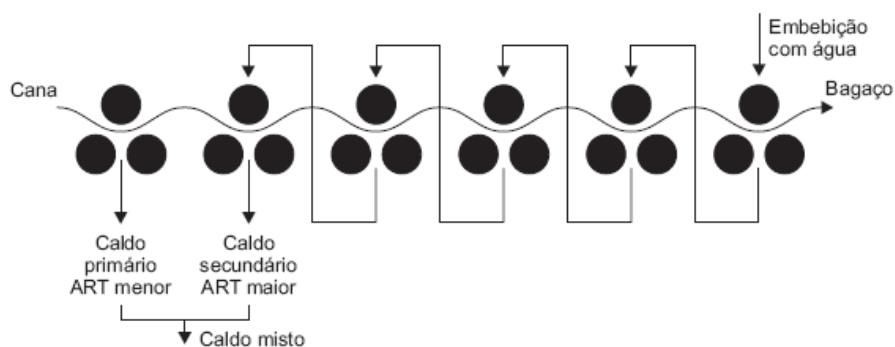


Figura 7: Esquema de extração de caldo de moenda de 6 ternos.

Fonte: (BEM e PASSARINI, 2006)



Figura 8: Moenda

O caldo primário é mais rico em ATR que o secundário, ou misto, sendo assim, mais apropriado para a fabricação do açúcar, uma vez que, para sua fabricação, é necessário promover a concentração (elevar o Brix) desse ATR ao longo das fases seguintes. Porém, no caso considerado todo o caldo produzido é direcionado exclusivamente para produção de etanol.

Nesta fase ocorre a perda na extração propriamente dita, que é resultante da incapacidade da moenda em extrair o total de açúcar da cana, e a perda indeterminada, resultante de decomposição da sacarose, atividade microbológica e vazamentos em geral (BEM e PASSARINI, 2006).

A clarificação visa à obtenção de um caldo livre de impurezas. Para esse objetivo estão envolvidas as etapas de aquecimento (primeiro estágio - regeneração de calor), correção de pH, aquecimento (segundo estágio - acima do ponto de ebulição 108°C) e decantação.

Para correção do pH adiciona-se cal, este é responsável pelo aumento de pH, que passa de 5,3 para 6,8.

A decantação do caldo tem como subproduto o lodo, este é enviado aos tanques de lodo onde recebe a adição de bagacilho e em seguida a filtros prensa. A filtração tem como objetivo a recuperação do açúcar contido no lodo, fazendo com que este retorne ao processo na forma de caldo filtrado. O material retido na filtração do lodo do decantador recebe o nome de torta e é enviado à lavoura para ser utilizado como adubo.

Depois de decantado o caldo passa por peneiramento em peneira estática, aquecimento (terceiro estágio – atinge 117°C) e pré-evaporação. A pré-evaporação é uma concentração do caldo através da retirada de água.



Figura 9: Peneira

2.2.8. PREPARAÇÃO DO MOSTO, FERMENTAÇÃO E CENTRIFUGAÇÃO

É nesta fase que os açúcares são transformados em etanol. As reações ocorrem em tanques denominados dornas de fermentação. Na usina em questão, este processo é realizado em bateladas. Na fase inicial da fermentação adiciona-se 30% de fermento nas dornas, que depois são alimentadas com mosto.



Figura 10: Dornas

Após a fermentação o Brix chega a zero e o vinho é enviado às centrífugas para a recuperação do fermento. O concentrado do fermento recuperado, denominado leite de levedura, retorna às cubas para o tratamento. O vinho é enviado para uma dorna, denominada volante, e estará pronto para ser destilado.

2.2.9. DESTILAÇÃO

O álcool hidratado, produto final dos processos de epuração (destilação) e retificação, é uma mistura binária álcool-água que atinge um teor padrão ANP da ordem de 92,6° a 93,8° INPM e o anidro de 99,3° INPM. Isto ocorre devido à formação de uma mistura azeotrópica, fenômeno físico no qual os componentes não são separados pelo processo de destilação.

Os produtos da destilaria são o álcool anidro e hidratado. O álcool anidro é produzido na coluna C da destilaria, a partir do álcool hidratado (colunas A e B). O volume máximo de álcool produzido é de 850 m³/dia, sendo que esta produção pode ser 100% de hidratado ou uma parte de anidro, que pode chegar a 350 m³/dia.



Figura 11: Destilaria

Depois de pronto, o álcool passa por um tanque de medição para análise de qualidade e depois é bombeado para os tanques de armazenamento.

2.2.10. GERAÇÃO DE VAPOR E DE ENERGIA ELÉTRICA

O bagaço sai da moenda para alimentar as caldeiras, com teor de umidade variando de 49% a 52%. Parte do bagaço (4%) que sobra da geração de energia fica estocado no pátio. Atualmente, a empresa não possui excedente de geração de energia elétrica e o seu consumo total é de 5MVA.

No processo de geração de vapor são utilizadas duas caldeiras de 120 t/h, sendo uma de 30Kg e outra de 45Kg, mas que na usina em questão está operando com 30Kg. A caldeira gera vapor e este é encaminhado para uma turbina tipo Texas de

contrapressão. A turbina aciona um gerador tipo WEG de 7,5MVA e 13,8 KV. O gerador produz energia elétrica para alimentar o quadro de distribuição.



Figura 12: Caldeira

2.2.11. FERTIRRIGAÇÃO

A fertilização do solo é feita por meio de aplicações diárias de vinhaça e torta, sendo que esta é feita via adutora e aquela é realizada manualmente, com auxílio de pás e do transporte em caminhões.

2.3. DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS E RECEITAS DE PRODUÇÃO

Os custos de um projeto podem ser classificados de acordo com o valor total de custos dentro da unidade de tempo estabelecida e o volume de atividades. Sendo divididos em fixos e variáveis.

Segundo Rebelatto (2004), os custos fixos são aqueles que mantêm o seu valor, independente de aumentos ou diminuições de volume de produtos produzidos e de serviços realizados em um período. Dessa forma, incluem certos tipos de impostos, aluguel de prédios, pagamento de juros, seguros, depreciação, certos tipos de ordenados, etc. (PASSOS e NOGAMI, 2005).

Já os custos variáveis são aqueles que variam de acordo com o volume de produtos produzidos ou de serviços realizados em um período (REBELATTO, 2004). Incluem itens como despesas com matéria-prima, energia elétrica, mão-de-obra, etc. Estes custos serão zero quando não houver produção e aumentarão à medida que a produção aumentar (PASSOS e NOGAMI, 2005).

O projeto apresentado possui receitas correspondentes aos fluxos de recursos financeiros recebidos, de maneira direta ou indiretamente, em virtude de sua operação. As receitas são definidas pelo preço de venda dos bens ou serviços multiplicados pelo volume de produção (REBELATTO, 2004).

Os preços dos bens ou serviços utilizados na contabilização das receitas são definidos pelo mercado. Caso a produção considerada no projeto não seja grande o suficiente para que uma variação no seu volume afete o preço de mercado desses bens ou serviços, para uma dada produção o volume de receitas será diretamente proporcional aos preços (REBELATTO, 2004).

Sendo assim, a estimativa de custos e receitas constitui uma das fases mais importantes no processo de elaboração de projetos. Sendo que a adequação da avaliação do projeto em termos de sua rentabilidade dependerá, em última análise, da precisão e fidedignidade dos elementos utilizados para a elaboração desta estimativa (HOLANDA apud REBELATTO, 2004).

3 – MÉTODO DA PESQUISA

Segundo classificação sugerida por Silva (2005), do ponto de vista da sua natureza esta pesquisa pode ser classificada como aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos dirigidos à solução de problemas específicos e aplicações práticas.

O problema é abordado de forma quantitativa, pois traduz em números opiniões e informações para depois analisá-las. Para isto requer o uso de recursos econômicos.

Além disso, do ponto de vista de seus objetivos, esta pesquisa pode ser classificada como exploratória, porque visa proporcionar maior familiaridade com o problema, através de levantamentos bibliográficos e entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado.

Por fim, esta pesquisa apresenta como procedimento técnico estudos de casos. Apresentam-se dois estudos de casos para elaboração da pesquisa: o primeiro trata-se de um modelo de produção ainda não implantado no Brasil, a GERIPA; o segundo refere-se ao modelo de produção tradicionalmente adotado no Brasil.

Foram levantados os principais custos e receitas do modelo GERIPA, por meio de criteriosa revisão bibliográfica, busca de dados pela internet e consultas a especialistas de empresas do setor.

A apresentação de dados como fonte primária são resultado de respostas técnicas de especialistas e empresas da área. São relacionados ao modelo de produção tradicional de etanol e foram obtidos através de observações diretas no local de pesquisa (usinas de álcool), com o objetivo de verificar acontecimentos normais da empresa e levantar dados relevantes a pesquisa.

Para elaboração deste trabalho, foram utilizadas diversas fontes de pesquisa para determinação dos custos e receitas de produção. Dentre elas pode-se destacar a utilização de projetos similares como referencia, considerando neste caso as diferenças entre as condições de operação. Utilizaram-se também de inquéritos e investigações junto a eventuais supridores de matéria-prima, materiais secundários e equipamentos. Os custos relativos a salários mínimos, água, tributos e taxas foram obtidos através de pesquisa em órgãos oficiais ou em regulamentos. Por fim, a assessoria de técnicos especializados no setor teve caráter decisório na determinação dos custos de produção.

3.1. FLUXO DE CAIXA

O fluxo de caixa é definido como o conjunto de entradas e saídas de valores monetários ao longo de certo período de tempo. Ele é representado através do diagrama do capital, onde as movimentações financeiras são identificadas temporalmente por meio de um conjunto de entradas e saídas de caixa (REBELATTO, 2004).

Como convenção gráfica, as setas para cima representam as entradas de caixa (receitas) e, portanto serão positivas, enquanto que as setas para baixo representam as saídas de caixa (custos) e identificam valores negativos.

A determinação do fluxo de caixa de um projeto é fundamental para análise do investimento pelos métodos do valor presente líquido e taxa interna de retorno.

3.2. VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

O valor presente líquido pode ser considerado um dos instrumentos mais sofisticados utilizados para se avaliar um investimento de capital, uma vez que considera, em valores atuais o total dos recursos que permanecem em mãos da empresa ao final de toda a vida útil. Em outras palavras, o VPL representa o retorno líquido atualizado, a uma determinada taxa específica, freqüentemente chamada de taxa de

desconto, custo de oportunidade ou custo de capital, gerado pelo projeto (BUARQUE, 1991).

A Equação 1 que é usada para calcular o valor presente líquido é expressa da seguinte forma:

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FCo \quad (1)$$

Onde: i é a taxa de desconto; j é o período genérico ($j=1$ a $j=n$), percorrendo todo o fluxo de caixa; FC_j : representa o valor de entrada (ou saída) de caixa previsto para cada intervalo de tempo; FCo : fluxo de caixa verificado no momento zero (momento inicial), podendo ser um investimento, empréstimo ou financiamento.

Considerando duas alternativas de investimento, A e B.

Se $VPL_A > VPL_B$, A é dominante em relação a B.

Se $VPL_A < VPL_B$, B é dominante em relação a A.

Se $VPL_A = VPL_B$, as alternativas são equivalentes.

A fim de avaliar a viabilidade econômica da GERIPA em comparação a uma usina tradicional, será utilizado o método do valor presente líquido (VPL), que é o valor das entradas de caixa (retornos de capital esperados), incluindo o valor residual (se houver) menos o valor atual das saídas de caixa (investimentos realizados) (REBELATTO, 2004).

3.3. TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

A taxa interna de retorno (TIR) é um indicador da rentabilidade do projeto, e deve ser comparada com a taxa mínima de atratividade do investidor. Esta taxa mínima de atratividade é a taxa correspondente à melhor remuneração que poderia ser obtida com o emprego do capital em um investimento alternativo. Sendo a TIR superior à taxa de atratividade, a análise deve recomendar o investimento no projeto.

Assaf Neto (1998, p.352) assinalou que:

A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de juros (desconto) que iguala, em determinado momento do tempo, o valor presente das entradas (recebimentos) com o das saídas (pagamentos) previstas de caixa. Geralmente, adota-se a data de início da operação - momento zero - como a data focal de comparação dos fluxos de caixa.

A descrição detalhada de como se calcula a taxa interna de retorno (TIR), é a seguinte:

$FC_0 = FC_1/(1+i)^1 + FC_2/(1+i)^2 + FC_3/(1+i)^3 + \dots + FC_n/(1+i)^n$, deduzindo-se que:

$$0 = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0 \quad (2)$$

Onde: i é a taxa de desconto que iguala, em determinada data, as entradas com as saídas previstas de caixa. Em outras palavras, i representa a taxa interna de retorno; j é o período genérico ($j=1$ a $j=n$), percorrendo todo o fluxo de caixa; FC_j representa o valor de entrada (ou saída) de caixa previsto para cada intervalo de tempo; FC_0 fluxo de caixa verificado no momento zero (momento inicial), podendo ser um investimento, empréstimo ou financiamento.

Segundo Motta & Calôba (2002), existe uma metodologia para se calcular a taxa interna de retorno, seguindo estes passos:

1. Calcular VPL (i) com uma taxa de desconto inicial i_0 tentativa
2. Se $VPL(i_0) > 0$ e então recalculamos VPL (i_1), com $i_1 > i_0$.
3. Se $VPL(i_1) < 0$ e em seguida recalculamos VPL (i_2), com $i_2 < i_1$.
4. Fazer iterações sucessivas até chegar a $VPL(i_3) = 0$, neste ponto, i_3 será a TIR, Taxa Interna de Retorno.
5. Aproximações podem ser obtidas por meio de regra de três ou interpolação gráfica, para estimar a TIR.

Para fins de decisão, a taxa obtida deverá ser confrontada a taxa que representa o custo de capital da empresa e o projeto só deverá ser aceito quando a sua taxa interna de retorno superar o custo de capital, significando que as aplicações da empresa estarão rendendo mais que o custo dos recursos usados na entidade como um todo. No caso em que se tem dois projetos viáveis, o método da taxa interna de retorno conduz à preferência daquele que tiver a TIR mais elevada.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. ASPECTOS ECONÔMICOS DA GERIPA

As determinações dos aspectos econômicos da GERIPA foram feitas considerando uma vida útil de 30 anos, igual ao considerado para o modelo tradicional.

Porém adotou-se um valor residual de 10% devido à menor durabilidade dos equipamentos pecuários, se comparados aos equipamentos da usina de álcool.

4.1.1. PRODUÇÃO ANUAL

A produção anual da GERIPA, descrita na Tabela 2, foi calculada a partir da produção diária de etanol, 125.000 litros por dia. Sabendo-se que a GERIPA opera por 355 dias no ano, obtêm-se os valores de produção anual de etanol.

Tabela 2: Produção anual da GERIPA

Produto	Unidade	Total
Etanol	L	44.375.000,00
Energia elétrica	MWh	150.661,75
Leite	L	1.003.600,35
Carne	Kg	926.532,72
Couro curtido	pç	2.705,60
Levedura seca	t	1.775,00
Frutas e hortaliças	t	9.725,91
Grão de sorgo	t	8.750,00
Biofertilizantes	m ³	521.850,00

Sabendo-se que as produtividades de etanol e agrícola do sorgo são respectivamente 60 l/t e 65 t/ha, obtêm-se a área ocupada pelo sorgo. O mesmo procedimento é realizado para o cálculo da área da cana-de-açúcar, sendo suas produtividades iguais a 80 L/t e 100 t/ha.

Através da área ocupada pelo sorgo é possível determinar a quantidade de frutas e hortaliças produzidas durante os 245 dias de sua entressafra. Sendo que a produtividade adotada por Ramos e Lombardi (2001) para frutas e hortaliças é de 2,2 t/ha.

Os cálculos das quantidades de energia elétrica gerada e consumida encontram-se no ANEXO A. O cálculo do excedente é feito somando-se a energia gerada pela queima dos bagaços de cana e sorgo, das folhas secas de cana e sorgo e do biogás produzido durante a biodigestão do fertilizante.

Sabendo-se que um hectare de sorgo é capaz de produzir 0,035 toneladas de grão de sorgo, obtêm-se a quantidade total de grão produzidos.

O total de cana e sorgo moídos e a quantidade de grãos de sorgo produzidos determinam a capacidade produtiva de ração animal da GERIPA. Considerando que a quantidade de ração requerida por um animal é de 30 kg/cab.dia, e a suplementação protéica de grãos é de 3,12 kg/cab.dia. Dessa forma, determina-se a quantidade de cabeças sustentadas pela GERIPA.

Na GERIPA, 9% do total de cabeças criadas serão destinadas à produção de leite. De acordo com Ramos e Lombardi (2001) cada animal é capaz de produzir 4,11 litros de leite diariamente, portanto a produtividade total anual de leite da GERIPA é de 1.003.600 litros.

Sendo o peso ótimo para abate equivalente a 450 Kg (RAMOS e LOMBARDI, 2001), as 6764 cabeças de gado de corte serão responsáveis pela produção de 926.558 kg/ano de carne e 2705,6 peças/ano de couro curtido.

Considerou-se que para cada litro de etanol produzido, retira-se 0,04 quilos de levedura. Além disso, sabendo-se que cada litro de etanol produzido é responsável pela geração de 12 litros de vinhaça, tem-se a quantidade de vinhaça produzida na GERIPA. Para o cálculo da quantidade de biofertilizantes considerou-se a vinhaça o seu principal constituinte e, portanto o fator determinante do seu volume produzido.

4.1.2. CUSTOS OPERACIONAIS

Os custos operacionais anuais da GERIPA foram baseados no trabalho de Ramos e Lombardi (2001), e consulta aos seus autores. De acordo com a metodologia apresentada os custos operacionais foram quantificados e separados em fixos e variáveis.

4.1.2. 1. Custos fixos

A Tabela 3 a seguir apresenta os custos fixos da GERIPA.

Tabela 3: Descrição das atividades cujos custos foram considerados fixos.

Atividade	Custo (R\$)
Comunicação: Fone, FAX, Internet	10.050,00
Contratação: Assistência técnica, consultoria	48.240,00
Despesas legais	12.060,00
Dieta: viagens, alimentação	24.120,00
Marketing	24.120,00
P & D, seleção, treinamento	72.360,00
TOTAL	190.950,00

Os custos fixos apresentados foram definido no trabalho de Ramos e Lombardi (2001) e portanto são uma estimativa dos custos da GERIPA.

4.1.2. 2. Custos variáveis

A Tabela 4 a seguir apresenta os custos fixos da GERIPA.

Tabela 4: Descrição das atividades cujos custos foram considerados variáveis

Atividade	Custo (R\$)
Administração e oficina	115.322,00
Água: embebição, processos, caldeira, etc. ¹	903.283,00
Biodigestão e tratamento de efluentes	284.845,00
Carregamento e transporte (diesel): palha seca	134.854,00
Carregamento, Transporte (diesel): folha verde	379.133,00
Colheita, carregamento e transporte (diesel): grão sorgo, fruta, hortaliça	292.584,00
Comercialização: venda e distribuição	33.448,00
Controle biológico (laboratório)	143.104,00
Corte, carregamento e transporte (diesel): toletes+ponteiros	1.843.372,00
Depreciação, DAS	6.485.621,00
Despesas indiretas (pecuária, agricultura e indústria)	472631,00
Encargos sociais	1.039.788,00
Fermentação (nutrientes/arranque/reinjeção)	118.087,00
Fertirrigação, irrigação	1.313.802,00
Fretes, transporte pessoal e aluguel de carros	558.860,00
Geração de vapor e consumo elétrico	4.101.864,00
Insumos para serviços industriais	314766,00
Lubrificantes e peças	502.500,00
Manutenção e reparação (própria/ terceirizada)	750996,00
Nutrientes complementares, controle biológico, defensivos	410.277,00
Plantio e tratamentos culturais	799.958,00
Produção de levedura	428.130,00
Roupa, calçado, PCI, facas, limas, etc.	313.491,00
Salário mão obra terceirizada	1.296.130,00
Salário mão-de-obra qualificada	420.000,00
Salário mão-de-obra simples	3.010.178,00
Seguro sobre ativo fixo	2.001.321,00
Trato do gado (vacinas, água, suplementos)	449.038,00
TOTAL	28.811.062,00

¹ Anexo B

Os custos variáveis apresentados foram definidos no trabalho de Ramos e Lombardi (2001) e, portanto são uma estimativa dos custos da GERIPA. O cálculo detalhado do consumo de água encontra-se no ANEXO B.

4.1.3. RECEITAS

O cálculo das receitas da GERIPA, na Tabela 5, foi baseado na produção total anual subtraindo-se o seu consumo interno.

Tabela 5: Receitas dos produtos produzidos pela GERIPA.

Produto	Valor
Álcool anidro	R\$ 27.123.775,00
Álcool hidratado	R\$ 9.559.706,00
Eletricidade excedente	R\$ 17.322.746,00
Grão de sorgo ²	R\$ -
Leite	R\$ 1.225.986,00
Carne	R\$ 4.522.883,00
Couro	R\$ 216.448,00
Levedura seca consumo humano	R\$ 1.420.000,00
Frutas e hortaliças	R\$ 11.461.276,00
Fertilizantes ³	R\$ -
TOTAL	R\$ 72.852.819,00

Com base nas receitas produzidas pela GERIPA, o consumo interno foi quantificado a partir do número total de funcionários e baseado em padrões de consumo, demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6: Produtos consumidos internamente e suas respectivas quantidades.

AUTO CONSUMO GERIPA		
Carne	Kg/ano	21.956
Leite	L/ano	22.811
Hortifrutícolas	Kg/ano	23.264
Eletricidade ⁴	MWh	26.927,85

² Reciclado internamente.

³ Reciclado internamente.

⁴ Consumo dos equipamentos industriais – Disponível em: Eletricidade demandada no Anexo A

De acordo com pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), o consumo anual por pessoa foi de 25,237 Kg de carne, 29,00 Kg de hortaliças, 24,487 Kg de frutas e 27,055 kg de leite pasteurizado. Sendo a densidade do leite igual a 1,032g/ml, tem-se que uma pessoa consome em média 26,22 litros de leite anualmente. Dessa forma chegou-se ao consumo anual interno da GERIPA.

4.1.3. 1. Etanol

Para o etanol, em julho de 2008, o indicador do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2008) indicou que o anidro foi vendido a R\$ 0,8732/litro (sem impostos). Para o hidratado, o valor de venda foi de R\$ 0,7181/litro. A variação de preço destes dois produtos pode ser verificada na Figura 14.

A GERIPA é capaz de produzir etanol anidro equivalente a 70% da sua produção total. Como o mercado se encontra favorável para a produção de álcool anidro, adota-se a sua capacidade máxima de produção para a contabilização de suas receitas.

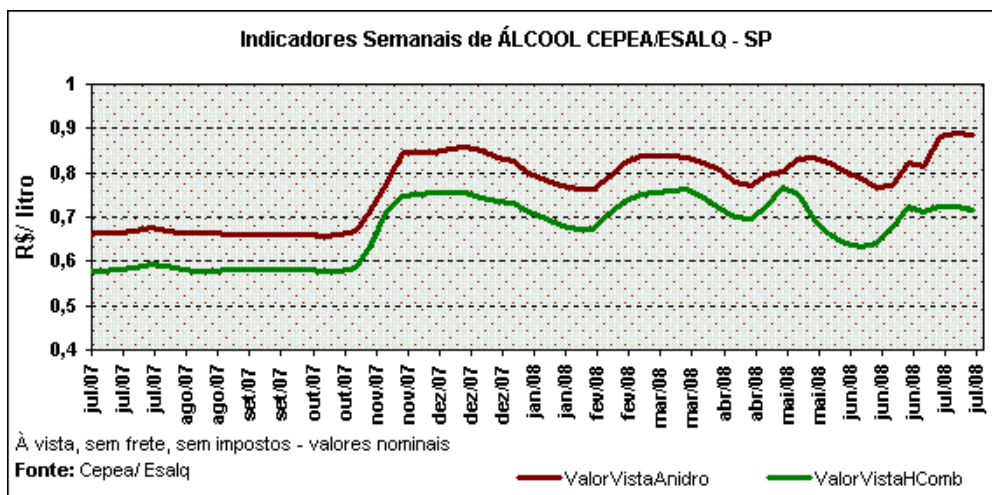


Figura 13: Variação de preço do álcool anidro e hidratado.

Fonte: (Cepea/Esalq, 2008)

4.1.3. 2. Eletricidade excedente

A partir da Lei nº 10.848/2004, o valor da geração da energia comprada pelas distribuidoras para revender aos seus consumidores passou a ser determinado em leilões

públicos. Dessa forma, o preço de venda do MWh às distribuidoras possui grande variação no mercado.

A partir dos dados publicados na reportagem escrita por Scaramuzzo (2007), calcularam-se as receitas geradas pelo excedente de energia elétrica produzida pela GERIPA. De acordo com a reportagem, o valor de um megawatt/hora (MWh) gerado a partir da queima do bagaço da cana deverá ser muito próximo ao do MWh proveniente de uma pequena central hidroelétrica (PCH). Sendo que a PCH terá seu MWh por volta de R\$ 135, enquanto a biomassa girará perto dos R\$ 140.

4.1.3.3. Leite

A GERIPA contará com um laticínio para produção de leite pasteurizado. O cálculo das receitas baseadas na produção de leite foi baseado na cotação apresentada na Tabela 7.

Tabela 7: Variação do preço de laticínios nas principais regiões produtoras do Brasil

Produto	GO		MG		PR		RS		SP		Média Geral	
Leite Pasteurizado	1,19	0%	1,28	0%	1,26	7%	1,24	5%	1,27	4%	1,25	3%
Leite UHT	1,57	3%	1,48	-3%	1,41	2%	1,53	1%	1,56	3%	1,51	1%
Queijo Prato	9,65	5%	10,47	0%	9,80	9%	11,67	6%	10,33	4%	10,39	5%
Leite em Pó – integral (sache 400g)	12,34	-4%	11,18	-8%	10,58	-3%	11,71	-8%	10,85	-4%	11,33	-5%
Manteiga (200g)	9,28	-4%	9,23	0%	10,35	9%	9,90	1%	9,70	0%	9,69	1%
Queijo Mussarela	8,71	6%	9,66	2%	9,04	8%	10,72	7%	9,23	5%	9,47	6%

Fonte: CEPEA / Simleite.

4.1.3.4. Carne

As receitas relacionadas à venda de carne produzida pela GERIPA foram baseadas no levantamento do CEPEA em julho de 2008. Este levantamento aponta que a carne negociada no mercado atacadista da Grande São Paulo foi vendida a R\$ 5,51/kg.

4.1.3.5. Couro

O preço do couro curtido varia muito de acordo com a sua qualidade, sendo que o valor médio de venda em curtumes é de R\$80,00 a peça.

4.1.3. 6. Frutas e hortaliças

A GERIPA apresenta como uma de suas receitas a produção de frutas e hortaliças. A Tabela 8 apresenta uma relação dos principais produtos hortifrutícolas que podem ser cultivados no terreno da GERIPA.

Tabela 8: Cotação dos principais produtos hortifrutícolas produzidos no Brasil.

Hortifrutícolas			Preço do quilo
Batata ágata	sc/50 Kg	R\$ 49,63	R\$ 0,99
Cebola	Kg	R\$ 0,98	R\$ 0,98
Tomate salada AA	cx/23 Kg	R\$ 41,20	R\$ 1,79
Melão amarelo tipo 6-7	cx/13 Kg	R\$ 19,45	R\$ 1,50
Cenoura	cx/29 Kg	R\$ 18,74	R\$ 0,65
MÉDIA			R\$1,18

Fonte: CEPEA - Revista especializada sobre onze hortifrutícolas

Para o cálculo das receitas com frutas e hortaliças, tomaram-se como dados o preço das doze principais hortifrutícolas que podem ser cultivadas na GERIPA. Estes preços se referem à cotação de agosto de 2008, apresentada na revista Hortifruti Brasil pelo CEPEA

4.1.3. 7. Levedura

De acordo com pesquisas de Sgarbieri (2002), os subprodutos da levedura podem servir para substituir os aditivos químicos na obtenção de sabor, aroma e coloração de alimentos processados, como as sopas em pó, por exemplo. O extrato em pó ou em pasta pode ser comercializado por até oito reais o quilo, enquanto que a levedura sem beneficiamento é vendida por oitenta centavos de reais o quilo.

Entretanto, neste primeiro momento, adota-se como receita principal da atividade de produção de levedura seca a sua venda sem beneficiamento.

4.1.4. INVESTIMENTOS

Os resultados dos investimentos, apresentados na Tabela 9 e necessários à implantação da GERIPA, estão especificados com detalhes no ANEXO C. Os dados apresentados referentes aos investimentos adicionais da integração foram baseados no

trabalho de Ramos e Lombardi (2001). No ANEXO D, encontram-se detalhadas as informações referentes aos investimentos na indústria (máquinas, equipamentos, acessórios).

Tabela 9: Relação dos investimentos necessários à implantação da GERIPA.

INVESTIMENTOS ADICIONAIS DA INTEGRAÇÃO	R\$ 46.762.206,00
INVESTIMENTOS INDÚSTRIA	R\$ 95.000.000,00
INVESTIMENTO TOTAL	R\$ 141.762.206,00

4.2. ASPECTOS ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO TRADICIONAL DE ETANOL

Os aspectos econômicos relacionados com a produção tradicional do etanol no Brasil foram determinados a partir das principais variáveis que compõem a sua produção. Segundo Copeland (2000), a avaliação de empresas com vários negócios deve ser segmentada por unidade de negócio. Dessa forma, optou-se por dividir esta avaliação nos dois principais segmentos da indústria canavieira: o agrícola e o industrial. Estes dois segmentos foram avaliados separadamente e a soma das duas avaliações constituirá o valor total da produção.

O modelo de avaliação econômica utilizado neste trabalho é o Valor Presente Líquido (VPL), dessa forma algumas considerações devem ser feitas a cerca dos custos fixos. Segundo Perina (2002), a depreciação para o modelo VPL é calculada apenas com o objetivo de cálculo de imposto de renda devido, não influenciando diretamente no resultado do fluxo de caixa. Não se deve também computar juros, uma vez que o valor presente é determinado através de uma taxa de desconto, permitindo que a taxa de retorno do investimento seja verificada pelo investidor.

4.2.1. AGRÍCOLA

O setor agrícola de uma usina do setor sucroalcooleiro no Brasil é responsável pela produção da matéria prima, a cana-de-açúcar. As principais atividades desenvolvidas pelo setor agrícola são: fundação, cultivo e colheita.

A fundação consiste no preparo do solo com a utilização de insumos e tratores para ser cultivada posteriormente. A área da fundação geralmente é destinada a renovação do canavial, que corresponde a 20% do total da área agrícola, ou então para a

expansão do canavial. Após a fundação é feito o cultivo da cana-de-açúcar cujo objetivo maior é a obtenção de novos cortes. A colheita é realizada após o desenvolvimento agrícola, podendo ser manual ou mecanizada. O transporte da matéria prima até a usina faz parte da colheita e é realizado por caminhões basculantes.

De acordo com entrevistas realizadas em usinas de álcool, a produtividade do canavial obedece a uma curva de produção de acordo com a sua longevidade, geralmente inicia-se em 120 t/ha, diminuindo em 16% com o primeiro corte e em 12% com os cortes seguintes. A duração de uma soca (ciclo da cultura) varia de cinco à sete anos e portanto deve ser a base temporal para a análise econômica (PERINA, 2002).

Após a determinação da produtividade do canavial e do horizonte de tempo, obteve-se a evolução da produção agrícola, Tabela 10, a ser utilizada na avaliação econômica.

Tabela 10: Produtividade do canavial

	Perda	Produtividade (t/ha)
Cana 1 corte	-	120,00
Cana 2 corte	16%	100,80
Cana 3 corte	12%	88,70
Cana 4 corte	12%	78,06
Cana 5 corte	12%	68,69

Neste trabalho definiu-se como meta de produção 3.000.000 t/ano, equivalente a uma usina de grande porte segundo (PROCANA, 2008). Para a determinação das áreas agrícolas adotou-se uma produtividade de 73,58 toneladas por área total, segundo a Equação 3, utilizada por Fernandes (2000).

$$TCH_t = \frac{1}{n+M} \times \left[\frac{(TCH_1 + TCH_2)}{1 + \frac{1}{2 \times t} + \frac{1}{4 \times t^2}} + \sum_{e=3}^n TCH_e \right] \quad (3)$$

Onde: TCH_t = produtividade por área total (t/ha); n = número de cortes; $M = 1$ para sistema com cana de ano e meio, e $M=0$ para sistema de cana de ano; TCH_1 = produtividade do primeiro corte; TCH_2 = produtividade do segundo corte; TCH_e = produtividade a partir do terceiro corte; t = relação área plantada e área viveiro.

A área total é dada pela Equação 4.

$$AT = \frac{CANA}{TCH_T} \quad (4)$$

Onde: AT = área total (ha); $CANA$ = produção total de cana (t); TCH_t = produção de cana por hectare.

A área do viveiro primário é obtida pela Equação 5.

$$VP = \frac{AT}{(n + M) \times (4 \times t^2 + 2 \times t + 1)} \quad (5)$$

Onde: VP = viveiro primário; t = relação área plantada em relação à área de viveiros

A área do viveiro secundário a partir da Equação 6.

$$VS = VP \times t \quad (6)$$

Onde: VS = área de viveiro secundário

A área de plantio comercial pela Equação 7.

$$LC = VP \times t^2 \quad (7)$$

Onde: LC = área de plantio comercial

Dessa forma a área de plantio anual é dada pela Equação 8.

$$AP_a = VP + VS + LC \quad (8)$$

Onde: AP_a = área de plantio anual

Os dados apresentados na Tabela 11 são referentes às considerações adotadas na avaliação dos custos de produção da cana-de-açúcar, tais como área necessária para renovação, corte e demanda de tratamentos culturais.

Tabela 11: Dados da área agrícola.

Dados	
Número de cortes	5
Meta de produção (t)	3.000.000
Produtividade por área total (t/ha)	73,58
Área total (ha)	40.773,67
Área viveiro primário (ha)	93,09
Área viveiro secundário (ha)	744,72
Área de cana comercial ano (ha)	5.957,80
Área de plantio anual (ha)	6.795,61
Relação área de plantio e viveiro	8

4.2.1. 1. Determinação do preço da cana

O preço da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo é calculado pelo CONSECANA (Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool) sendo que para este cálculo, utiliza equações que levam em conta a qualidade da matéria-prima, mix de produção e o preço dos produtos finais originados da industrialização da cana-de-açúcar (PERINA, 2002).

A qualidade da cana-de-açúcar é medida através do teor de açúcares totais recuperáveis (ATR), obtida através da avaliação do POL, pureza, fibra e do rendimento do processo. A Tabela 12 mostra as quantidades de ATR obtidas a partir do álcool anidro e hidratado.

Tabela 12: Equivalência de produtos em ATR.

Especificação	t ATR/m3
Álcool Anidro	1,77
Álcool Hidratado	1,69

Fonte: Fernandes, 2000.

O preço da cana é determinado em função do valor pago por ATR por unidade industrial e da quantidade de ATR produzida.

Para determinação desse valor médio pago por ATR utilizou-se o histórico de dezessete usinas do estado de São Paulo no período de 2002 a 2006, obtendo-se a média apresentada na Tabela 13.

Tabela 13: Preço pago por ATR

Usinas	2002/3	2003/4	2004/5	2005/6	Média	Desvio
Costa Pinto	0,2214	0,2037	0,2327	0,2949	0,2381	0,0396
Cresciumal	0,2332	0,2066	0,2455	0,3125	0,2494	0,0450
Ester	0,2423	0,2046	0,2424	0,3083	0,2494	0,0431
Ferrari	0,2584	0,2074	0,2445	0,3101	0,2551	0,0425
Furlan	0,2521	0,2074	0,2432	0,3086	0,2528	0,0419
Ipiranga (Descalvado)	0,2386	0,2059	0,2445	0,3083	0,2493	0,0428
Ipiranga (Mococa)	0,251	0,2059	0,2455	0,3103	0,2531	0,0430
Iracema	0,2501	0,2059	0,2433	0,3083	0,2519	0,0423
Nsa Sra. Aparecida (VO)	0,2485	0,2043	0,2417	0,3098	0,2510	0,0437
Pederneiras	0,2438	0,203	0,2445	0,31	0,2503	0,0442
Santa Helena	0,2214	0,2037	0,2327	0,2949	0,2381	0,0396
Santa Lúcia	0,2481	0,2024	0,2445	0,309	0,251	0,0438
Santa Rita	0,2523	0,2101	0,2581	0,3191	0,2599	0,0448
São João	0,2566	0,2106	0,2556	0,3211	0,2609	0,0454
São João (SJBV)	0,2691	0,2114	0,2584	0,3344	0,2683	0,0506
São José	0,2471	0,2071	0,2402	0,3064	0,2502	0,0413
São Luiz	0,2629	0,2085	0,2559	0,3253	0,2631	0,0479
MÉDIA	0,2468	0,2063	0,2454	0,3112	0,2524	
DESVIO					0,007713	
PREÇO DETERMINADO (R\$/Kg)					0,244786	

Fonte: Adaptado da Orplana

A Tabela 14 mostra a quantidade de ATR no município de Piracicaba-SP medida no período de 1996 a 2006. Através deste histórico foi possível determinar a média de ATR na região.

Tabela 14: ATR no município de Piracicaba-SP.

Safra	ATR (Kg/t)
1996/97	142,65
1997/98	141,18
1998/99	144,93
1999/00	147,13
2000/01	145,95
2001/02	146,55
2002/03	148,38
2003/04	152,14
2004/05	145,27
2005/06	143,67
MÉDIA	145,79
DESVIO	3,09
ATR DETERMINADO	142,69

Fonte: Adaptado da Orplana

A partir do valor médio pago pelo ATR e pela quantidade média de ATR, determinou-se o preço da cana através da Equação 9.

$$\text{Preço da cana} = 0,2447 \times 142,69 = R\$34,93/t \quad (9)$$

Desta forma, o valor pago pela tonelada de cana-de-açúcar na região de Piracicaba-SP é de R\$34,93 (trinta e quatro reais e noventa e três centavos). Este dado estatístico será utilizado mais adiante no cálculo do valor de produção agrícola.

4.2.1. 2. Investimento

Os investimentos necessários na área agrícola são baseados na quantidade de equipamentos necessários para fundação da lavoura, cultivo e colheita da cana-de-açúcar. A determinação do número de equipamentos agrícolas foi feito com base na Equação 10 desenvolvida por Fernandes (2000):

$$Q = \frac{\text{área} \times r \times f}{ef \times j \times n} \quad (10)$$

Onde: Q= Quantidade de máquinas e equipamentos; área= área trabalhada, refere-se a área de plantio anual, determinada anteriormente; r= rendimento em horas por hectare, adotado 0,5 horas/ha; f= frequência da operação, adotado uma vez; ef= tempo produtivo em índice, adotado de 0,7; j= jornada diária, adotada 18 horas; n= número de dias disponível, adotado 89 dias.

Portanto, o número de tratores requeridos para o terraceamento é três. Segundo Perina (2002), além da quantidade de máquinas e equipamentos necessários para implantar e manter o canavial, a avaliação econômica do investimento requer dados como: valor inicial das máquinas e equipamentos; valor residual; vida útil em anos; vida útil por hora máquina.

Para este projeto adotou-se um período de renovação da frota agrícola de cinco anos e um valor residual de 30%. Os investimentos necessários à compra dos equipamentos e máquinas agrícolas encontram-se descritos na Tabela 15.

Tabela 15: Investimento em equipamentos e maquinas agrícola.

Investimento máquinas e implementos	R\$ 19.551.500,00
Investimento caminhões colheita mecanizada	R\$ 4.725.000,00
Investimento conjunto de colheita mecanizada	R\$ 4.080.000,00
Investimento caminhões colheita manual	R\$ 21.808.000,00

Fonte: Perina, 2008.

4.2.1. 3. Custo fixo

Para este trabalho os custos fixos agrícolas incluem salário de mão de obra fixa, como administração, diretoria e operadores de tratores, depreciação, parcela do investimento e seguro ativo.

De acordo com Perina (2002), a depreciação corresponde à perda de valor que sofrem os ativos durante um determinado período de tempo, podendo ser originado por fatores físicos, funcionais ou acidentes. Com base no período de renovação da frota de cinco anos e no valor residual dos equipamentos de 30%, calculou-se a depreciação segundo a Equação 11.

$$\text{depreciação} = \frac{\text{valor total de maq.e equip.} - \text{valor residual}}{\text{período de renovação da frota}} \quad (11)$$

Além disso, têm-se como custo fixo as parcelas dos investimentos em capital fixo e de giro A.

A Equação 12 descreve uma série uniforme de pagamentos, utilizada para o cálculo das parcelas do investimento.

$$PV = PMT \times \sum_{j=1}^n \frac{1}{(1+i)^j} \quad (12)$$

Onde: PV: Investimento; PMT: Valor das prestações; n: período de prestações; j: taxa de juros.

O valor da parcela pago pelo investimento em máquinas e equipamentos agrícolas foi calculado considerando-se o período de 30 dias para o capital de giro utilizado para a colheita e soca, e o período de 360 dias para o capital de giro da fundação, arrendamento e administração.

Além disso, segundo Perina, Siciliano, & Perina (2008) a taxa de juros do setor aplicada à capital fixo e de giro é de oito e dez por cento respectivamente.

A Tabela 16 foi elaborada com os valores dos custos fixos agrícolas determinados.

Tabela 16: Custos fixos agrícolas

Especificação	Custo Fixo
Depreciação	R\$ 7.023.030,00
Custo fixo desembolsável	R\$ 7.269.162,00
Parcela capital fixo	R\$ 2.975.734,00
Parcela capital giro	R\$ 3.338.554,00

Para este projeto considerou-se que 100% da área agrícola seja proveniente de terceiros, sendo necessário o pagamento de uma taxa fixa correspondente ao arrendamento do terreno. Assim, o valor fixo pago anualmente pelo arrendamento da terra é de R\$ 12,00 t x ano/ha (PERINA, 2008), sendo que para este investimento (3.000.000 de toneladas de cana-de-açúcar) são necessários 40.773,7 hectares, adotando-se uma produtividade agrícola total de 73,6 toneladas por hectare (PERINA, 2002).

$$\text{Custo arrendamento da terra} = v \times h \times p \times t \quad (13)$$

Sendo: v : valor fixo pago anualmente ($R\$ \times ano/ha$); h : número de hectares arrendados (ha); p : preço pago pela cana-de-açúcar ($R\$/t$); t : período (ano^{-1}), $t = \frac{\text{teor de ART para arrendamento} (t \frac{ART}{ano})}{\text{valor médio de ART} (t ART)}$.

Utilizando o preço pago pela cana-de-açúcar é de R\$ 34,93 por tonelada de cana e o valor médio de ATR é de 142,69 toneladas, definidos no item determinação do preço da cana, e sabendo-se que o teor de ATR para arrendamento é de 121,97 t/ano (PERINA, 2008), chegou-se ao custo de R\$ 14.608.309,05 (quatorze milhões seiscentos e oito mil trezentos e nove reais e cinco centavos) para o arrendamento da terra através da Equação 13.

4.2.1. 4. Custo variável

Para este trabalho foram considerados custos variáveis da área agrícolas aqueles referentes ao aluguel, manutenção e consumo de combustíveis de equipamentos e máquinas. Além disso, inclui-se gastos com mão-de-obra e insumos referentes ao preparo do solo, plantio das mudas e colheita da cana-de-açúcar.

A Tabela 17 apresenta os dados utilizados para o cálculo dos custos variáveis agrícolas. A partir destes dados, multiplicou-se pelo número de hectares cultivados ou pelo total de toneladas de cana moída e chegaram-se aos valores pagos pela fundação, plantio, colheita, manutenção e administração do canavial.

Tabela 17: Dados para cálculo dos custos variáveis agrícolas.

Especificação	Custo Fixo
Fundação (R\$/ha)	R\$7.023.030,00
Custo da colheita (R\$/t)	R\$7.269.163,00
Custo da soca (R\$/ha)	R\$2.975.734,00
Custo variável administração (R\$/ha)	R\$3.338.554,00

Fonte: Perina, 2008.

Segundo dados obtidos em entrevistas realizadas durante as visitas às usinas na região de Uberaba-MG, o valor gasto com o encargo FUNRURAL corresponde a 2,3% do preço pago pela cana-de-açúcar, definido no item “determinação do preço da cana”.

4.2.1.5. Receitas

O setor agrícola tem com produto final a cana-de-açúcar que é encaminhada para beneficiamento no setor industrial e, portanto esta não é contabilizada como receita.

4.2.1.6. Custo da cana-de-açúcar

A partir dos dados descritos nos itens anteriores, elaborou-se a Tabela 18 na qual se chegou ao custo da cana-de-açúcar para o setor industrial.

Tabela 18: Custos totais da produção de cana-de-açúcar

Especificação	Custo Fixo	Custo Variável	Custo Total	R\$/t
Depreciação	R\$ 7.023.030,00		R\$ 7.023.030,00	R\$ 2,34
CF desembolsável	R\$ 7.269.162,00		R\$ 7.269.163,00	R\$ 2,42
Parcela capital fixo	R\$ 2.975.734,00		R\$ 2.975.734,00	R\$ 0,99
Parcela capital giro	R\$ 3.338.554,00		R\$ 3.338.554,00	R\$ 1,11
Custo da fundação		R\$ 14.319.335,00	R\$ 14.319.335,00	R\$ 4,77
Custo colheita		R\$ 28.650.000,00	R\$ 28.650.000,00	R\$ 9,55
Tratos da soca		R\$ 18.973.347,00	R\$ 18.973.347,00	R\$ 6,32
Custo da terra	R\$ 14.608.309,00		R\$ 14.608.309,00	R\$ 4,87
Administração		R\$ 489.284,00	R\$ 489.284,00	R\$ 0,16
FUNRURAL		R\$ 2.410.114,00	R\$ 2.410.114,00	R\$ 0,80
Total	R\$ 35.214.790,00	R\$ 64.842.080,00	R\$ 100.056.870,00	R\$ 33,00

O custo total para se produzir a cana-de-açúcar a ser industrializada e transformada em álcool é de R\$100.056.870,00 (cem milhões, cinquenta e seis mil, oitocentos e setenta reais) de acordo com as referências e cálculos apresentados.

O custo por tonelada de cana é de R\$33,00 (trinta e três reais), sendo um pouco mais baixo que o apresentado no item “determinação do preço da cana”. Para esta análise, considerou-se o valor R\$ 33,00 obtido pelos cálculos apresentados, uma vez que o valor obtido através de análises estatísticas foi utilizado apenas em algumas determinações por apresentar menor confiabilidade.

4. 2.2. INDUSTRIAL

As atividades do setor industrial se resumem no beneficiamento da cana-de-açúcar proveniente do setor agrícola e produção de álcool anidro e hidratado. O “custo da cana” determinado no item anterior contará como gastos com matéria prima na avaliação econômica do setor industrial.

De acordo com Perina (2002) ao se tratar de previsões, à medida que se projeta por um numero maior de anos, a possibilidade de erros provavelmente aumenta e quando se tem uma taxa de desconto mais elevada, acima de 10% ao ano, um horizonte de tempo acima de 30 anos pode ser suficiente para uma boa aproximação do valor da empresa.

4.2.2.1. Investimento

Os investimentos necessários ao setor industrial são referentes à compra do maquinário e de acessórios necessários para o beneficiamento da cana-de-açúcar. A Tabela 19 mostra a relação dos principais componentes e seus valores, de uma unidade industrial com capacidade de moer 900.000 toneladas de cana-de-açúcar anualmente.

Tabela 19: Relação dos principais componentes do setor industrial de uma usina de álcool.

Item	Descrição dos setores	Valor do item (US\$)
1	Recepção, preparo e alimentação de cana	4.380.407,82
2	Extração	10.139.475,95
3	Tratamento do caldo	493.480,20
4	Geração de vapor	8.512.533,42
5	Geração de energia	3.855.314,05
6	Distribuição de energia elétrica	2.158.975,87
7	Destilaria, pré-fermentação e fermentação	8.558.797,19
8	Interligações e bombas (vapor, produtos, água e utilidades)	1.889.103,88
9	Oficina mecânica, elétrica e carpintaria	508.901,45
10	Laboratório industrial	385.531,40
11	Sistema de combate a incêndios	269.871,98
12	Adutora (1500 m)	254.450,73
13	Tratamento de água	293.003,87
14	Sistema de recuperação e refrigeração de água	616.850,25
15	Reservatórios de álcool anidro e de 2 ^a	2.775.826,12
16	Estruturas metálicas dos edifícios	2.035.605,82
	TOTAL	47.128.130,00

Fonte: (ALCOOLBRAS, 2008)

De acordo com a Alcoolbras (2008) o investimento necessário para implantação de um parque industrial com capacidade de moagem de 900.000 toneladas é de US\$ 47.128.130,00 (quarenta e sete milhões cento e vinte e oito mil cento e trinta dólares), o equivalente a R\$ 111.693.668,00 (cento e onze milhões seiscentos e noventa e oito mil seiscentos e sessenta e oito reais) em janeiro de 2009. Indicando o investimento de R\$124,10 (cento e vinte e quatro reais e dez centavos) por tonelada de cana moída.

Segundo entrevista com especialistas do setor realizada durante as visitas em usinas da região de Uberaba-MG, o investimento necessário para a indústria é de R\$120,00 (cento e vinte reais) por tonelada de cana esmagada. Assim, uma usina com capacidade de processar 3.000.000 toneladas, como a considerada nesta análise, necessitaria de um investimento de R\$ 360.000.000 (trezentos e sessenta milhões de reais).

A descrição detalhada dos equipamentos para investimento no setor industrial é referente a uma usina com capacidade de moagem de 2.500.000 toneladas e se encontra no ANEXO D.

Além do investimento fixo em equipamentos industriais, contabilizou-se também o investimento no capital de giro. Este se faz necessário devido às características da sazonalidade da produção, que tem duração de oito meses no ano, e também dos gastos com manutenção durante a entressafra.

Durante a entressafra todos os equipamentos industriais são desmontados e reparados, mantendo a sua capacidade de produção. Dessa forma, a indústria recebe investimentos anuais, aumentando o valor residual dos equipamentos.

4.2.2.2. Custos fixos

Os custos fixos estão relacionados à depreciação e ao pagamento de juros dos capitais fixo e de giro. Para esta avaliação considerou-se um horizonte de planejamento de 30 anos e uma taxa residual de 60% do valor total do investimento. A taxa de juros aplicada ao setor sucroalcooleiro para capital fixo é de 8,75% e para capital de giro de 10% (PERINA, 2008). A partir desses dados e das considerações no item “Investimentos”, elaborou-se a Tabela 20 com os dados dos custos fixos industriais.

Tabela 20: Dados considerados para o cálculo dos custos fixos industriais.

Custo fixo desembolsável	R\$ 12.000.000,00
Investimento capital fixo	R\$ 360.000.000,00
Investimento capital giro	R\$ 25.000.000,00
Valor residual	R\$ 216.000.000,00

A partir dos dados da Tabela 20, calculou-se a depreciação dos equipamentos e o valor da parcela do capital de investimento em um intervalo de 30 anos utilizando as Equações 9 e 10 respectivamente. Os resultados encontrados estão apresentados na Tabela 21.

Tabela 21: Custos fixos industriais.

Especificação	Custo Fixo
Depreciação	R\$ 4.800.000,00
Parcela capital fixo	R\$ 27.806.769,00
Parcela capital giro	R\$ 2.500.000,00
Capital fixo desembolsável	R\$ 12.000.000,00

4.2.2.3. Custos variáveis

Os custos variáveis incluem os custos de produção do álcool anidro e hidratado tais como matéria-prima, insumos, materiais e lubrificantes. São contabilizados também os custos referentes aos serviços terceirizados, administração e manutenção dos equipamentos.

O custo da cana calculado no item “Custo da cana-de-açúcar” é de R\$33,35 por tonelada de cana a ser processada. Além disso, o custo anual com serviços terceirizados é de aproximadamente R\$1.000.000,00 (um milhão de reais), segundo entrevista realizada em usinas da região de Uberaba-MG. Os outros custos variáveis foram baseados nos dados da Tabela 22.

Tabela 22: Dados considerados para os cálculos dos custos variáveis industriais.

Insumos AA (R\$/m ³)	11,00
Insumos AH (R\$/m ³)	10,00
Materiais (R\$/tc)	0,50
Lubrificantes (R\$/tc)	0,14
Custo variável administração (R\$/tc)	0,20
Manutenção (R\$/tc)	1,80

Fonte: Perina, 2008.

4.2.2.4. Custo total do processamento

A partir dos dados de custo fixo e variável, apresentados nos itens anteriores, elaborou-se a Tabela 23, na qual se chegaram ao custo total plantio e beneficiamento da cana-de-açúcar.

Tabela 23: Custo total de produção do etanol.

Especificação	Custo Fixo	Custo variável	Custo total	R\$/t
Depreciação	R\$ 4.800.000,00		R\$ 4.800.000,00	R\$ 1,60
Juros capital fixo	R\$ 27.806.769,00		R\$ 27.806.769,00	R\$ 9,27
Juros capital de giro	R\$ 2.500.000,00		R\$ 2.500.000,00	R\$ 0,83
CF desembolsável	R\$ 12.000.000,00		R\$ 12.000.000,00	R\$ 4,00
Cana de açúcar		R\$ 100.056.870,00	R\$ 100.056.870,00	R\$33,35
Insumos álcool		R\$ 2.568.000,00	R\$ 2.568.000,00	R\$ 0,86
Materiais		R\$ 1.500.000,00	R\$ 1.500.000,00	R\$ 0,50
Lubrificantes		R\$ 420.000,00	R\$ 420.000,00	R\$ 0,14
Serviços		R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00	R\$ 0,33
Administração		R\$ 600.000,00	R\$ 600.000,00	R\$ 0,20
Manutenção		R\$ 5.400.000,00	R\$ 5.400.000,00	R\$ 1,80
Total	R\$ 47.106.769,00	R\$ 111.544.870,00	R\$ 158.651.639,00	R\$ 53,00

4.2.2.5. Receitas

As receitas são baseadas na quantidade de ATR (açúcares totais recuperáveis) e na proporção de álcool anidro e hidratado produzidos. Para o modelo de produção em análise adotou-se uma proporção de 0,7 (ou 70%) de álcool anidro.

O álcool anidro possui 1,77 t ATR/m³, enquanto que para o álcool hidratado a relação é de 1,69 t ATR/m³ (FERNANDES, 2000). A tonelada de ATR para o álcool anidro é comercializada a R\$ 519,00 (quinhentos e dezenove reais), para o álcool hidratado o valor é de R\$ 476,00 (quatrocentos e setenta e seis reais) (PERINA, 2008).

Assim, calculou-se o preço médio do ATR multiplicando-se a quantidade em ATR de cada produto pelo seu valor de mercado, e em seguida dividiu-se pela quantidade total de ATR produzida. Com isso obteve-se um valor médio de R\$ 506,00 (quinhentos e seis reais) por tonelada de ATR produzido.

4.3. FLUXO DE CAIXA

Os fluxos de caixa apresentados, para os dois modelos em estudo, mostram os valores das entradas de caixa, referente às receitas das vendas dos produtos. As saídas são referentes aos custos fixos e variáveis contabilizados nos itens anteriores.

A partir destes valores chegou-se ao lucro bruto, do qual deve-se deduzir o imposto de renda e os custos referentes a depreciações dos equipamentos. Para esta avaliação adotou-se uma taxa de imposto de renda de 17%. Para o modelo de produção GERIPA adotou-se um valor residual de 10% do investimento uma vez que este modelo prevê a instalação de um setor pecuário e de cultivo hortifrutí. Tais investimentos possuem uma taxa de depreciação maior que o de uma instalação do modelo tradicional de produção de etanol.

Através do fluxo de caixa, apresentado nas Tabelas 24 e 25, obtiveram-se o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR) de acordo com a metodologia apresentada neste trabalho.

Tabela 24: Fluxo de caixa resumido da GERIPA.

Fluxo de caixa	0	1	...	10
Entradas (RT)		R\$72.852.819,00		R\$72.852.819,49
Saídas				
<i>Custo Fixo (CF)</i>		R\$190.950,00		R\$190.950,00
<i>Custo Variável (CV)</i>		R\$28.811.062,00		R\$28.811.062,00
<i>Custo Total (CT=CF+CV)</i>		R\$29.002.012,00		R\$29.002.012,00
Lucro Bruto (LB=RT-CT)		R\$43.850.807,00		R\$43.850.807,00
IR		R\$7.454.637,00		R\$7.454.637,00
Depreciação		R\$4.252.866,00		R\$4.252.866,00
Investimento (Ip)	R\$141.762.206,00			-R\$424.311.443,00
Investimento (I cg)	R\$25.000.000,00			
FCL (LB-IR+D-Ip-Icg)	-R\$166.762.206,00	R\$40.649.036,00		R\$ 464.960.479,00

Tabela 25: Fluxo de caixa resumido do modelo tradicional.

Fluxo de caixa	0	1	...	10
Entradas (RT)		R\$217.038.433,00		R\$217.038.433,00
Saídas				
<i>Custo Fixo (CF)</i>		R\$47.106.769,00		R\$47.106.769,00
<i>Custo Variável (CV)</i>		R\$111.544.870,10		R\$111.544.870,00
<i>Custo Total (CT=CF+CV)</i>		R\$158.651.639,00		R\$158.651.639,00
Lucro Bruto (LB=RT-CT)		R\$58.386.793,00		R\$58.386.793,00
Imposto de renda		R\$9.925.755,00		R\$9.925.755,00
Depreciação		R\$4.800.000,00		R\$4.800.000,00
Investimento (Ip)	R\$ 410.164.500,00			-R\$555.960.735,00
Investimento (Icg)	R\$ 58.385.541,00			
FCL (LB-IR+D-Ip-Icg)	-R\$ 468.550.041,00	R\$53.261.038,00		R\$609.221.773,00

O fluxo de caixa completo das duas alternativas de investimento, GERIPA e tradicional, se encontram nos APÊNDICE A e B, respectivamente. Para simplificar o entendimento do fluxo de caixa utilizaram-se os Gráficos 1 e 2 contendo setas para cima e para baixo, representando a entrada e saída do dinheiro ao longo do tempo, respectivamente. Como convenção gráfica, adotou-se que as setas para cima representam a entrada de dinheiro, e as setas para baixo representam a saída de dinheiro.

Gráfico 1: Fluxo de caixa gráfico do modelo GERIPA (valores em mil Reais).

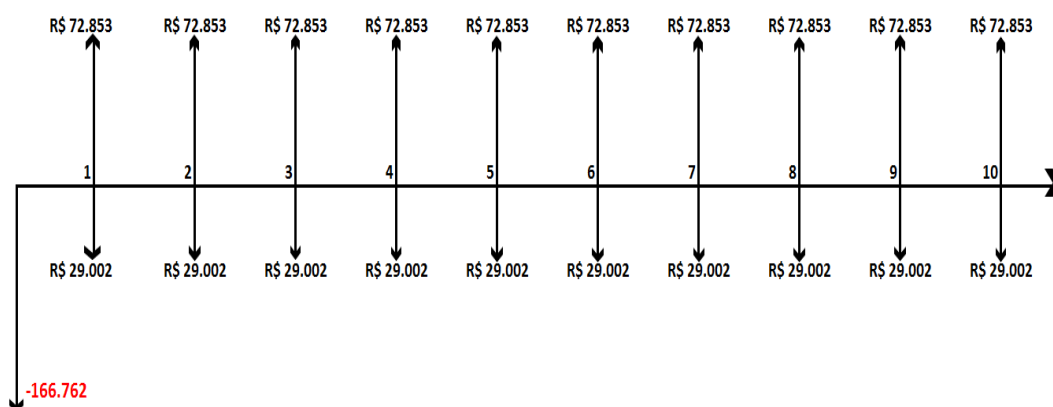
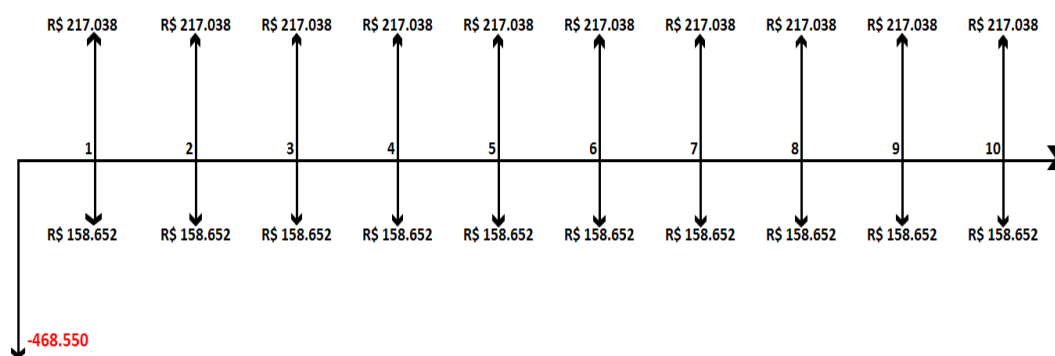


Gráfico 2: Fluxo de caixa gráfico do modelo tradicional (valores em mil Reais).

Para o cálculo dos dois fluxos de caixa utilizou-se um horizonte de planejamento de 30 anos, adequado para empresas do setor sucroalcooleiro. A taxa de desconto considerada depende do custo de oportunidade requerido pelo comprador. À medida que este custo aumenta o valor presente ou o valor da empresa diminui. O setor sucroalcooleiro tem feito uso de projeções com cenários de preços históricos médios, descontando-se o fluxo de caixa com taxa de 8% ao ano, ou cenário com preços otimistas e taxa de desconto de 10% ao ano. Para esta avaliação adotou-se uma taxa de desconto de 9,58%.

4.4. ANÁLISE DOS MODELOS DE INVESTIMENTO: GERIPA E TRADICIONAL

Os valores apresentados nos itens anteriores foram obtidos através de uma criteriosa pesquisa com especialistas do setor sucroalcooleiro, portanto são bem próximos da realidade. Entretanto podem existir algumas variações decorrentes de negociações feitas entre investidores e vendedores.

Através do cálculo do VPL, pode-se concluir que os dois modelos de produção de etanol analisados são viáveis economicamente. A Tabela 24 mostra os valores obtidos com a aplicação dos métodos de avaliação econômica do valor presente líquido e da taxa interna do retorno.

Tabela 26: Comparação do modelo de produção tradicional como GERIPA, segundo o modelo econômico.

	Usina Tradicional	GERIPA
VPL	R\$ 87.410.694,20	R\$ 257.549.236,69
VPL/tonelada de cana	R\$ 29,14	R\$ 417,29
TIR	12%	28%
VALOR DO INVESTIMENTO	R\$ 555.960.734,75	R\$ 424.311.443,00

A partir dos dados da Tabela 26 e da metodologia apresentada, verifica-se que os dois modelos de produção propostos são interessantes do ponto de vista econômico. Entretanto, o modelo GERIPA apresentou maior valor presente líquido devido ao menor investimento necessário para sua implantação. Com base nos conceitos encontrados na literatura apresentada, a GERIPA apresenta-se como a alternativa mais vantajosa do ponto de vista econômico.

Segundo a metodologia de avaliação da taxa interna de retorno, o modelo de produção GERIPA apresenta a TIR mais elevada, indicando que este investimento é mais atrativo economicamente que o modelo tradicional.

5 – CONCLUSÃO

De acordo com os métodos VPL e TIR de análise econômica, a GERIPA apresentou maior viabilidade que o modelo tradicional de produção de etanol, respondendo assim a questão motivadora desta pesquisa.

O investimento inicial para implantação da GERIPA é menor e suas receitas são muito diversificadas. Por isso, é menos vulnerável às situações de risco do mercado. A maior taxa interna de retorno permite que os investimentos da GERIPA sejam recuperados antes do modelo tradicional. O valor presente líquido encontrado para a GERIPA é bem maior que o do modelo tradicional, indicando que o primeiro apresenta um retorno econômico maior ao investidor.

Além dos benefícios observados a partir de análise econômica, a GERIPA apresenta claros benefícios sociais e ambientais em comparação aos padrões tradicionais de produção de etanol. Fica claro que a utilização de uma área menor, permite que a GERIPA seja instalado sem o êxodo dos pequenos agricultores. A não utilização de queimadas garante a preservação da riqueza do solo e evita a emissão de gases do efeito estufa. O tratamento anaeróbico da vinhaça evita que cargas excessivas de nitrogênio sejam lançadas no solo e nos corpos d'água. A adoção do controle biológico garante o equilíbrio do meio-ambiente e evita a contaminação do solo, lençol freático e corpos d'água.

A GERIPA apresenta-se com alternativa social e ambiental para amenizar a crise mundial de alimentos, pois disponibiliza a área do sorgo durante os oito meses de sua entressafra para outras culturas alimentares hortifrutícolas. Além disso, utiliza os ponteiros verdes da cana e do sorgo para alimentar a criação de gado semi-confinado, possibilitando a produção de leite e carne.

Devem-se ressaltar as limitações desta pesquisa, relacionadas ao fato do modelo GERIPA ainda não estar implantado no Brasil. Para este modelo apresentou-se dados de projeto, ainda não verificados em escala real. Para uma próxima etapa de pesquisa, os dados apresentados poderiam ser verificados em escala piloto. Os dados apresentados na avaliação do modelo tradicional também apresentam limitações relacionadas ao pequeno número de usinas visitadas para coleta de dados.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOOLBRAS.Unidade industrial para produção de álcool anidro. **Revista Alcoolbras**. 2008. disponível em <<http://www.revistaalcoolbras.com.br>> Acesso em: 24 nov. 2008.

ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana? **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v.5, n.3,2006. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902006000300008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 ago. 2008

ASSAF NETO, A. **Matemática financeira e suas aplicações**. 4ªed. São Paulo: Atlas. 1998.

BACCHI, M. R. P. A variabilidade dos preços do açúcar e do álcool em São Paulo. **Visão Agrícola**. Ano 1, v. 1, ISSN 1806-6402, p.100-105, 2004.

BEN, A. J. D.; PASSARINI, L. C. Modelagem e simulação para o processo industrial de fabricação de açúcar e álcool. **Revista Minerva**, v. 3, p. 33-46, 2006.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. 8ªed. Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1991.

CEPEA . Centro de estudos avançados em economia. **Informações de mercado açúcar e álcool**. Agromensal, ESALQ/BM&F, 2008. Disponível em:< http://www.cepea.esalq.usp.br/agromensal/2008/07_julho/AcucarAlcool.htm>. Acesso em: 5 ago. 2008

CEPEA. Centro de estudos avançados em economia. **Informações de mercado pecuária**. Agromensal, ESALQ/BM&F, 2008. Disponível em:<http://www.cepea.esalq.usp.br/agromensal/2008/07_julho/Pecuaria.htm>. Acesso em: 5 ago. 2008.

esalq.usp.br/agromensal/2008/07_julho/Pecuaria.htm>. Acesso em: 5 ago. 2008.

CETESB. Companhia de tecnologia e saneamento ambiental. **Norma Técnica P4.231: Vinhaça - Critérios e Procedimentos para aplicação no solo agrícola**. São Paulo, 2005.

COPELAND, T., KOLLER, T., & MURRIN, J. **Avaliação de empresas "valuation": calculando e gerenciando o valor das empresas**. São Paulo: Makron, 2000.

DUAILIBI, J. et. al. Ele é o falso vilão. **Revista Veja**, São Paulo, ed.2058, 30 abril, 2008.

ECOPORT.ORG. Banco de dados e imagens.2008. Disponível em <http://ecoport.org/ep?Plant=1982&entityType=PL****&entityDisplayCategory=Photographs> . Acesso em: 10 mai. 2008.

FAO. Food and agriculture organization of the united Nations. **Integrated energy systems in China - The cold Northeastern region experience**. Roma, 1994.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil – STAB, 2000.

FRANÇA, R. et. al. 70 questões para entender o álcool. **Revista Veja**, São Paulo, ed.2052, 19 mar 2008.

GEORGINO, M. Cenoura. **Revista Hortifruti Brasil: Uma publicação do CEPEA - USP/ESALQ**, ano 6, nº 71, 2008.

IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF 2002-2003** - Aquisição alimentar domiciliar per capita, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2002aquisicao/tab11.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2008.

IRRIGAÇÃO por Gotejamento. **NETAFIM**, 2008. Disponível em: <http://www.netafim.com.br/626/>>. Acesso em: 14 jul. 2008.

LEGNARO, A.; SABIO, R. P. Batata. **Revista Hortifruti Brasil: Uma publicação do CEPEA - USP/ESALQ**, ano 6, nº 71, 2008.

MARCOCCIA, R. **A participação do etanol brasileiro em uma nova perspectiva na matriz energética mundial**. 95f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MEIRELLES, J.L. **A teoria de opções reais como instrumento de avaliação de projetos de investimento**. 117p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

MISSURA, L. C. Melão. **Revista Hortifruti Brasil: Uma publicação do CEPEA - USP/ESALQ**, ano 6, nº 71, 2008.

MOTTA, R.R.; CALÔBA, G.M. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Atlas, 2002.

OMETTO, A. R. **Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos EDIP, EXERGIA e EMERGIA**. 209f. Dissertação (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

PAGLIUCA, L. G.; SABIO, R. P. Tomate. **Revista Hortifruti Brasil: Uma publicação do CEPEA - USP/ESALQ**, ano 6, nº 71, 2008.

PASSOS, C. R. M.; NOGAMI, O. **Princípios de economia**. 5 ed. Ver. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

PERINA, R. A. **Curso especialização gestão e tecnologia industrial do setor sucroalcooleiro: Análise de projeto de investimento**. Ribeirão Preto, SP: ESALQ-USP, 2008.

PERINA, R. A. **Curso especialização gestão e tecnologia industrial do setor sucroalcooleiro: Custos aplicados ao setor e à escala de produção**. Ribeirão Preto, SP: ESALQ-USP, 2008.

PERINA, R. A. **Valor de Empresas do Setor Sucroalcooleiro**. São Paulo: Dissertação de Mestrado apresentada à USP . São Paulo, 2002.

PERINA, R. A., SICILIANO, A., & PERINA, A. L. **Valor de Empresas do Setor Sucroalcooleiro: Um modelo de avaliação**. Piracicaba, SP, 2008.

PROCANA. *Centro de informações Sucroalcooleiras*, 2008. Acesso em 16 de nov. de 2008, disponível em <http://www.procana.com.br/>.

RAMOS, P.A.R.; LOMBARDI G. **Viabilidade econômica do projeto conceitual para execução do projeto dimensional**. Relatório de pesquisa FAPESP, Escola Engenharia São Carlos, São Paulo, 2001.

REBELATTO, D. (Org.). **Projeto de investimento: com estudo de caso completo na área de serviços**. 1 ed. Barueri: Manole, 2004.

RODRIGUES, Y. U. Cebola. **Revista Hortifruti Brasil: Uma publicação do CEPEA - USP/ESALQ**, ano 6, nº 71, 2008.

SAMUELSON, A. P. **Fundamentos da Análise Econômica**. São Paulo: Nova Cultural, 1986.

SCARAMUZZO, M. Comercializadoras rejeitam papel de assessoramento. **Valor Econômico**, São Paulo, 25 jun, 2007.

SGARBIERI, V. C. Desenvolvimento de tecnologia visando o aproveitamento de derivados de levedura em alimentação humana e animal. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ed. 76, 2002.

SILVA, E. L. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Ed. 4, 2005.

ANEXO A

Energia elétrica do modelo GERIPA

Tabela 1: Energia elétrica do modelo GERIPA.

Potencial Elétrico com Biomassa	Unidade	Referência	Bagaço cana	Bagaço sorgo
Produção diária da GERIPA, P	L/dia	cálculo	125000,00	125000,00
Dias de safra, DZ	dia	cálculo	235,00	120,00
Produtividade, R	L/t	cálculo	80,00	60,00
Moagem, M	Kg/dia	cálculo	1562500,00	2083333,33
Percentual fibra por t, %F	%	dado	13,00	12,00
Massa de fibra, MF	Kg/dia	cálculo	203125,00	250000,00
Poder Calorífico Inferior fibra, PCIf	kcal/kg	dado	4250,00	4250,00
Umidade, U	%	dado	50,00	50,00
Calor Latente Vaporização H ₂ O (25o), CLV	kcal/kg	dado	583,44	583,44
Poder Calorífico Inferior bagaço, PCIB	kcal/kg	cálculo	1833,28	1833,28
Massa de acordo com a umidade, MF (u)	kg/dia	cálculo	406250,00	500000,00
Potencia térmica equivalente, PTE	kcal/dia	cálculo	744769021,74	916638795,99
Conversão a K _j , C	kJ/kcal	dado	4,19	4,19
Energia disponível, EDI	kJ/dia	cálculo	3117603125,00	3837050000,00
Rendimento da caldeira, RC	%	dado	87,00	87,00
Energia no vapor, EV	kJ/dia	cálculo	2712314718,75	3338233500,00
Diferença entalpia, (tabela) 100ba, 520o Dh	kJ/kg	dado	3341,04	3341,04
DESCARGA DE VAPOR, V	kg/dia	cálculo	811817,49	999159,99
Salto térmico vapor, STV	kJ/kgv	dado	981,00	981,00
Dh, salto térmico condensação, STC	kJ/kgv	dado	1371,20	1371,20
Energia disponível, EDF	kJ/dia	cálculo	1113164147,20	1370048181,17
Rendimento termodinâmico TG, RTG	%	dado	70,00	70,00
Potencia saída TG condensação, PTG(j)	kJ/dia	cálculo	779214903,04	959033726,82
Potencia saída TG condensação, PTG(W)	kW	cálculo	9018,69	11099,93
Potencia elétrica, PEF	MW	cálculo	9,02	11,10
Eletricidade total gerada	MWh	cálculo	50865,42	31967,79
Consumo de energia própria	kWh/t	dado	35,00	35,00
Consumo trabalho (560 tv/d;23,33 tv/h)	kWh	cálculo	54687,50	72916,67
Consumo de potencia elétrica	kW	cálculo	2278,65	3038,19
Consumo extra limpeza á seco	kW	cálculo	210,94	281,25
Consumo extra irrigação	kW	cálculo	213,58	736,81
Potencia eletricidade demandada, PED	MW	cálculo	2,70	4,06
Eletricidade demandada	MWh	cálculo	15245,83	11682,02

Fonte: Ramos e Lombardi (2001).

Tabela 2: Energia elétrica do modelo GERIPA.

Potencial Elétrico com Biomassa	Unidade	Referência	Folha seca cana	Palha seca
Produção diária da GERIPA, P	L/dia	cálculo	125000,00	125000,00
Dias de safra, DZ	dia	cálculo	235,00	120,00
Produtividade, R	L/t	cálculo	80,00	60,00
Moagem, M	Kg/dia	cálculo	218750,00	291666,67
Percentual fibra por t, %F	%	dado	60,00	60,00
Massa de fibra, MF	Kg/dia	cálculo	131250,00	175000,00
Poder Calorífico Inferior fibra , PCIf	kcal/kg	dado	3797,61	3797,61
Umidade, U	%	dado	10,00	10,00
Calor Latente Vaporização. H2O (25o), CLV	kcal/kg	dado	583,44	583,44
Poder Calorífico Inferior bagaço, PC Ib	kcal/kg	cálculo	3359,51	3359,51
Massa de acordo com a umidade, MF (u)	kg/dia	cálculo	145833,33	194444,44
Potencia térmica equivalente, PTE	kcal/dia	cálculo	489927812,50	653237083,33
Conversão a KJ, C	kJ/kcal	dado	4,19	4,19
Energia disponível, EDI	kJ/dia	cálculo	2050837823,13	2734450430,83
Rendimento da caldeira, RC	%	dado	87,00	87,00
Energia no vapor, EV	kJ/dia	cálculo	1784228906,12	2378971874,83
Diferença entalpia, (tabela) 100ba, 520o Dh	kJ/kg	dado	3341,04	3341,04
DESCARGA DE VAPOR, V	kg/dia	cálculo	534033,99	712045,31
Salto térmico vapor, STV	kJ/kgv	dado	981,00	981,00
Dh,salto térmico condensação, STC	kJ/kgv	dado	1371,20	1371,20
Energia disponível, EDF	kJ/dia	cálculo	732267400,59	976356534,12
Rendimento termodinâmico TG, RTG	%	dado	70,00	70,00
Potencia saída TG condensação, PTG(j)	kJ/dia	cálculo	512587180,41	683449573,88
Potencia saída TG condensação, PTG(W)	kW	cálculo	5932,72	7910,30
Potencia elétrica, PEF	MW	cálculo	5,93	7,91
Eletricidade total gerada	MWh	cálculo	33460,55	22781,65

Fonte: Ramos e Lombardi (2001).

Tabela 3: Energia elétrica do modelo GERIPA.

Potencial Elétrico com Biogás	Unidade	Referência	235 dias de safra	120 dias de safra
Quantidade de dejetos	m ³ /dia	cálculo	96,63	96,63
Quantidade de cinza	m ³ /dia	cálculo	3,13	4,17
Quantidade de torta	m ³ /dia	cálculo	6,25	8,33
Quantidade de vinhaça	m ³ /dia	cálculo	1500,00	1500,00
Quantidade de biogás para eletricidade	m ³ /dia	cálculo	25708,86	25754,49
Poder Calorífico Inferior bagaço , PCIb	kcal/kg	dado	5093,17	5093,17
Massa de acordo com a umidade, MF (u)	kg/dia	cálculo	25708,86	25754,49
Potência térmica equivalente, PTE	kcal/dia	cálculo	130939545,03	131171920,80
Conversão a K _j , C	kJ/kcal	dado	4,19	4,19
Energia disponível, EDI	kJ/dia	cálculo	548112935,48	549085660,48
Rendimento da caldeira, RC	%	dado	87,00	87,00
Energia no vapor, EV	kJ/dia	cálculo	476858253,87	477704524,62
Diferença entalpia, (tabela) 100ba, 520o Dh	kJ/kg	dado	3341,04	3341,04
DESCARGA DE VAPOR, V	kg/dia	cálculo	142727,49	142980,79
Salto térmico vapor, STV	kJ/kgv	dado	981,00	981,00
Dh,salto térmico condensação, STC	kJ/kgv	dado	1371,20	1371,20
Energia disponível, EDF	kJ/dia	cálculo	195707934,57	196055253,50
Rendimento termodinâmico TG, RTG	%	dado	60,00	60,00
Potência saída TG condensação, PTG(j)	kJ/dia	cálculo	117424760,74	117633152,10
Potência saída TG condensação, PTG(W)	kW	cálculo	1359,08	1361,49
Potência elétrica, PEF	MW	cálculo	1,36	1,36
Eletricidade total gerada	MWh	cálculo	7665,23	3921,11

Fonte: Ramos e Lombardi (2001).

ANEXO B

Consumo de água GERIPA

Tabela 1: Consumo de água na GERIPA.

ÁGUA	Volume (m³/dia)
Água para gado	81393,23
Água para levedura	204125,00
Água do processo	1109375,00
Água condensada do pré-evaporador	357968,75
Águas de refrigeração	35500,00
Água dos condensadores da destilaria	665625,00
Água do lavador de gases	121662,55
Água de descarga das caldeiras	181250,00
Água para lavagem de piso e equipamentos	18000,00
Esgotos sanitários	47632,50
Líquidos da remoção incrustações	1800,00
Água potável	6351,00
Água para gotejamento da cana	28018,32
Água para pivô do sorgo	88417,33
Água dos serviços industriais	36500,00
Água de lavagem de dornas	12343,75
TOTAL	2.995.962,43

Fonte: Ramos e Lombardi (2001).

ANEXO C

Investimentos da GERIPA

Tabela 1: Investimentos da GERIPA.

INVESTIMENTO	Valor	Fornecedor	Telefone	Site
1-PREPARO DO SOLO E PLANTIO	R\$ 1.147.945,02			
1 subsoador destorroador hidráulico	R\$ 60.300,00	DMB - Máquinas e Implementos Agrícolas Ltda	16-647-3838	www.dmb.com.br /
1 Plantadeira PCP4000 (o SMR 6000) - cana	R\$ 80.400,00	14.SERMAG = CAMECO		
1 Plantadeira ASM serie 1200 - sorgo	R\$ 80.400,00	CASE IH	41-341-7111	
SPX 3185 - 1 pulverizador	R\$ 20.100,00	38. SANTAL Equipamentos S/A	19-543-2100	www.civemasa.com.br
Mudas, sementes	R\$ 906.745,02	26.CIVEMASA		
2-CORTE MANUAL, COLHEITA SEMI MANUAL	R\$ 438.515,67			
Carregadoras CMP 1200	R\$ 407.420,97	15. CAMECO	16-629-8300	www.cameco.com.br
1 colhedora de palha mod. 6850	R\$ 31.094,70	38. SANTAL Equipamentos S/A	16-630-6622	www.santal.com.br
3- FERTIRRIGACÃO	R\$ 19.167.352,43			
Gotejamento Subterrâneo - cana	R\$ 14.746.485,94	25. NETAFIM	16-601-8000	www.netafim.com.br
Sistema mini pivô central - sorgo	R\$ 4.420.866,49	13. CARBORUNDUM IRRIGACAO	19-3876-8073	www.carborundum.com.br
28 km canais de alumínio- 6 polegadas		FOCKINK	54-337-1414	www.mepelind.br
BLM-SUPER + 1 bomba lobular + 1 carretel irrigador		IRRIGABRAS, MEPEL	11-4195-0933	www.irrigabras.com.br
1 Equipamento formulação fertilizantes e preparo adubação		12. HIDRO POWER- I.C.E. LTDA	15-244-1103	www.jimenez-hidropower.com.br
4- LABORATÓRIO	R\$ 114.570,00			
1 Setor Matéria prima -amostragem ATR	R\$ 6.030,00	36. SRI TECNOL DE INFORMACÃO		www.sri.com.br
1 Setor P&D	R\$ 6.030,00	ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO		
1 Setor Microbiologia bacterias	R\$ 6.030,00	ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO		
Biofábrica e setor de controle biológico	R\$ 20.100,00	ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO		
1 Setor Industrial	R\$ 6.030,00	10. MARTE	11-5581-8188	www.martebal.com.br
Equipamentos e vidraria lab., moveis e utensilios de escritório	R\$ 70.350,00	MARTE/ BRAN +LUEBBE LTDA / BMICRONAL	011-5-536-3100	
5- SISTEMA DE AUTOMACÃO	R\$ 211.050,00			
Qualidade, (ISO 9000, ISO 14000,BS 8800)	R\$ 20.100,00	24.TORNATTV SYSTEMS		www.tomatti.com.br
Módulos: Administrativo, Agrícola, Automotivo, Industriais	R\$ 50.250,00	AGRISOFT		
Centro de Comando	R\$ 90.450,00	SMAR	11-3518-8555	
Rede comunicação - computação e telefonia	R\$ 50.250,00	GLOBALSTAR	21-555-8888	www.globalstar.com.br
6- BIODIGESTÃO, TRATAMENTO EFLENTE	R\$ 1.001.505,38			
1 Planta de Biodigestão	R\$ 654.380,20	35. Codisti SA / DEDINI		www.codistil.com.br
1 adutora de vinhaça	R\$ 347.125,17	21. TECNIPLAS	11-4529-3018	www.tecniplas.com.br
1 trocador de calor a placas		GEA- Ecoflex		
Depósitos de armazenamento do biofertilizante		IPACOL / VETRO	54-441-1626/16-243-1556	www.ipacol.com.br
1 Filtro de biofertilizante		MAUSA		
7- TRATAMENTO DE BAGAÇO	R\$ 160.800,00			
1 Transportador pneumático de bagaço	R\$ 20.100,00	CALDEMA		
1 prensa enfiadeira continua	R\$ 50.250,00	CALDEMA		
1 Torre de secagem em suspensão	R\$ 90.450,00	CALDEMA		

Fonte: Ramos e Lombardi (2001)

Tabela 2: Investimentos da GERIPA

INVESTIMENTO	Valor	Fornecedor	Telefone	Site
8- FABRICA TRATAMENTO LEVEDURA SECA				
1 termolizador	R\$ 500.000,00	MORENO e SUCRANA		
1 evaporador- película descendente	R\$ 500.000,00	MORENO e SUCRANA		
1 secador-processo Spray Dryer		MORENO e SUCRANA	55-16-3946-5000	www.moreno.ind.br
1 silo, sacas		KEPLER WEBER		
1 transportador sem fim		MORENO e SUCRANA		
9- GADO SEMI- CONFINADO	R\$ 2.132.706,64			
Curral C07	R\$ 36.914,93	1. COCHOS E CURRAIS ITABIRA	27-9985-4889 /	www.cochositabira.com.br/
Curral C03	R\$ 388.345,11	1. COCHOS E CURRAIS ITABIRA		
4 valas fermentação	R\$ 4.020,00	ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO		
1 sistema tratamento de estrume	R\$ 51.365,55	FERTILANCE	16-651-2070	www.fertilance.com.br
Compra de animais	R\$ 1.529.551,64	GAP GENÉTICA / ALTA GENETICS LTDA	55-375-9500	www.fockink.ind.br
2 ordenhadeira mecânica tipo balde ao pé	R\$ 20.000,00	2. BOSIO ORDENHADEIRAS	43-0506	-
1 laticínio	R\$ 16.080,00	3. DELAVAL / 31.FOCKINK	19-3208-1222	www.delaival.com.br
1 fabrica de secagem	R\$ 16.080,00			
1 frigorífico com abatedouro - 1100 cab/ano	R\$ 50.250,00	4. FRIGOMOR	16-222-7858	www.uol.com.br
1 curtume	R\$ 20.100,00			
10- FROTA AUTOMOTIVA	R\$ 2.530.461,36			
Tratores	R\$ 681.792,00	9. VALTRA / JONH DEERE / CASE IH	11-4795-2000	www.valtra.com.br
Reboques de cana inteira	R\$ 598.176,00	SERMAG = CAMECO	16-629-8300 / 16-687-2233	www.sermag.com.br
4 transbordos	R\$ 147.132,00	CASE IH Austoft		
2 caminhões (5t)	R\$ 30.150,00	8. NEW HOLLAND	41-341-7111	www.newholland.com.br
4 veículos utilitários	R\$ 124.378,80	TRACAN-CASE IH Austoft	16-617-2535	
1 Distribuidora torta de filtro	R\$ 6.030,00	SERMAG		
2 carreta tanque sem bomba	R\$ 4.132,56	MEPEL		
Transporte pessoal - Ônibus	R\$ 874.350,00	AGRALE SA	11-4127-9966/1499	www.bozza.com
1 comboio pressurizado	R\$ 20.100,00	GASCOM		
5 caçambas estacionárias	R\$ 20.100,00	INRODA	14-722-1533	www.inroda.com.br
1 poliquindaste (15 t)	R\$ 24.120,00	FACCHINI SA		www.fachini.com.br

Fonte: Ramos e Lombardi (2001)

Tabela 3: Investimentos GERIPA

Investimento	Valor (R\$)
11-ARRENDAMENTO DE TERRA AGRÍCOLA	16.746.749,82
12-SISTEMA DE SECAGEM A SECO	2.499.999,99
13-MOENDA ADICIONAL	110.550,00
14-OUTROS INVESTIMENTOS	824.099,99
Gerência do empreendimento	
Fretes, seguros	754.084,38
Projeto de engenharia e viabilidade	49.915,61
Supervisão	20.100,00
INVESTIMENTOS ADICIONAIS DA INTEGRAÇÃO	46.762.206,31

Fonte: Ramos e Lombardi (2001).

Tabela 4: Investimentos GERIPA.

Investimento	Valor (R\$)
15-Recepção e manejo de cana	940.000,00
16-Alimentação e preparo da cana	4.600.000,00
17-Extração do caldo	9.300.000,00
18-Tratamento do caldo	2.800.000,00
19-Geração de vapor	12.400.000,00
20-Geração de energia elétrica	1.500.000,00
21-Pré-fermentação	2.800.000,00
22-Fermentação do mosto	2.800.000,00
23-Destilaria	6.400.000,00
24-Condensadores	700.000,00
25-Anexos da destilaria	90.000,00
26-Equipamentos complementares	70.000,00
27-Reservatórios de estocagem	1.700.000,00
28-Serviços gerais	300.000,00
29-Captação e distribuição de água	1.500.000,00
30-Tratamento de água	500.000,00
31-Rede elétrica industrial	6.700.000,00
32-Interligação e isolamento	6.000.000,00
33-Segurança industrial	150.000,00
34-Prédios metálicos	600.000,00
35-Peças de reposição	1.000.000,00
36-Serviços	31.250.000,00
37-Supervisão de montagem	600.000,00
38-Testes e posta em marcha	300.000,00
INVESTIMENTOS INDÚSTRIA	95.000.000,00

Fonte: Ramos e Lombardi (2001).

ANEXO D

Equipamentos do modelo de produção tradicional de etanol

ANEXO D: Lista de equipamentos do modelo tradicional de produção de etanol

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DE RECEPÇÃO E PREPARO DE CANA

- 02 Balanças rodoviárias de capacidade de 80 toneladas com plataforma de 42 metros de comprimento
- 01 Sonda amostradora oblíqua
- 01 Laboratório de análise de pagamento de cana
- 01 Laboratório de análise de processo industrial
- 01 Mesa alimentadora para cana picada e cana inteira com 45° graus de inclinação e 13 metros de largura
- 01 Descarregador de cana tipo Hilo de 40 toneladas de capacidade de descarga
- 01 Picador nivelador com 36 facas fixas tipo SD2, acionado por motor elétrico.
- 01 Picador COP8 com 66 facas oscilantes, acionado por motor elétrico de 2.500CV
- 01 Desfibrador COP5, com 66 martelos oscilantes, acionado por motor elétrico de 3.000CV
- 01 Esteira metálica de 66 polegadas de largura e 60 metros de comprimento que recebe a cana das mesas alimentadoras.
- 01 Esteira metálica de 66 polegadas de largura e 36 metros de comprimento que transporta a cana que passa pelo preparo de cana
- 01 Esteira de borracha de 84 polegadas de largura e 30 metros de comprimento que transporta cana desfibrada pelo eletroimã

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DA MOAGEM DE CANA

- 01 Eletroimã de 78 polegadas de largura
- 01 Esteira de borracha de 78 polegadas de largura e 9 metros de comprimento que transporta cana desfibrada até ao primeiro terno da moenda 42" X 78"
- 05 Ternos de moenda 42"X78" acionado por
- 01 Esteira de borracha de 66 polegadas de largura e 30 metros de comprimento para transporte de bagaço do segundo para o terceiro terno
- 01 Esteira de borracha de 66 polegadas de largura e 8 metros de comprimento para transporte de cana que alimenta o terceiro de moenda
- Peneira Rotativa para Caldo Misto com capacidade de 500m³/H, abertura de tela 0,7 milímetros e acionamento duplo
- Tanque Pulmão para caldo misto de 80m³ construído em inox
- Sala de comando do setor de moagem monitoramento por câmeras
- 01 Barracão de 114 metros de comprimento, largura 16,70 metros e altura 13,62 metros, com duas pontes rolantes de 15 ton. de capacidade

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DO TRATAMENTO DE CALDO

- 3 Regenerador caldo / caldo pré de 60 m²
- 3 Regenerador caldo / vinhaça de 60 m²
- 6 Aquecedor com v.v. 1 de 325 m²
- 2 Decantador 350 m³
- 3 Filtro de lodo de 8000 tc/dia
- 3 Aquecedor de caldo clarificado de 325 m²
- 7 Pré-evaporador de 1100 m²

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DA FERMENTAÇÃO

- 2 Resfriadores de mosto de 315 m²
- 7 Dornas de fermentação 1300m³
- 7 Trocadores de calor a placas (dornas) 330m³
- 1 Volante de vinho de 200m³
- 1 Dorna volante de 1000m³
- 3 Cubas de pré fermentação de 90m³
- 8 Centrífugas de fermento de 95m³/h

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DA DESTILARIA

- 1 Destilaria de álcool hidratado de 500m³/dia
- 1 Destilaria de álcool anidro de 900m³/dia
- 7 Torres de resfriamento água de 1000m³/h

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

- 1 Estação de tratamento de água de 250m³/h
- 1 Desmineralização de água de 100m³/h

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DE ARMAZENAMENTO DE ÁLCOOL

- 5 Tanques para armazenagem de álcool de 20000m³

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DA GERAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE VAPOR

- 01 Esteira metálica de 66 polegadas de largura e 35,0 metros de comprimento para transporte de bagaço da moenda até a caldeira
- 01 Esteira metálica de 78 polegadas de largura e 60 metros de comprimento para transporte e distribuição de bagaço para alimentação das caldeiras

- 01 Esteira de borracha de 36 polegadas de largura e 21 metros de comprimento para transporte contínuo de bagaço para realimentação das caldeiras
- 01 Retorno de bagaço composto por captação de bagaço por esteira metálica, e transporte por esteira de borracha de 48 polegadas de largura e 30 metros de comprimento
- 02 Caldeira de 150 toneladas vapor/hora de produção a 520°C - 67Kg/cm²
- 01 Desaerador térmico para capacidade de 220 toneladas vapor/hora
- Estação de tratamento de água para alimentação da caldeira com capacidade de 100m³/hora

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DE GERAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

- 01 Gerador marca WEG, de 15MVA, acionado por Turbina de múltiplo estágio
- 01 Prédio para casa de força de 24,0 metros de comprimento, 18 metros de largura e 12,8 metros de altura com ponte rolante manual de 20 toneladas de capacidade.

APÊNDICE A

Fluxo de caixa modelo de produção GERIPA

Tabela 1: Fluxo de caixa do modelo GERIPA.

Fluxo de caixa	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Entradas		R\$72.852.819,49	R\$72.852.819,49	R\$72.852.819,49	R\$72.852.819,49	R\$72.852.819,49	R\$72.852.819,49	R\$72.852.819,49	R\$72.852.819,49	R\$72.852.819,49	R\$72.852.819,49
Saídas											
Custo Fixo (CF)		R\$190.950,00	R\$190.950,00	R\$190.950,00	R\$190.950,00	R\$190.950,00	R\$190.950,00	R\$190.950,00	R\$190.950,00	R\$190.950,00	R\$190.950,00
Custo Variável (CV)		R\$28.811.062,21	R\$28.811.062,21	R\$28.811.062,21	R\$28.811.062,21	R\$28.811.062,21	R\$28.811.062,21	R\$28.811.062,21	R\$28.811.062,21	R\$28.811.062,21	R\$28.811.062,21
Custo Total (CT=CF+CV)		R\$29.002.012,21	R\$29.002.012,21	R\$29.002.012,21	R\$29.002.012,21	R\$29.002.012,21	R\$29.002.012,21	R\$29.002.012,21	R\$29.002.012,21	R\$29.002.012,21	R\$29.002.012,21
Lucro Bruto (LB=RT-CT)		R\$43.850.807,29	R\$43.850.807,29	R\$43.850.807,29	R\$43.850.807,29	R\$43.850.807,29	R\$43.850.807,29	R\$43.850.807,29	R\$43.850.807,29	R\$43.850.807,29	R\$43.850.807,29
IR		R\$7.454.637,24	R\$7.454.637,24	R\$7.454.637,24	R\$7.454.637,24	R\$7.454.637,24	R\$7.454.637,24	R\$7.454.637,24	R\$7.454.637,24	R\$7.454.637,24	R\$7.454.637,24
Depreciação		R\$4.252.866,19	R\$4.252.866,19	R\$4.252.866,19	R\$4.252.866,19	R\$4.252.866,19	R\$4.252.866,19	R\$4.252.866,19	R\$4.252.866,19	R\$4.252.866,19	R\$4.252.866,19
Investimento (Ip)		R\$141.762.206,31									-R\$424.311.443,00
Investimento (Icg)		R\$25.000.000,00									
FCL (LB-IR+D-Ip-Icg)		R\$166.762.206,31	R\$40.649.036,24	R\$40.649.036,24	R\$40.649.036,24	R\$40.649.036,24	R\$40.649.036,24	R\$40.649.036,24	R\$40.649.036,24	R\$40.649.036,24	R\$464.960.479,24

APÊNDICE B

Fluxo de caixa modelo de produção tradicional

Tabela 1: Fluxo de caixa do modelo tradicional.

Fluxo de caixa	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Entradas		R\$217.038.432,72	R\$217.038.432,72	R\$217.038.432,72	R\$217.038.432,72	R\$217.038.432,72	R\$217.038.432,72	R\$217.038.432,72	R\$217.038.432,72	R\$217.038.432,72	R\$217.038.432,72
Saídas											
Custo Fixo (CF)		R\$47.106.769,38	R\$47.106.769,38	R\$47.106.769,38	R\$47.106.769,38	R\$47.106.769,38	R\$47.106.769,38	R\$47.106.769,38	R\$47.106.769,38	R\$47.106.769,38	R\$47.106.769,38
Custo Variável (CV)		R\$111.544.870,10	R\$111.544.870,10	R\$111.544.870,10	R\$111.544.870,10	R\$111.544.870,10	R\$111.544.870,10	R\$111.544.870,10	R\$111.544.870,10	R\$111.544.870,10	R\$111.544.870,10
Custo Total (CT=CF+CV)		R\$158.651.639,48	R\$158.651.639,48	R\$158.651.639,48	R\$158.651.639,48	R\$158.651.639,48	R\$158.651.639,48	R\$158.651.639,48	R\$158.651.639,48	R\$158.651.639,48	R\$158.651.639,48
Lucro Bruto (LB=RT-CT)		R\$58.386.793,24	R\$58.386.793,24	R\$58.386.793,24	R\$58.386.793,24	R\$58.386.793,24	R\$58.386.793,24	R\$58.386.793,24	R\$58.386.793,24	R\$58.386.793,24	R\$58.386.793,24
IR		R\$9.925.754,85	R\$9.925.754,85	R\$9.925.754,85	R\$9.925.754,85	R\$9.925.754,85	R\$9.925.754,85	R\$9.925.754,85	R\$9.925.754,85	R\$9.925.754,85	R\$9.925.754,85
Depreciação		R\$4.800.000,00	R\$4.800.000,00	R\$4.800.000,00	R\$4.800.000,00	R\$4.800.000,00	R\$4.800.000,00	R\$4.800.000,00	R\$4.800.000,00	R\$4.800.000,00	R\$4.800.000,00
Investimento (Ip)		R\$410.164.500,00									-R\$555.960.734,75
Investimento (Icg)											
FCL (LB-IR+D-Ip-Icg)	-R\$468.550.040,55	R\$53.261.038,39	R\$53.261.038,39	R\$53.261.038,39	R\$53.261.038,39	R\$53.261.038,39	R\$53.261.038,39	R\$53.261.038,39	R\$53.261.038,39	R\$53.261.038,39	R\$609.221.773,14

