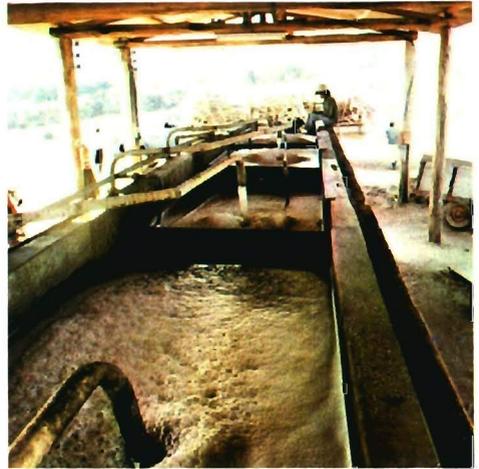


SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ALCOOL EM MICRODESTILARIAS



Nº 1



Nº 2



Nº 3



Nº 4

SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ALCOOL EM MICRODESTILARIAS

Ágide Gorgatti Netto
José Manuel Cabral de Sousa Dias

Brasília, DF
1983

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	05
2. MATÉRIAS-PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE ÁLCOOL	07
3. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ÁLCOOL EM MICRODESTILARIAS	11
4. ASPECTOS ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL EM MICRODESTILARIAS	19
4. 1 – INVESTIMENTOS	22
4. 2 – MATÉRIA-PRIMA	22
4. 2. 1 – Cana-de-açúcar	22
4. 2. 2 – Sorgo Sacarino	23
4. 3 – MÃO-DE-OBRA INDUSTRIAL	23
4. 4 – SEGURO SOBRE O ATIVO IMOBILIZADO	23
4. 5 – MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO	23
4. 6 – IMPOSTOS E TAXAS	23
4. 7 – DEPRECIAÇÃO	23
4. 8 – ENERGIA ELÉTRICA	24
4. 9 – JUROS SOBRE O CAPITAL PRÓPRIO	24
4.10 – RECEITAS DOS PRODUTOS	24
5. A INTEGRAÇÃO DA MICRODESTILARIA COM O BIODIGESTOR	27
6. INTEGRAÇÃO DA MICRODESTILARIA COM O CONFINAMENTO ANIMAL	31
7. CONCLUSÕES	35
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1. APRESENTAÇÃO

O V SIMPÓSIO NACIONAL DE FERMENTAÇÃO dá ênfase à produção de álcool e à produção de biogás, por serem exatamente estes dois processos fermentativos os de mais imediata aplicação na resolução dos problemas energéticos do Brasil. Nesse aspecto o esforço nacional de substituição de combustíveis líquidos por etanol produzido pela via fermentativa merece todo o nosso aplauso e o mais decisivo apoio.

Aliás, outro intuito não teve a EMBRAPA, em meados de 1979, quando iniciou o programa de produção regional e local de álcool, do que procurar apoiar o PROÁLCOOL, fazendo-o fixar-se em pequenas comunidades, agrovilas, cooperativas e fazendas de modo a difundir rapidamente a solução "álcool" para substituição de derivados de petróleo no meio rural, além de criar e adaptar tecnologias que possibilitem ao país manter seu setor primário em plena produção no caso de dificuldades mais sérias no suprimento de petróleo e/ou de óleo diesel.

Assim, buscou a EMBRAPA desenvolver tecnologias de produção de matérias-primas complementares à cana-de-açúcar que permitissem diminuir o período ocioso das destilarias; vem procurando desenvolver equipamentos e processos para a fabricação de álcool em pequenas unidades a custos comparáveis aos das grandes destilarias; procura incentivar a máxima utilização de resíduos e subprodutos, de modo a diminuir os custos de produção, minimizar os impactos ambientais e aumentar a eficiência energética; vem desenvolvendo máquinas agrícolas movidas a etanol hidratado, único caminho para se conseguir a autosuficiência energética das propriedades rurais; e, finalmente, desenvolve uma linha de pesquisa voltada às avaliações sócio-econômicas referentes à utilização de fontes alternativas de energia no meio rural. A Tabela 1 apresenta um resumo das linhas de trabalho do Programa Nacional de Pesquisa de Energia da EMBRAPA na produção e utilização de álcool hidratado.

Nos itens 2 e 3 do presente trabalho serão apresentadas algumas considerações sobre resultados já obtidos nos vários aspectos mencionados, enquanto o item 4 apresentará alguns resultados econômicos.

Nos itens 5 e 6 discutiremos duas possibilidades de integração da microdestilaria nas propriedades rurais: no primeiro caso através de um sistema de energização rural e no segundo um sistema destinado à produção conjunta de alimentos e de insumos energéticos, numa situação em que ambas as atividades são favorecidas.

Tabela 1 – Linhas de Pesquisa em Produção e Utilização de Álcool Hidratado no PNP – ENERGIA DA EMBRAPA.

1. MATÉRIAS-PRIMAS

- . Sorgo Sacarino
- . Mandioca
- . Beterraba Açucareira

2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ALCÓOL HIDRATADO EM MICRODESTILARIAS (Tabela 3)

3. APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS

- . Pontas de Cana
- . Grãos de Sorgo
- . Bagaço
- . Vinhaça

4. UTILIZAÇÃO DE ETANOL EM ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS

- . Tratores e Cultivadores
- . Geradores de Eletricidade
- . Motores Estacionários

5. AVALIAÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS

- . Determinação de Custos
 - . Avaliação de Impactos
 - . Modelos de Sistemas Auto-suficientes
-

2. MATÉRIAS—PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE ALCOOL

As pesquisas com matérias-primas para a produção de álcool no Sistema EMBRAPA têm procurado encontrar alternativas para complementar a cana-de-açúcar, tanto no período de operação das destilarias quanto na distribuição regional.

Para aumentar o período de operação das destilarias, a matéria-prima mais adequada é o sorgo sacarino que apresenta a grande vantagem de utilizar os mesmos equipamentos e processos para a produção de álcool e tem ciclo de colheita diferenciado do da cana-de-açúcar: na Região Centro-Sul colhe-se o sorgo em março e abril e inicia-se a safra de cana em meados de maio.

Para possibilitar a produção de álcool em regiões que não são tradicionais produtoras de cana-de-açúcar, estão sendo pesquisadas a beterraba açucareira (Região Sul), a bata-doce (Região dos Cerrados e Região Amazônica) e a mandioca, se bem que esta última apresenta possibilidade de cultivo em todo o território nacional. (3)

Como as matérias-primas não são o ponto central deste trabalho, gostaríamos de salientar apenas uma delas e escolhemos o sorgo sacarino que vem apresentando resultados altamente promissores.

O cultivo do sorgo sacarino vem despertando interesse por duas razões fundamentais: permite ampliar o período de operação das destilarias de álcool por um período mínimo de 60 dias e permite também compatibilizar de forma ímpar a produção de culturas alimentares com as culturas energéticas.

O incremento do período de safra é altamente benéfico não só do ponto de vista do aumento da produção com a conseqüente diminuição dos custos unitários, mas também por desfazer o caráter de monocultura que a produção de álcool vem imprimindo a algumas regiões brasileiras. Além disso, o funcionamento da destilaria por um período adicional e a existência de uma outra cultura com ciclo complementar ao de cana-de-açúcar permitem que a oferta de emprego se torne mais estável, o que na presente conjuntura seria

um grande incentivo para a utilização do sorgo sacarino para a produção de álcool. (14)

O segundo aspecto mencionado para o interesse pelo sorgo sacarino (compatibilizar culturas energéticas e alimentares) decorre do fato de se poder aproveitar os colmos para a produção de álcool e os grãos para rações animais ou alimentação humana.

As produtividades a nível de lavoura, não a nível de experimentos em pequenas áreas, têm sido de 36 a 50 t de colmo e 2 a 4 t grãos por hectare, variando em função das condições climáticas, localidade e nível tecnológico empregado. Além disso, o sorgo dá rebrota: sem nenhum trato cultural nem adubação adicional, cerca de dois meses depois do corte o sorgo sacarino dá uma nova carga de grãos, com produção entre 1 e 2 toneladas por ha.

Quando se pensa em termos da rentabilidade da cultura, vê-se que os grãos de sorgo quase que permitem pagar todos os custos de produção. Como um exemplo, vamos admitir uma produtividade de 40 t de colmo com folhas e 2 toneladas de grãos por hectare. A Tabela 2 apresenta os custos de produção para uma lavoura com plantio mecanizado e colheita manual. (6)

Os grãos de sorgo estão sendo atualmente comercializados a Cr\$ 950,00 a saca de 60 kg, tendo um bom mercado nas indústrias de rações. Com esse preço o produtor recebe pelas 2 toneladas de grãos (33 sacas) a quantia de Cr\$ 31.667,00 que corresponde a 46,5% dos custos de produção de toda a cultura. Nesse caso, o colmo do sorgo para a produção de álcool (já com transporte até à microdestilaria) sairia a Cr\$ 910,00/t.

Se o rendimento de produção de álcool dos colmos de sorgo for de 40 l/t, este valor da matéria-prima contribuiria com apenas Cr\$ 22,75 /litro de álcool. As rentabilidades da produção de álcool e da venda de grãos serão melhor abordadas mais adiante. Vale a pena ressaltar, entretanto, que a produtividade considerada para o cálculo acima (2 t grãos/ha) é bastante conservadora, pois tem-se locais onde sempre foram obtidas mais de quatro toneladas por hectare. E neste caso, a venda dos grãos paga todos os custos de produção.

Finalmente, um último comentário no tocante aos custos de produção do sorgo sacarino. Atualmente a colheita manual e o recolhimento da panícula são responsáveis por 22,6% do custo total. Está em desenvolvimento na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE) de Pelotas

uma colheitadeira mecânica de sorgo sacarino, que corta e separa as panículas e colhe e tritura os colmos em uma única operação, o que, evidentemente, reduzirá os custos de produção e viabilizará ainda mais a expansão desta cultura.

Tabela 2 – Estimativa de Custo de Produção de 1 ha de cultura de sorgo sacarino. Safra 82/83. Rendimento médio esperado 40 t de colmo com folhas e 2 t de grãos. (6)

Operações	Coeficiente	Custo 82/83 (Cr\$)
Aração	2,5 h. trator	4.240,00
Gradagem (2 vezes)	2,0 h. trator	3.400,00
Plantio e adubação	1,0 h. trator	1.700,00
Adubação de cobertura	1,0 h. trator	1.100,00
Capina mecânica (2 vezes)	2,0 h. trator	3.400,00
Aplicação de inseticida	0,5 h. trator	850,00
Colheita manual	14 homens. dia	10.500,00
Recolhimento de panículas	7 homens. dia	4.900,00
Trilhagem	1,5 h. trator	2.550,00
Transporte	3,0 h. trator	5.100,00
Subtotal		37.740,00
Insumos		
Adubo (4-14-8)	400 kg	18.800,00
Sulfato amônia	200 kg	8.200,00
Semente	8 kg	1.200,00
Inseticida	1 kg	1.500,00
Subtotal		29.700,00
T O T A L		67.440,00

3. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ALCOOL EM MICRODESTILARIAS

Quando a EMBRAPA iniciou as pesquisas com produção de álcool em pequenas unidades, havia uma quase total falta de informações a respeito de equipamentos e processos e sentiu-se a necessidade de implantar uma série de microdestilarias que levassem em consideração as particularidades regionais e, ao mesmo tempo, servissem de suporte ao desenvolvimento de equipamentos por parte da indústria nacional. (13)

O Programa foi montado no intuito de utilizar diversos equipamentos de extração dos açúcares, vários processos de fermentação, diferentes equipamentos de destilação e de forma a propiciar a realização de estudos com os subprodutos da produção do álcool. A Tabela 3 apresenta os equipamentos e processos em estudo nas microdestilarias do Sistema EMBRAPA.

Na realidade, pode-se afirmar que estamos hoje no 4º estágio, no tocante ao assunto microdestilaria. No primeiro, implantamos uma unidade com a tecnologia que existia em 1979, a tecnologia IPT (8) que representava apenas um conceito necessitado de desenvolvimento e que se mostrou inadequado por vários motivos (13). Evoluimos para uma unidade no 2º estágio, uma microdestilaria construída em vários planos para facilitar o escoamento de fluídos, que pode ser exemplificada com a do CPATSA – Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, em Petrolina.

Nesta unidade, conforme apresentado na Tabela 3, há moenda de um terno, dornas de aço, coluna de destilação de pratos e calotas, caldeira vertical para geração de vapor e o sistema de fermentação utilizado é o de decantação, com aeração do pé-de-cuba.

Em Petrolina, há uma grande vantagem no tocante à produção da matéria-prima: a cana-de-açúcar é irrigada, o que garante material com 21 a 22º Brix, com produtividade de 150 a 180 toneladas/ha, o que faz com que o custo de produção seja de Cr\$ 2.044,00/ton, o que representa 48,8% do preço oficial do IAA (Tabela 4). (12)

Nesta microdestilaria a descarga da cana-de-açúcar das carretas, a alimentação da moenda e o manejo do bagaço são feitos manualmente.

A moenda utilizada foi fabricada no Ceará, tem rolos com dimensões de 18" x 24" e capacidade para 4 toneladas de cana por hora. O motor é de 25 HP e a redução de velocidades é feita por volantes e engrenagens sendo que a moenda é "queixo duro" (não tem rolo flutuantes).

O caldo extraído é coado em peneiras fixas, diluído até 16^o Brix e suplementado com nutrientes. Devido à temperatura ambiente, não há necessidade de aquecimento. A fermentação é feita em dornas de aço carbono de 5 m³ de capacidade. Em algumas bateladas tem-se notado aumento excessivo da temperatura e estuda-se um sistema de resfriamento das dornas que deverá ser o de serpentinas internas.

Após a fermentação ocorre a decantação da levedura. Dez por cento do volume de dorna são transferidos para um tanque provido de aerador, onde se adiciona mosto e se faz o borbulhamento de ar. Após 3 a 4 horas, quando o microorganismo se encontra em acentuado desenvolvimento, o mosto em fermentação é transferido para uma dorna e passa a receber o mosto para fermentação alcoólica, que demore 12 a 16 horas para se completar.

A separação do álcool contido no vinho é feita por destilação em coluna de bandejas com calotas de borbotagem com vazão de 80 litros de álcool/hora. O vapor necessário à destilação é gerado em uma caldeira vertical de produção de 300 kg vapor/hora. Usa-se bagaço e lenha como combustíveis.

Nesta unidade, que opera apenas 8 h por dia, a produção tem sido de 600 litros de etanol, com rendimento médio de 60 l de álcool/t de cana-de-açúcar; o custo do litro do álcool, considerando-se a utilização da cana-de-açúcar própria é de Cr\$ 61,03, o que representa 83,9% do preço oficial pago ao produtor (Tabela 4).

Como foi mencionado, a microdestilaria do CPATSA pode ser entendida como de segunda geração. Após estudos de potência elétrica envolvida no bombeamento, custos de construção e aquisição de equipamentos e, facilidade operacional passamos já no início de 1981 à microdestilaria de terceira geração, que pode ser exemplificada pela do CNP-MILHO E SORGO (CNPMS) em Sete Lagoas — MG.

TABELA 3 – EQUIPAMENTOS E PROCESSOS DAS MICRODESTILARIAS DA EMBRAPA

LOCALIZAÇÃO	SISTEMAS DE EXTRAÇÃO	DORNAS DE FERMENTAÇÃO	PROCESSO DE FERMENTAÇÃO	EQUIPAMENTO DESTILAÇÃO	GERADOR DE CALOR	APROVEITAMENTO SUBPRODUTOS
SETE LAGOAS (MG)	MOENDA 2 TERNOS	AÇO-CARBONO RESF. EXTERNO	DECANTAÇÃO CENTRIFUG. (1)	PRATOS E CALOTAS	CALD. HORIZONTAL	BIODIG. VINHAÇA E BAGAÇO
GOIÂNIA (GO)	MOENDA 1 TERNO	AÇO-CARBONO	DECANTAÇÃO	PRATOS E CALOTAS	CALD. HORIZONTAL	IRRIG. C/VINHAÇA (SULCOS)
BRASÍLIA (DF)	MOENDA 1 TERNO DIF. VERTICAL	FIBRA-DE- VIDRO	CORTES	PRATOS E CALOTAS	CALD. HORIZONTAL	LAGOA DE EVAP. VINHAÇA
CAMPO GRANDE (MS)	MOENDA 2 TERNOS	FIBRO- CIMENTO	DECANTAÇÃO	PRATOS E CALOTAS	CALD. HORIZONTAL	CONFIN. ANIMAL
PETROLINA (PE)	MOENDA 1 TERNO	AÇO-CARBONO	DECANTAÇÃO E BORBULH. AR	PRATOS E CALOTAS	CALD. VERTICAL	ASPERSÃO DE VINHAÇA
PELOTAS (RS)	MOENDA 1 TERNO PICADOR DIF. VERTICAL	AÇO-CARBONO	DECANTAÇÃO	PRATOS E CALOTAS	CALD. HORIZONTAL	ASPERSÃO DE VINHAÇA SILAGEM DE BAGAÇO
MANAUS (AM)	MOENDA 2 TERNOS	AÇO-CARBONO	CORTES	PRATOS E CALOTAS	CALD. HORIZONTAL	ASPERSÃO
Nº SR ^A DAS DORES ⁽¹⁾ (SEI)	MOENDA 4 ROLOS	FIBRA-DE- VIDRO	DECANTAÇÃO E BORBULH. AR	TORRE COM RECHEIO	FORNALHA	CONFIN. ANIMAL

(1) EM INSTALAÇÃO

Nessa unidade o sistema de construção adotado foi o de um único piso com plataforma de inspeção para as dornas e os tanques de caldo de tratamento elevados. A Figura 1 mostra o fluxograma de produção de álcool.

Em relação à microdestilaria do CPATSA, as modificações nos equipamentos e processos são, resumidamente:

- . a descarga da matéria-prima é feita por uma talha elétrica;
- . a moenda tem dois ternos de 10" x 16", com embebição de água quente na saída do primeiro terno; o acionamento é feito por dois moto-redutores de 10HP cada; o rolo superior de cada terno flutua contra molas para evitar grandes variações de pressão de extração. A capacidade de moagem é de 2 toneladas por hora. (Este equipamento foi modificado e adaptado pela equipe técnica do CNPMS e o projeto encontra-se à disposição dos fabricantes interessados);
- . as dornas de aço carbono são revestidas internamente com epóxi betuminoso e possuem refrigeração externa tipo chuveiro;

FIGURA 1 . Fluxograma simplificado da Microdestilaria do CNP-MS

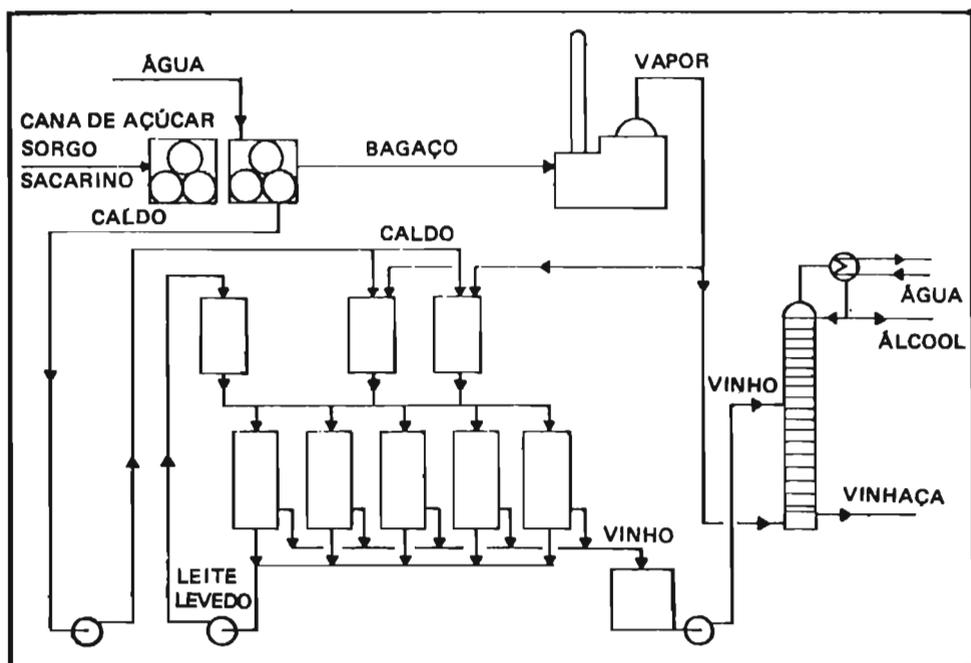


FIGURA 1 . Fluxograma simplificado da Microdestilaria do CNP-MS

- . o tratamento da levedura é feito com o abaixamento do pH até 2,8 a 3,0 e adição de penicilina. Será instalada, em breve, uma centrífuga para separação da levedura que facilitará a operação e aumentará o rendimento da produção de álcool;
- . o tempo médio de fermentação é de 16 h, com eficiência em torno de 89% (em relação aos açúcares consumidos) e com teores alcoólicos entre 8,5 e 9,5°GL;
- . a geração de vapor é feita em caldeira horizontal de revestimento refratário pré-montado e capacidade de produção de 500 kg de vapor/hora.

Com estes equipamentos, o rendimento global de transformação está em torno de 55 litros de álcool/t de cana-de-açúcar, o que faz com que o custo de produção do álcool de cana-de-açúcar seja de Cr\$ 56,58/l, enquanto que o preço oficial pago ao produtor é de Cr\$ 69,03. A Tabela 4 mostra ainda que enquanto o preço oficial da cana-de-açúcar pago ao produtor em Minas Gerais é de Cr\$ 3.077,20/t, o custo de produção dessa matéria-prima no CNPMS é de Cr\$ 2.361,33. Ou seja, mesmo num Centro de Pesquisa que normalmente apresenta elevados custos operacionais, as produções de cana-de-açúcar e de etanol hidratado apresentam-se como atividades rentáveis. (6)

Os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento em microdestilarias levaram ao 4º estágio: os difusores para extração dos açúcares das matérias-primas.

O problema da extração de açúcares tem sido muito crítico nas microdestilarias: para resolvê-lo a EMBRAPA vem pesquisando há quase três anos alguns modelos de difusores: o horizontal, o vertical e o inclinado.

O modelo que está pronto e em funcionamento é o horizontal, que foi construído em 1980, na Fazenda Ermida e entrou em operação na safra de 1981. Ao seu final, o difusor sofreu modificações e aperfeiçoamento e vem operando desde março de 1982.

O princípio de funcionamento do difusor horizontal consiste em fazer uma camada de bagaço ser atravessada por sucessivos fluxos de água e caldo quentes, de forma a ocorrer a extração de açúcares. O movimento do bagaço é efetuado por uma série de taliscas de arrastar, enquanto o líquido circula em contra-corrente impulsionado por bombas centrífugas.

O equipamento tem a forma retangular, com a maior dimensão na direção do percurso do bagaço, conforme representado na Figura 2. A estrutura

TABELA 4 – COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS DE PRODUÇÃO E PREÇOS OFICIAIS PARA CANA-DE-AÇÚCAR E ETANOL EM TRÊS SITUAÇÕES DISTINTAS – VALORES DE JULHO DE 1982

PRODUTO	CANHA-DE-AÇÚCAR (CR\$/T)			ÁLCOOL HIDRATADO (CR5/l)		
	CUSTO DE PRODUÇÃO (A)	PREÇO OFICIAL (B)	A/B (%)	CUSTO DE PRODUÇÃO (C)	PREÇO OFICIAL (D)	C/D %
MICRODESTILARIA						
CPA-TRÓPICO SEMI-ÁRIDO (PETROLINA – PE)	2.044,00	4.192,71	48,8	61,03	72,78	83,9
CNP-MILHO E SORGO (SETE LAGOAS – MG)	2.361,33	3.077,20	76,7	56,58	69,03	83,1
FAZENDA ERMIDA ⁽¹⁾ (JUNDIAÍ – SP)	2.056,00	2.937,00	70,0	59,80 ⁽²⁾	64,43	92,8

(1) VER ITEM 4

(2) A VENDA DOS GRÃOS DE SORGO SACARINO PROPORCIONA UMA RECEITA ADICIONAL DE CR\$ 8,91 POR LITRO DE ÁLCOOL

principal do difusor pode ser feita em alvenaria, em aço carbono ou em aço inoxidável. Quando em alvenaria há necessidade de revestimento interno para diminuir a corrosão.

As partes internas principais do difusor são as taliscas de arraste, as caixas de recolhimento do caldo, as caixas de distribuição do caldo e a tela metálica.

Os componentes do sistema de difusão externos ao difusor são: desfibrador, moenda de 1 terno, caixa de mistura de caldo, esteira de carregamento do difusor, bombas de circulação de caldo, caixa de mistura de condensado, bica de descarga do bagaço, moenda de secagem e caixa de recolhimento do caldo da moenda de secagem.

O difusor em operação é um difusor para bagaço, uma vez que a matéria-prima é passada logo de início por uma moenda onde é extraída grande parte do caldo e o bagaço resultante da moagem é submetido à difusão. Ele é desfibrado, lançado na esteira de carregamento do difusor, distribuído uniformemente na tela metálica e transportado através das taliscas de arraste. Durante o percurso o bagaço é continuamente embebido com caldo fraco aquecido, que faz a extração dos açúcares presentes no bagaço.

A circulação do caldo é feita através de seis bombas centrífugas que fazem o líquido caminhar em sentido contrário ao bagaço, pois a última bomba lança água aquecida sobre a camada de bagaço no final da tela metálica; a água atravessa o bagaço, se enriquece em açúcares, é recolhida na última caixa de coleta e bombeada para a última caixa de distribuição, de onde extravasa e atravessa a camada de bagaço, enriquecendo-se um pouco mais em açúcares e é recolhida na penúltima caixa de distribuição e assim sucessivamente, até que da primeira caixa de recolhimento o caldo é bombeado para um tanque onde é misturado com o caldo extraído na moenda.

Em cada caixa de distribuição há uma serpentina de vapor para manter o caldo aquecido entre 80 e 85° C. Os condensados destas serpentinas são conduzidos a um tanque onde se misturam com o caldo da moenda de secagem; esta mistura constitui-se do caldo fraco que é recirculado para o final da camada de bagaço.

O bagaço que sai do difusor com umidade superior a 70% passa por uma moenda de secagem, onde a umidade é reduzida para a faixa de 50 a 55%. Este bagaço pode ser imediatamente utilizado numa caldeira que tenha uma

pré-câmara de secagem ou então ser deixado ao ar livre por um dia para que a umidade fique entre 45% e 48%.

Os rendimentos que têm sido obtidos para estas matérias-primas são de 60 litros por tonelada de cana-de-açúcar e de 45 litros/ton de colmo de sorgo sacarino com folhas. No item 4 será feita uma avaliação da rentabilidade do empreendimento, considerando-se a operação da unidade por apenas 8 h por dia.

FIGURA 2 – ESQUEMA DO DIFUSOR HORIZONTAL

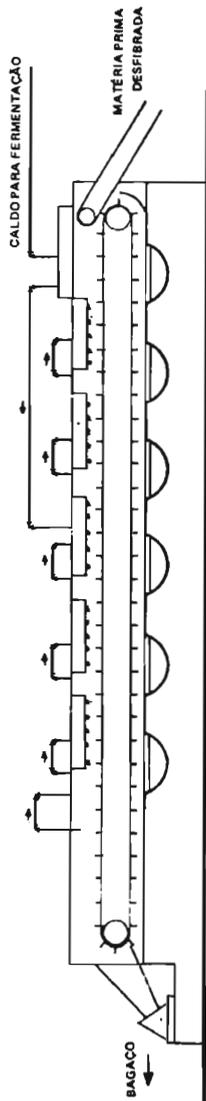


FIGURA 2 – ESQUEMA DO DIFUSOR HORIZONTAL

4. ASPECTOS ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO DE ALCOOL EM MICRODESTILARIAS

Um trabalho bastante recente de avaliação econômica de produção de álcool em microdestilarias foi publicado em abril de 1982, na revista *Brasil Açucareiro*, de autoria de Gemente e colaboradores (7). Este trabalho faz um estudo das alternativas tecnológicas para as microdestilarias no tocante a sistemas de moagem e de destilação e escalas de produção e avalia caso a caso os aspectos de rentabilidade do empreendimento do ponto de vista do investidor particular.

As alternativas consideradas estão resumidas na Tabela 5 e os indicadores econômicos a elas referentes encontram-se na Tabela 6.

As principais conclusões da avaliação econômica citada são: (7)

- . Nenhuma das alternativas apresenta viabilidade caso se considere que a matéria-prima seja adquirida de terceiros.
- . Trabalhando com cana própria (custo de cerca de 65% do preço oficial) as alternativas II, III e IV são viáveis mesmo para vender o álcool ao preço oficial fixado pelo IAA.
- . A alternativa I só apresenta viabilidade se for considerado para cálculo da receita o preço do álcool na bomba (auto-suprimento).
- . O aumento de eficiência industrial nas microdestilarias (moendas de 1 e 2 tempos) nas condições estudadas parece não ser compensador por melhor desempenho econômico (alternativa II e III).

Embora as conclusões apresentadas sejam altamente significativas e demonstrem que particamente existe hoje, no país um consenso acerca da viabilidade econômica das microdestilarias, o estudo não leva em consideração uma das principais vantagens da produção de álcool em pequenas unidades e que é a integração com a produção de alimentos.

TABELA 5 — ALTERNATIVAS DE PRODUÇÃO DE ALCÓOL EM MICRODESTILARIAS CUSTO DE PRODUÇÃO DE NOVEMBRO DE 1981

ALTERNATIVAS	SISTEMAS UTILIZADOS	RENDIMENTO I/T. CANA	JORNADA (H)	PRODUÇÃO DIÁRIA (l)	CUSTO DE PRODUÇÃO (CR\$/l)
I	MOENDA 1 TERNO COLUNA DE RECHEIO	44,5	12	1.200	45,28
II	MOENDA 1 TERNO COLUNA DE RECHEIO	51,9	24	2.500	37,68
III	MOENDA 2 TERNOS COLUNA DE BANDEJAS	59,3	24	2.500	36,21
IV	MOENDA 2 TERNOS COLUNA DE BANDEJAS	59,3	24	5.000	31,96

VALOR OFICIAL PAGO AO PRODUTOR, EM S.P. — CR\$ 41,57/l

FONTE — GEMENTE ET ALII (7)

TABELA 6 – INDICADORES ECONÔMICOS PARA AS ALTERNATIVAS DE PRODUÇÃO DE ALCOOL EM MICRODESTILARIAS INOVEMBRO DE 1981)

INDICADOR	ALTERNATIVAS			
	I	II	III	IV
TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	19,0	15,9	16,4	37,2
RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO	1,13	1,09	1,13	1,28
PONTO DE NIVELAMENTO (%)	49,1	54,7	54,1	30,2
PRAZO DE RETORNO (ANOS)	6,0	6,75	6,50	3,75

ALTERNATIVA I – CONSIDERANDO-SE O PREÇO DO ALCOOL AO CONSUMIDOR CR\$ 52,00/l

FONTE GEMENTE ET ALII (7)

A seguir é apresentado um cálculo de rentabilidade do empreendimento, baseado em grande parte na experiência da Fazenda Ermida, e que tem como principal diferença em relação aos apresentados pelo PLANALSUCAR a extensão em 60 dias de safra de produção de álcool com o sorgo sacarino e a comercialização dos grãos obtidos. (2)

Os itens 4.1 a 4.10 apresentam as hipóteses para o estabelecimento dos custos e receitas e as Tabelas 7 e 8 apresentam os resultados obtidos.

4. 1 – Investimentos

Para este tipo de microdestilaria estima-se que o custo seja de cerca de Cr\$ 15 milhões, tendo em vista que o difusor foi contruído no próprio local, e com parte da mão-de-obra da própria fazenda.

Vale a pena ressaltar que este item é bastante variável, dependendo entre outros de fatores como tipo e tamanho de equipamentos, distâncias para transporte, das facilidades de infra-estrutura e da disponibilidade de mão-de-obra especializada.

4. 2 – Matéria-prima

4. 2. 1 – Cana-de-açúcar:

Ao se levar em conta o espírito do decreto 85.698 de 04.02.81, pressupõe-se que as microdestilarias se restrinjam a áreas não tradicionalmente produtoras de cana, ou distantes de destilarias aprovadas pelo PROÁLCOOL. Neste caso fica o proprietário de uma microdestilaria praticamente condicionado a operar com cana própria e a utilizar esta cana na própria usina. O preço oficial fixado pelo IAA para a tonelada de cana na esteira não é portanto estritamente aplicável, uma vez que a cana produzida não teria o uso alternativo através de venda a usineiros. Na falta de dados sobre o custo de produção da lavoura (que envolve fichas de acompanhamento com anotações de todas as operações de campo, uso de todos os insumos, etc.) optou-se por um percentual do preço oficial do IAA como sendo o custo de produção da lavoura. Excluindo-se do preço do IAA da cana na esteira o ICM, PIS/PASEP, transporte em margem do produtor, estima-se o percentual de 70% do preço oficial como sendo o custo de produção de cana para o caso do proprietário da microdestilaria. Como comparação, pode-se notar que no estudo anteriormente citado (7) é admitido o percentual de 65%.

Não se dispõe ainda de coeficientes precisos sobre a cultura do sorgo sacarino na Fazenda Ermida. Vamos utilizar então, o valor fornecido pelos especialistas do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), em Sete Lagoas, sem com isso introduzir grandes discrepâncias, uma vez que o sistema de produção utilizado foi o preconizado por aquele Centro. O custo de produção de 1 ha conforme apresentado na Tabela 2, leva ao valor unitário de Cr\$ 1.686,00/t, admitindo-se uma produtividade de 40 t/ha.

4. 3 – Mão-de-obra Industrial

A necessidade de mão-de-obra para operar uma microdestilaria de 100 litros/hora vai depender do nível treinamento de pessoal utilizado. Para fins deste cálculo pressupõe-se que a microdestilaria utilize cinco homens para sua operação, (um turno/dia) durante seis dias da semana. Incluindo-se 13º salário e encargos trabalhistas, o salário estipulado (neste caso é o salário mínimo = Cr\$ 16.596,00) deverá ser acrescido de 56,3%. Será imputado o custo desta mão-de-obra à microdestilaria durante nove meses por ano, sendo 8 meses de operação e cerca de um mês de limpeza, conservação e reparos.

4. 4 – Seguro Sobre o Ativo Imobilizado

Para que sejam cobertos riscos das instalações (ex. incêndio) admite-se um seguro estimado em 0,5% sobre o investimento industrial.

4. 5 – Manutenção e Conservação

Este item vai depender muito dos cuidados dispensados ao equipamento e do treinamento da mão-de-obra. Para fins deste trabalho estima-se que seja de 2,5% sobre o investimento industrial o valor deste item.

4. 6 – Impostos e Taxas

Admitindo-se a venda de excedentes de álcool, utiliza-se o mesmo percentual considerado pelo IAA para impostos e taxas, ou seja, 2% sobre o faturamento previsto.

4. 7 – Depreciação

A vida útil efetiva das microdestilarias ainda é uma incógnita, uma vez que as primeiras instaladas estão ainda no segundo ou terceiro ano de funcio-

namento. Para uma certa uniformidade com os critérios do PLANALSUCAR para o caso das microdestilarias em testes naquela instituição, optou-se por uma estimativa média de 15 anos de vida útil do equipamento. Pelo método de depreciação linear, isto implica em uma depreciação anual de 7,5% sobre o valor do investimento.

4. 8 – Energia Elétrica

As medidas efetuadas indicam um consumo de 0,3 kWh por litro de álcool/produzido ao custo de Cr\$ 5,70 o kWh.

4. 9 – Juros Sobre o Capital Próprio

Embora este item não entre no fluxo de caixa para efeito do cálculo de taxa interna de retorno (assim como a depreciação) ele deverá entrar no cálculo do custo de produção do álcool. Tomou-se a taxa anual de 10% de juros reais sobre o capital investido, não se considerando a possibilidade de que o investimento venha a ser financiado pelo PROÁLCOOL, quando os juros incidiriam sobre apenas 20% de capital investido.

4. 10 – Receitas dos Produtos

Neste sistema tem-se como receita a venda do álcool ao preço oficial para São Paulo de Cr\$ 64,43/l e a venda dos grãos de sorgo para as fábricas de rações, a Cr\$ 950,00 a saca de 60 kg. Deve-se observar que no caso de auto-consumo o álcool deve ser valorizado ao preço para o consumidor de Cr\$ 77,00/litro e esta alternativa aumenta a viabilidade do empreendimento.

A produção de grãos de sorgo sacarino na Fazenda Ermida foi de 6 a 7 ton/ha. Considerando-se as perdas na colheita e no transporte pode-se utilizar a média de 4 ton/ha (66,7 sacas/ha). Para operar a microdestilaria por 60 dias com sorgo sacarino, com produção de 800 litros/dia, produtividade agrícola de 40 ton/ha o rendimento industrial de 45 l/ton, pode-se calcular em 27 ha a área anualmente plantada com sorgo sacarino em Cr\$ 1.710.000,00 a receita da venda dos grãos de sorgo.

Na Tabela 7 faz-se um resumo dos principais parâmetros técnicos do empreendimento, e a Tabela 8 apresenta o detalhamento dos valores dos custos e das receitas do sistema. Como se observa na Tabela 8 há uma receita líquida anual de Cr\$ 2.605.000,00 para os 62 ha explorados com as matérias-primas, o que permite uma receita líquida anual por hectare de Cr\$ 42.016,00.

que é um valor bastante expressivo, quando se pensa na rentabilidade típica de várias culturas.

Deve-se observar alguns fatores que estão pesando desfavoravelmente na economicidade do sistema, sendo que o principal deles é a ociosidade dos equipamentos, que estão produzindo apenas 1/3 da capacidade nominal. Outro fator desfavorável é o alto custo dos juros do financiamento que pode ser minimizado se o empreendimento for enquadrado no PROÁLCOOL.

TABELA 7 – PARÂMETROS TÉCNICOS DE UM SISTEMA BASEADO EM MICRODESTILARIA OPERANDO EM UM TURNO COM CANA E SORGO SACARINO, USANDO DIFUSOR HORIZONTAL (2)

PARÂMETROS	UNIDADE	VALOR
PARÂMETROS TÉCNICOS		
1. ÁREA DE CANA-DE-AÇÚCAR	HA	35
2. ÁREA DE SORGO SACARINO	HA	27
3. RENDIMENTO DA PRODUÇÃO DE ALCÓOL		
3.1 – DE CANA	l/T	60
3.2 – DE SORGO	l/T	45
4. DIAS DE OPERAÇÃO		
4.1 – COM CANA	DIAS	180
4.2 – COM SORGO	DIAS	60
5. CAPACIDADE PREVISTA	l/DIA	800
6. PRODUÇÃO ANUAL DE ALCÓOL	M ³	192
7. PRODUÇÃO ANUAL DE GRÃOS	SACOS	1800

TABELA 8 – CUSTOS E RECEITAS ANUAIS DE UM SISTEMA BASEADO EM MICRODESTILARIA, OPERANDO EM UM TURNO COM CANA E SORGO SACARINO, USANDO DIFUSOR HORIZONTAL. PREÇOS DE JULHO DE 1982, VALORES EM CR\$ 1.000,00 (2)

ITENS	VALOR
1. CUSTO TOTAL	11.476
1.1 – CANA-DE-AÇÚCAR (2400 T)	4.934
1.2 – SORGO SACARINO (1080 T)	1.837
1.3 – MÃO-DE-OBRA COM ENCARGOS	1.143
1.4 – IMPOSTOS E TAXAS	250
1.5 – SEGURO SOBRE ATIVO	75
1.6 – DEPRECIAÇÃO	1.125
1.7 – MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO	375
1.8 – JUROS SOBRE O INVESTIMENTO	1.500
1.9 – ENERGIA ELÉTRICA	3.281
2. RECEITA TOTAL	14.081
2.1 – VENDA DO ÁLCOOL (192 M ³)	12.371
2.2 – VENDA DE GRÃOS (1800 SACOS)	1.710
3. RECEITA LÍQUIDA TOTAL	2.605
4. RECEITA LÍQUIDA POR HA	CR\$ 42.016,00/HA
5. CUSTO DO LITRO DO ÁLCOOL	CR\$ 59,8/l

5. A INTEGRAÇÃO DA MICRODESTILARIA COM O BIODIGESTOR

Quando se iniciou o trabalho com microdestilarias a idéia fundamental era conseguir uma unidade produtora de álcool fácil de ser operada e gerenciada a nível de propriedade rural ou de cooperativa e que pudesse garantir o auto-suprimento de combustíveis para a exploração agropecuária local ou regional. Pretendia-se aproveitar a mão-de-obra disponível principalmente nos meses de maio a outubro, quando as culturas de grãos já estão colhidas e processadas e pretendia-se aproveitar uma série de vantagens na produção em microdestilarias, principalmente aquelas ligadas aos menores custos de produção de matéria-prima, menores custos de transportes, menores investimentos iniciais por litro de álcool produzido e isenção de taxas e impostos. (9)

Outro aspecto muito favorável à produção em pequena escala é a relativa facilidade de aproveitamento dos subprodutos e resíduos, de uma forma integrada com a própria atividade principal, e que resulta num aproveitamento muito eficiente das matérias-primas. Uma das primeiras idéias a ser equacionada foi a utilização do bagaço e da vinhaça para a produção de biogás com o intuito de tornar energeticamente auto-suficiente a microdestilaria. Assim foi montado e está em funcionamento desde abril de 1981 o SISTEMA RURAL DE BIOENERGIA DO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO, em Sete Lagoas, que está representado na Figura 3. (4)

Os componentes do Sistema, além da microdestilaria já descrita no item 3 são:

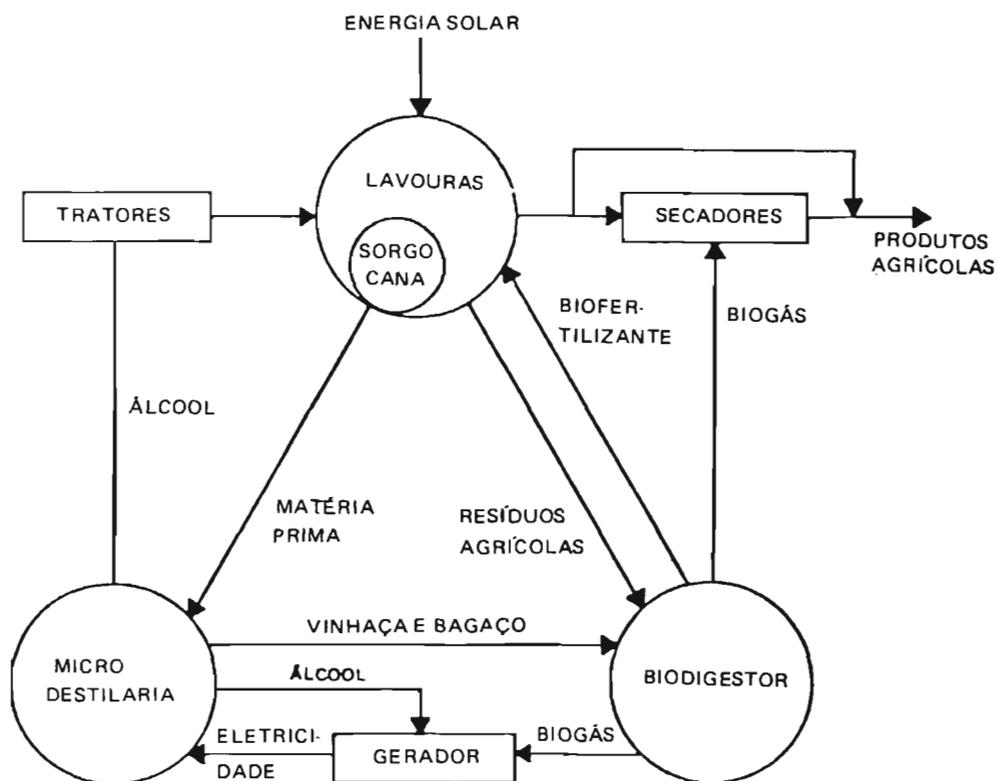
- . biodigestor tipo indiano com modificações de capacidade de 220 m³, com agitação interna pela recirculação do biogás;
- . grupo gerador de eletricidade, acionado alternadamente por álcool ou por biogás, com potência nominal de 30 kVA.

O bagaço (de cana-de-açúcar e de sorgo sacarino) antes de alimentar o biodigestor passa por um moinho de martelos para reduzir o tamanho das fi-

bras e em seguida é colocado num tanque com água onde permanece de 3 a 7 dias, sofrendo um pré-tratamento aeróbico. Na hora de alimentação é feito a mistura do bagaço com vinhaça.

Os resultados de produção de biogás são satisfatórios. Tem-se obtido uma redução de 72% de sólidos voláteis e de 71,5% da Demanda Química de Oxigênio, com uma produção média de 710 litros de biogás por quilograma de sólido voláteis adicionados. (10)

FIGURA 3 – FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO SISTEMA RURAL DE BIOENERGIA



O biogás produzido no digestor alimenta o grupo gerador de eletricidade, com um consumo específico de 0,47 a 0,50 m³ biogás/kVA. Quando o biogás não é suficiente para suprir toda a jornada da microdestilaria, basta girar uma alavanca e passar a alimentar o motor com álcool hidratado e neste caso o consumo específico é de 0,43 a 0,45 l/kVA.

Dois importantes componentes fecham o Sistema Rural de Bioenergia: o biofertilizante e os tratores a álcool.

O biofertilizante, como já é bem conhecido, pode ser utilizado no estado líquido para a ferti-irrigação de todas as culturas e substitui parcela dos fertilizantes químicos, possibilitando também a redução dos custos de produção. Neste ano de 1982 estão em curso no CNPMS, experimentos de utilização do biofertilizante nas culturas de sorgo e de milho, podendo-se esperar que no início do próximo ano os resultados estejam disponíveis.

Os tratores a álcool representam a estratégia para tornar auto-suficientes em energia as propriedades agrícolas. A EMBRAPA vem testando há mais de dois anos, nove tratores de marca FORD, que já cumpriram mais de 12.000 horas de trabalhos de campo. Em comparação direta com os mesmos modelos movidos a diesel, os tratores a álcool mostram maior reserva de torque, superando as operações mais duras de campo e completando suas tarefas em menor tempo, o que representa maior produtividade horária.

A par disso, testes controlados feitos no CNPMS indicaram que o consumo calorífico, por hora, dos tratores a álcool igualou-se ao dos tratores diesel equivalentes. O que permite concluir que os dois têm o mesmo grau de eficiência na conversão de energia química em trabalho mecânico. (5)

Quanto ao aspecto econômico da utilização do álcool em operações agrícolas podemos dizer que a estrutura de preços dos combustíveis fará em muito pouco tempo que seja mais barato para as unidades produtoras de álcool (quer as micro quer as grandes destilarias) utilizá-lo em substituição ao óleo diesel.

6. INTEGRAÇÃO DA MICRODESTILARIA COM O CONFINAMENTO ANIMAL

O sistema apresentado no item 5 é um sistema para energização rural: *consegue-se combustível líquido sem necessidade de suprimento externo de energia elétrica.*

Gostaríamos agora de tecer algumas considerações em relação a um outro processo de integração que está em desenvolvimento no CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE GADO DE CORTE e que tem como característica fundamental propiciar a produção de alimentos em conjunto com a de combustíveis líquidos.

O interesse no caso do CNP-Gado de Corte era buscar uma alternativa de alimentação do gado no período de escassez de forragem. A opção foi acoplar à microdestilaria um sistema de confinamento que utilizasse os subprodutos da produção de álcool, principalmente panículas de sorgo, pontas e bagaço de cana-de-açúcar.

No "inverno" de 1981 (junho a setembro) foi efetuado o confinamento com 40 novilhos Nelore. Foram usados dois níveis de alimentação com panícula (4,0 e 6,0 kg/cabeça. dia) e fornecida ponta de cana triturada à vontade. A ração foi complementada com suplemento mineral e 120 g de urêia pecuária por cabeça. (11)

Deve-se mencionar que na microdestilaria é possível obter-se a ponta de cana-de-açúcar, que nos grandes canaviais é quase totalmente perdida.

Os principais resultados obtidos estão na Tabela 9.

Como se pode calcular da Tabela 9, o peso médio final dos animais que receberam 6,0 kg de sorgo por dia foi cerca de 19% superior aos que receberam 4,0 kg/dia, mas este aumento não foi compensado por uma receita equivalente. Ao contrário, o nível mais baixo de sorgo proporcionou receita 9% mais

TABELA 9 – ÍNDICES ZOOTÉCNICAS E ECONÔMICAS DE ENGORDA DE BOVINOS EM CONFINAMENTO COM SUBPRODUTOS DE MICRODESTILARIA – PREÇOS DE JUNHO DE 1981. (11)

VARIÁVEIS	TRATAMENTO	
	A	B
PESO MÉDIO INICIAL (KG/CAB)	336,0	336,0
PESO MÉDIO FINAL (KG/CAB)	407,2	421,1
GANHO MÉDIO TOTAL (KG/CAB)	71,5	85,4
GANHO MÉDIO DIÁRIO (KG/CAB. DIA)	0,596	0,712
CONSUMOS MÉDIOS DIÁRIOS		
PONTA DE CANA	17,1	15,9
PANÍCULA DE SORGO	4,0	6,0
RESULTADOS ECONÔMICOS, POR ANIMAL		
PREÇO DE COMPRA	18.000,00	18.000,00
CUSTOS OPERACIONAIS	7.984,25	20.047,35
TOTAL DOS CUSTOS VARIÁVEIS	25.984,25	28.047,35
TOTAL DE VENDA (CR\$ 2.300,00/ARROBA)	33.074,00	34.661,00
MARGEM BRUTA	7.089,75	6.613,65
DEPRECIAÇÃO, CUSTOS FINANCEIROS	1.787,98	7.787,98
LUCRO LÍQUIDO	5.301,77	4.825,67

elevada em relação ao nível mais alto de sorgo. Isto se deve, evidentemente, ao maior custo de oportunidade dos grãos de sorgo em relação à ponta de cana.

De qualquer forma, o aumento da receita que se consegue pela utilização racional dos suprodutos da microdestilaria é muito expressiva.

Apenas para dar idéia do potencial de produção de carne que se pode dispor por esta integração, podemos efetuar um cálculo do número de animais a alimentar.

Se imaginarmos uma destilaria que produza 2.500 l de álcool/dia, com rendimento de transformação de 50 litros/t de cana-de-açúcar, teremos cerca de 8,3 t de ponta de cana por dia, pois os levantamentos experimentais efetuados mostraram a possibilidade de aproveitamento de 200 kg de ponta de cana por tonelada processada.

Por outro lado, o consumo medido dos animais foi de 17 kg de ponta de cana por dia (Tabela 9), o que possibilita alimentar 505 bovinos em confinamento, que nos 4 meses (junho a setembro) alcançarão perto de 407 kg, o que corresponde à produção de carne de 14,5 arrobas por animal. Utilizando os resultados obtidos na Tabela 9, podemos calcular que estes animais representam:

Produção adicional de carne: 109 t

Lucro líquido adicional (junho/81) Cr\$ 2.676.500,00.

No item 4 foi apresentado a rentabilidade de uma microdestilaria caso fossem comercializados o álcool e os grãos de sorgo. Apenas para comparar as ordens de grandeza, a receita líquida total das duas atividades foi (a valores de julho de 1982) de Cr\$ 2.605.000,00.

No caso da receita do confinamento, não efetuando a venda dos grãos de sorgo, a receita líquida total foi (a valores de junho de 1981) de Cr\$ 2.676.500,00, que corrigido monetariamente à razão de 102% , representa (em valores de julho de 1982) Cr\$ 5.406.630,00.

Estes valores, por si só, demonstram os aspectos muito favoráveis do aproveitamento dos subprodutos para alimentação animal.

Por outro lado não pode passar despercebido um outro fator que apresenta um impacto político extremamente favorável: tanto no caso da venda de grãos de sorgo quanto ao confinamento acoplado à microdestilaria houve uma perfeita integração entre a produção de alimentos e a "produção de energia". No caso do confinamento o abate de 505 cabeças proporciona as já mencionadas 109 t de carne colocadas no mercado com pelo menos um ano de avanço em relação aos sistemas tradicionais de exploração. Aliás, outro indicador da potencialidade do sistema em questão é que a área ocupada pelo confinamento para 500 cabeças é pouco maior que 0,5 ha. No sistema tradicional, o mesmo rebanho ocuparia pelo menos 500 ha.

Outrossim o sistema de produção esquematizado enfatiza o outro aspecto citado no início deste trabalho e que é o da ocupação da mão-de-obra.

O pico da colheita de cana-de-açúcar ocorre na entressafra das culturas de verão, o que permite a regularização de absorção de mão-de-obra.

Finalizando estes comentários a respeito da utilização de subprodutos da microdestilaria gostaríamos de mencionar o resultado de outro trabalho efetuado pelos especialistas do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, em Concórdia (SC) em conjunto com os do Moinho Anhanguera. (1)

Nesse trabalho foi examinada a possibilidade de substituição de milho e rações de frangos de corte por grãos de sorgo sacarino. Chegou-se à conclusão de que o sorgo sacarino poderia substituir totalmente o milho para as mencionadas finalidades, sem alterações sensíveis no valor biológico das rações e diminuindo o preço das mesmas. (1)

Uma pequena diferença na coloração da carne dos frangos pode ser corrigida pela adição de um corante, em dosagens já determinadas. O trabalho efetuado tem grande importância na medida em que parcelas maiores de milho terão que ser obrigatoriamente destinadas à alimentação humana, em substituição ao trigo importado.

7. CONCLUSÕES

Como conclusão do trabalho apresentado gostaríamos de deixar nossa firme convicção de que as microdestilarias são, se analisadas isoladamente, técnica e economicamente viáveis; e se analisadas como componentes de sistemas de auto-suprimento energético são o caminho para produzir alimentos em conjunto com insumos energéticos, aumentar substancialmente a renda dos produtores e garantir a independência estratégica do setor primário no caso de suspensão abrupta no fornecimento de petróleo importado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBINO, L. F. T. et alii – Substituição do milho pelo sorgo sacarino em Rações de Frangos de Corte. EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves – Concórdia – SC, 1981, 15p.
2. CRUZ, E. R. & TEIXEIRA, C. G. – Metodologia para Cálculo de Rentabilidade de Sistema Rural Simplificado com base em Microdestilaria – Brasília, EMBRAPA – Deptº de Diretrizes e Métodos, 10p. (mimeo), julho, 1982.
3. EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, Relatório – Cruz das Almas, 1982, 209p.
4. EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – Sistema Rural de Bioenergia, Sete Lagoas, 1980, 15p.
5. FINCH, E. O. ; BRANDINI, A. ; & BRICK, A. – Alcohol Fueled Farm Tractor Efficiency and Reliability – in: International Symposium on Alcohol Fuels Technology –, 5, Auckland, New Zealand, 13-18 – ay – 1982.
6. GARCIA, J. C. (do CNPMS) -- informação pessoal.
7. GEMENTE, A. C. ; LOPES, C. H. ; RUAS, D. G. G. ; GERMEK, H. A. & OLIVEIRA, E. R. -- Microdestilaria: Viabilidade Técnico-Econômica – Bras. Açúcar, abril/82 (separata): 25-72.
8. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S. A. – IPT – "Manual de Construção e Operação de uma microcousina de álcool etílico". 2v. São Paulo, 1980.
9. GORGATTI NETTO, A. & SOUSA DIAS, J. M. C. – Sistemas Rurais de Bioenergia. Trabalhos de Pesquisa e Desenvolvimento. Simpósio de Agroenergia no Estado do Rio Grande do Sul, 1, Porto Alegre, 4-7 maio 1982 – 13p.

10. GUSMANN-FERRAZ, J. M. — Relatório interno — EMBRAPA — CNPMS — Sete Lagoas, junho, 1982, 6p.
11. SAN THIAGO, L. R. L. et alii — O uso da ponta de cana na engorda de novilhos em confinamento. Comunicado Técnico n^o 9 — EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande — MS, março 1982.
12. SILVA, P. M. (do CPATSA) — informação pessoal
13. SOUSA DIAS, J. M. C. — Implantação de microdestilarias para energização rural. *Saccharum*, S. Paulo 3 (11): 19 - 29 — 1980.
14. SOUSA DIAS, J. M. C. & BORGONOV, R. A. — Produção de álcool de sorgo sacarino — Alguns resultados de interesse para o processamento em escala industrial. IN: **Congresso Brasileiro de Alcooquímica**, 1, S. Paulo, junho, 1981; ANAIS..., Rio de Janeiro, 1981 — 463-489p.

FOTOS DE:

Arnaldo Carvalho Jr.

– EMBRAPA –

**EDITORA GRÁFICA E PAPELARIA TIPOGRESSO LTDA
SIG QUADRA 8 – LOTE 2266 – FONE: 225-8656
BRASÍLIA-DF**