



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

AS PERSPECTIVAS DA AGROENERGIA NO BRASIL E  
O PROGRAMA DE PESQUISA EM  
ENERGIA DA EMBRAPA

ÁGIDE GORGATTI NETTO

II SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE BIOENERGIA

CURITIBA

19 a 23 DE OUTUBRO DE 1981

## SUMÁRIO

	pág.
1. A SITUAÇÃO ENERGÉTICA BRASILEIRA .....	1
2. FORMULAÇÃO DE UMA POLÍTICA AGRO-ENERGÉTICA .....	8
3. O PROGRAMA NACIONAL DE PESQUISA DE ENERGIA .....	13
4. AS CULTURAS COMPLEMENTARES À CANA-DE-AÇÚCAR .....	15
5. AS CULTURAS PRODUTORAS DE ÓLEOS VEGETAIS COMBUSTÍVEIS .....	32
6. FLORESTAS ENERGÉTICAS .....	46
7. SUBSTITUIÇÃO E ECONOMIA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NO SETOR RURAL .....	49
8. AUTO-SUFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA PROPRIEDADE RURAL .....	111
9. CONCLUSÕES .....	117
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	120

LISTA DE TABELAS

Nº	TÍTULO	pág.
1.	Consumo e estrutura de consumo de energia primária no Brasil em 1969 e 1979 .....	3
2.	Consumo de energia primária - 1985 .....	5
3.	Estrutura de consumo de energia primária .....	6
4.	Rendimento médio de cultivares de mandioca, durante 3 anos de seleção (1977/78/79) em Cruz das Almas, Bahia .....	17
5.	Produção média de raízes de mandioca em função de doses, modos e épocas de aplicação de potássio, cultivar BGM-001 .....	18
6.	Produção de cultivares de mandioca em Mato Grosso - SINOP .....	19
7.	Rendimento de massa verde total, colmos desdalhados, folhas e panículas, ART e quantidade de caldo de cinco cultivares de sorgo sacarino.	23
8.	Rendimento de massa verde total, colmos despalhados, folhas, panículas e Brix na colheita da cultivar experimental CMSXS 616 .....	24
9.	Produtividade em colmos e em grãos de sorgo sacarino destinado ao processamento em microdestilarias - 1981 .....	26
10.	Potencial de produção de etanol hidratado do sorgo sacarino e beterraba açucareira em sucessão .....	28
11.	Área de colheita necessária para a produção indicada na Tabela 10 ...	29
12.	Produtividade de seis cultivares de batata-doce na Amazônia (1978) ..	30
13.	Produção, valor e margem líquida de cultivares de batata doce. Manaus 1979 .....	31
14.	Produtividade em sementes de girassol nas melhores cultivares ensaiadas pela EPAMIG .....	33
15.	Produção de alguns produtos do babaçu segundo três sistemas de exploração .....	44
16.	Microdestilarias do SISTEMA-EMBRAPA .....	53
17.	Biodigestores do Sistema EMBRAPA - Localização, tamanho, matéria-prima e estágio de implantação .....	65
18.	Consumo de biogás em atividades e equipanentes .....	66
19.	Uso do biogás para resfriamento de leite - Custos e Receitas (Em Cr\$ de setembro/81) .....	75

20. Consumo específico de energia, custo unitário e custo total para ir	
rigação de 60 ha segundo várias alternativas de fontes de energia ..	80
21. Características dos óleos vegetais .....	90
22. Energia equivalente para a produção, transporte, e aplicação de fer	
tilizantes em lavoura. Brasil 1980 .....	98
23. Cálculo estimativo do valor das perdas durante a colheita mecanizada	
na safra 1979/1980 .....	107
24. Cálculo estimativo do valor das perdas de grãos evitadas em decorrên	
cia do trabalho de pesquisa e assistência técnica na safra de 1980/	
1981 .....	109
25. Análise custo-benefício para a campanha de redução de perdas na co	
lheita. Safra de 1980-1981 .....	110
26. Características do conjunto gerador de eletricidade do CNPMilho e Sor	
go .....	115

LISTA DE FIGURAS

Nº	TÍTULO	pág.
1.	Épocas de plantio e colheita de sorgo e cana-de-açúcar - Sete Lagoas .....	25
2.	Fluxograma da produção de álcool em microdestilarias .....	56
3.	Balanço material para a produção de álcool de sorgo sacarino .....	57
4.	Biodigestor vertical modelo indiano .....	67
5.	Planta da instalação do biodigestor do CNPGado de Leite .....	68
6.	Planta da instalação do biodigestor do CNPSuínos e Aves .....	69
7.	Planta da instalação do biodigestor da UEPAE de Pelotas .....	70
8.	Esquema de funcionamento do gasogênio .....	77
9.	Secador solar de baixo custo .....	85
10.	Paiol para milho construído em ripas .....	87
11.	Paiol para milho construído em tela .....	88
12.	Fluxograma simplificado do sistema rural de bioenergia .....	113
13.	Esquema geral de biodigestor instalado no CNPMilho e Sorgo .....	114
14.	Modelo Energético para a propriedade rural .....	119

## 1. A SITUAÇÃO ENERGÉTICA BRASILEIRA

A crise energética, para o Brasil e para vários outros países, de corre do desenvolvimento tecnológico dependente de uma fonte de energia exógena. O aspecto crítico de tal desenvolvimento não está na dependência em si, mas principalmente, na dificuldade de modificação da tecnologia desenvolvida para adaptá-la a novas condições. O Brasil está na posição privilegiada de poder aliviar nos próximos anos as pressões resultantes, graças à utilização de outras fontes de energia e à capacidade de inovação tecnológica, embora limitada, já existentes.

O declínio da procura mundial de petróleo, provocado por um aumento de preços que atingiu 158% de 1979 até o início de 1981, a crescente busca de formas alternativas de energia e o aumento da produção de petróleo em países fora da OPEP são fatores que vêm subtraindo a capacidade de elevar, à vontade, o preço do petróleo produzido pela OPEP.

O consumo de petróleo no mundo não-comunista, que foi cerca de 50 milhões de barris por dia em 1980 e quase 52 milhões em 1979, deverá cair para 47 ou 48 milhões em 1981<sup>(6)</sup>. Só nos Estados Unidos, os economistas prevêem que a procura cairá para 16 milhões de barris por dia, em contraposição aos 18,5 milhões de 1979. Enquanto isto, a oferta deverá exceder o consumo em 1,5 2 milhões de barris por dia, a não ser que a Arábia Saudita reduza sua produção na tentativa de equilibrar um pouco o mercado<sup>(6)</sup>.

A queda da demanda de petróleo foi o resultado de uma utilização mais eficaz de energia para fins industriais, agropecuários e calefação doméstica, de uma substituição gradual e constante de petróleo por carvão na geração de energia elétrica, e da menor utilização de automóveis pelo público e adoção de carros mais compactos nos Estados Unidos e outros países.

Um período de estabilidade de preços de petróleo pode trazer tremendos benefícios aos países consumidores, os quais vêm se debatendo contra a inflação e um baixo desenvolvimento econômico decorrentes da inexorável escalada dos preços da energia desde o início da década de 70.

No entanto, essas previsões de dias melhores podem facilmente ruir caso a generalização de tensões no Oriente Médio - uma escalada de conflito Irã-Iraque, uma guerra entre Síria e Israel, ou qualquer outro incidente de ordem política - venha a sustar o escoamento de petróleo da região que fornece um terço das necessidades petrolíferas do mundo não comunista.

Segundo o economista Caray Lahey, "Os norte-americanos disporão de 4,5 bilhões de dólares a mais para gastar em mercadorias e serviços nacionais em 1982", se os preços do petróleo permanecerem estáveis<sup>(6)</sup>.

O Brasil gasta cerca de US\$ 11 bilhões anuais na importação de petróleo, e cada aumento de um dólar no preço do barril redonda um dispêndio adicional de US\$ 330 milhões no nosso Balanço de Pagamento (agosto de 1981).

O Modelo Energético Brasileiro<sup>(33)</sup> apresentado pelo Ministério das Minas e Energia é o documento básico que estabelece as estratégias de ação do Governo no setor de energia. A partir do levantamento da Situação Energética (Tabela 1) o referido documento estabelece a estratégia global que deverá nortear as ações nessa área, cujo objetivo principal é a redução da dependência das fontes externas de energia, especialmente do petróleo importado.

Para conseguir tal objetivo, o Modelo Energético Brasileiro recomenda, dentre outras medidas, a diversificação das fontes energéticas. Para a seleção destas fontes alternativas de energia deverão ser levadas em conta as seguintes premissas:

- a necessidade de atender ao mercado com um mínimo de investimento econômico-social por unidade de energia útil gerada;
- a conveniência de ter, a fonte ou forma, custo o mais próximo possível do custo médio de energia do País;
- a existência de tecnologia disponível no País ou que possa vir a existir em curto prazo, evitando-se tanto quanto possível, a dependência tecnológica externa;
- a utilização do alto índice de geração de emprego por unidade de capital investido;
- a minização de impactos sobre o meio ambiente.

TABELA 1 - Consumo e Estrutura de Consumo de Energia Primária no Brasil, em 1969 e 1979.

Energia Primária	Consumo 1969		Consumo 1979	
	1000 tep	%	1000 tep	%
1. Não Renovável	24.111	42,9	53.596	45,4
1.1 Fósseis				
Petróleo	21.673	38,5	47.975	40,7
Gás Natural	96	0,2	498	0,4
Carvão Mineral	2.342	4,2	5.123	4,3
Xisto	-	-	-	-
1.2 Nuclear	-	-	-	-
2. Renovável	32.218	57,1	64.189	54,6
2.1 Biomassa				
Álcool	27	-	1.876	1,6
Bagaço de Canã	2.520	4,5	5.489	4,7
Lenha	18.999	33,7	20.469	17,4
Carvão Vegetal	1.191	2,1	2.976	2,6
2.2 Hidráulica	9.481	16,8	33.379	28,3
2.3 Outras Formas	-	-	-	-
(solar, eólica, etc)				
TOTAL	56.329	100,0	117.785	100,0

FONTE: Modelo Energético Brasileiro - Versão II - Maio 1981 - M.M.E.

Com bases nessas premissas e tendo em vista a análise da situação energética e as características peculiares do país, dois pressupostos básicos são considerados na escolha das fontes alternativas de energia.

- Uso regional das fontes energéticas com minimização do transporte de energia.
- Diversificação das fontes energéticas, com emprego de pluralismo tecnológico.

Em decorrência, três são as linhas básicas propostas pelo Modelo Energético Brasileiro, que deverão nortear as ações na área de energia:

- Conservação de energia.
- Aumento de produção e da reserva de petróleo nacional.
- Máxima utilização de fontes nacionais de energia e substituição de derivados de petróleo.

Aos programas de conservação de energia na indústria e nos transportes está reservado o papel de permitir a economia (em 1985) de 200.000 barris por dia.

O aumento da produção nacional do petróleo é um imperativo ditado pelo atual estágio de desenvolvimento do país e, principalmente pelo aumento (absoluto e relativo) da dependência do produto que o Brasil experimentou na década de 1970.

O crescimento do consumo de petróleo aumentou de 1969 para 1979 à razão de 8,8% ao ano. Mantida tal tendência, em 1985 o consumo seria da ordem de 1.700.000 barris por dia ( $85 \times 10^6$  TEP).

Espera-se que até essa data a produção nacional de petróleo possa ter alcançado 420.000 barris por dia ( $20 \times 10^6$  TEP).

Enquanto isso na mesma data, as fontes ditas alternativas deverão contribuir com a substituição de pelo menos 500.000 barris por dia ( $25 \times 10^6$  TEP).

A Tabela 2 apresenta a previsão extraída do Balanço Energético Brasileiro para o ano de 1985, e na Tabela 3 estão colocados os perfis de consumo em termos percentuais para 1979 e 1985.

Da análise da Tabela 3 constata-se que a forma de energia que terá maior incremento na participação global será a eletricidade, que passa de 28,3% em 1979 para 38,6% em 1985.

TABELA 2 - Consumo de Energia Primária - 1985<sup>(33)</sup>

Fonte de Energia Primária	bep/d <sup>***</sup>	1.000 tep	% s/Total	% S/Parc.
1. Não Renováveis (Subtotal 1)	1.217.000	59.218	34.7	100.0
1.1 Fósseis				
Petróleo importado*	420.000	20.472	12.0	34.5
Petróleo nacional*	420.000	20.472	12.0	34.5
Gás natural	25.000	1.186	0.7	2.1
Carvão Mineral	304.000	14.820	8.7	25.0
Xisto	25.000	1.154	0.7	2.1
Subtotal Fósseis (1.1)	1.194.000	58.104	34.1	98.2
1.2 Nuclear				
Urânio (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	23.000	1.114	0.6	1.8
2. Renováveis (Subtotal 2)	2.293.000	111.814	65.3	100.0
2.1 Biomassa				
Alcool**	145.000	7.057	4.1	6.3
Bagaço de Cana	198.000	9.646	5.7	8.6
Lenha	394.000	19.272	11.2	17.2
Madeira e Carvão Vegetal	187.000	9.115	5.3	8.2
Subtotal Biomassa (2.1)	924.000	45.090	26.3	40.2
2.2 Hidráulica	1.354.000	65.994	38.6	59.0
Outras (solar, eólica, etc)	15.000	730	0.4	0.7
TOTAL ENERGIA PRIMÁRIA (1+2)	3.510.000	171.032	100.0	
3. Conservação de Energia	200.000	9.750	-	-
TOTAL GERAL (1+2+3)	3.710.000	180.782	-	-

Fonte: Modelo Energético Brasileiro - versão II - maio, 1981 - MME.

\* excluído não-energético (petroquímico); partic. total petróleo energ. 24.0%

\*\* excluído não-energético (alcoólquímica)

\*\*\* valores aproximados.

TABELA 3 - Estrutura de Consumo de Energia Primária (em percentagem)

Fonte Primária	1979	1985
1. Não Renováveis	45.4	34.7
Fósseis		
Petróleo	40.7	24.0
Gás Natural	0.4	0.7
Carvão Mineral	4.3	8.7
Xisto	-	0.7
Nuclear	-	0.6
2. Renováveis	54.6	65.3
Biomassa		
Álcool	1.6	4.1
Bagaço de cana	4.7	5.7
Madeira e	17.4	11.2
Carvão vegetal	2.6	5.3
Hidráulica	28.3	38.6
Outras (Solar, eólica, etc)	-	0.4
TOTAL	100.0	100.0

Fonte: Modelo Energético Brasileiro - Versão II - Maio 1981 - M.M.E.

A energia derivada de biomassas (álcool, carvão vegetal, lenha, bagaço de cana) que em 1979 respondia por 26,3% do consumo global, manterá praticamente a mesma proporção atingindo, em 1985, 26,8% do suprimento.

Entretanto, se do cômputo for excluída a eletricidade, veremos que a energia de biomassas tem substancial aumento em relação aos combustíveis fósseis: nessa base de cálculo a contribuição da biomassa era de 36,5% em 1979 e estima-se que será de 40,2% em 1985 (Tabela 2).

Nos capítulos seguintes procurar-se-á traçar um quadro de como estas metas poderão ser alcançadas, dando-se ênfase à contribuição que a pesquisa agropecuária pode trazer, no contexto maior de uma política agroenergética.

## 2. FORMULAÇÃO DE UMA POLÍTICA AGRO-ENERGÉTICA

Em consequência das linhas de atuação adotadas no Modelo Energético Brasileiro, a agricultura e a silvicultura foram elevadas a uma posição de especial importância.

A potencialidade do setor primário em contribuir para a substituição de derivados de petróleo gerou a nova função que deverá compatibilizar-se com as tradicionais de produzir alimentos e matérias-primas para abastecimento interno e para exportação.

Coordenando as mencionadas funções, para que não ocorram desequilíbrios potencialmente causadores de dificuldades econômicas e tensões sociais, cuidou o Ministério da Agricultura de estabelecer as suas "Diretrizes para a área de Agroenergia". (32)

Neste documento são apresentados os dois objetivos básicos desta área:

- . aumentar a oferta de biomassa com a finalidade exclusivamente energética
- . reduzir o consumo de derivados de petróleo no setor primário.

O aumento da oferta de biomassa com fins energéticos está sendo e será efetuado através de programas específicos.

O primeiro e atualmente mais importante deles é o PROALCOOL (Programa Nacional do Alcool) que tem como finalidade principal suprir em 1985:

- 6,1 bilhões de litros de álcool hidratado para abastecer carros a álcool de linha e adaptados.
- 3,1 bilhões de litros de álcool anidro para adição à gasolina na proporção de 20%.
- 1,5 bilhão de litros para a alcooquímica.

Tal produção exige grande mobilização de recursos e uma crescente expansão de áreas agricultáveis, estimando-se que para a fabricação da quantidade-meta de álcool para 1985 deverão ser utilizados cerca de 3,0 milhões de hectares (não se computando nestas cifras as áreas necessárias para a produção de açúcar); no tocante a recursos prevêem-se aplicações anuais até 1984 da ordem de 1,2 bilhão de dólares ao ano, num total acumulado em 4 anos de cerca de 5 bilhões de dólares.

Segundo as estimativas e projeções do Modelo Energético Brasileiro, os 9,2 bilhões de litros de álcool carburante deverão substituir aproximadamente 30% da gasolina que seria necessária em 1985, atendendo a cerca de 2.500.000 veículos a álcool e compondo cerca de 20% da gasolina que será consumida por aproximadamente 7.300.000 veículos (automóveis e similares) a gasolina.

Outro grande programa que contempla diretamente o aumento de produção de biomassas é o Programa Nacional de Florestas Energéticas, que tem como escopo a produção de lenha e carvão vegetal para substituição de derivados pesados de petróleo.

A adoção de políticas de incentivos fiscais para o reflorestamento permitiu a expansão das áreas cultivadas com florestas plantadas, contando hoje o país com cerca de 3.000.000 de hectares reflorestados.

Entretanto, os índices de produtividade obtidos ainda deixam a desejar, fazendo com que a densidade energética das florestas seja bastante baixo.

Há necessidade de introdução de novas variedades e tecnologia que pelo menos permitam obter 40 estéreos de madeira/ha ano.

A meta a ser obtida em 1985 é a de substituir cerca de 24% do óleo combustível que seria gasto (cerca de 120.000 barris/dia) e para isso haverá necessidade de ampliar a área de reflorestamento, a taxas de 20% a.a. até 1985.

Um terceiro programa encontra-se em fase de estudos e elaboração - o PROOLEO que se destina a incentivar a produção de óleos vegetais para adição ao óleo diesel, na proporção de até 15%.

Segundo estudos realizados pelo Ministério da Agricultura, poder-se-ia a curto prazo aumentar a oferta de óleo vegetais em cerca de 1,0 milhão de litros, pelo plantio de colza (500.000 ha), girassol (1.000.000 ha) e amendoim (500.000 ha). Ao mesmo tempo dever-se-ia estimular a implantação da cultura de dendê para se obter em 1985 a meta de 250.000 ha, o que permitiria a partir de 1986-1987 uma expansão bastante rápida da produção do óleo de dendê, comprovadamente uma das espécies de maior densidade energética por unidade de área plantada.

O segundo grande objetivo da Área de Agroenergia (reduzir o consumo de derivados de petróleo no setor primário) será abordado em dois níveis distintos e complementares:

- . auto-suficiência energética a nível de produtores rurais e suas associações.
- . substituição de derivados de petróleo no setor rural.

Ambos os aspectos serão melhor detalhados nos itens 7 e 8.

O mencionado documento (Diretrizes Para a Área de Agroenergia (32)) explicita em seu ENFOQUE OPERACIONAL:

"Para cumprir os objetivos da política agroenergética, é indispensável que a abordagem do problema do aproveitamento da energia de origem agrícola contemple uma visão setorial do problema e suas interações com o resto da economia.

A idéia de aproveitar a perspectiva que se abre, através da substituição de energia, permite a ampliação da eficiência econômica e dos benefícios sociais no setor agrícola. Adotando-se um modelo difundido espacialmente e abrangente em termos de beneficiários, as perspectivas são:

- Organização mais solidária dos produtores rurais e suas comunidades, em torno de objetivos comuns: participar do mercado de produtos energéticos; economizar e substituir energia; produzir energia para uso comum: viabilizar unidades processadoras através do associativismo e racionalizar as relações agricultura/indústria.

As conseqüências de tal enfoque traduzir-se-ão, fundamentalmente, na ampliação da mão-de-obra; na economia de transporte de matérias-primas e produtos finais e na melhoria do padrão de vida das comunidades rurais, através da utilização de energia gerada ao nível de unidade de produção em complementação aos programas de eletrificação rural.

No entendimento de que a formulação de uma política agroenergética se insere no contexto maior de desenvolvimento agrícola, e está intimamente vinculado à política global de desenvolvimento econômico e social da nação, cumpre a este Ministério adotar como premissas básicas que:

- a expansão da agricultura como fonte de energia deverá ocorrer sem conflito com as funções básicas do setor, quais sejam, a de produção de

alimentos e insumos de consumo interno e exportáveis. Tal premissa fundamenta-se no fato de que, a função de suprir o abastecimento interno permanece como prioridade no contexto da política governamental. Por outro lado, a produção de produtos exportáveis continuará desempenhando um papel relevante no tocante à geração de divisas, fator básico para atenuar os desequilíbrios existentes no "Balanço de Pagamento" do país;

- a produção de fontes renováveis de energia, por parte do setor agrícola, deverá fundamentar-se na minimização de investimentos, através da otimização do uso do solo e do aproveitamento da infraestrutura existente; e

- a produção da auto-suficiência energética das propriedades agrícolas deverá se realizar através do uso de fontes diversificadas de matérias-primas, por meio de diferentes sistemas de produção e utilização de energia e em conformidade com as potencialidades regionais.

Tendo em vista que o estado atual de aplicabilidade dos diferentes sistemas de produção e utilização de energia estão defasados no tempo, há que se considerar diferentes níveis e formas de abordagens, para promover a produção e utilização de energia no setor rural, quer em relação à auto-suficiência energética a nível de pequenos produtores, quer em relação à substituição de derivados de petróleo a nível de unidades de produção.

Em razão disto, a ação do Ministério se pautará pelos seguintes critérios:

- Promover trabalhos de identificação e detalhamento de estudos da viabilidade técnica, econômica e operacional na implantação dos diferentes sistemas, previamente à sua aplicação;

- selecionar os sistemas de produção/utilização que mais se ajustem às possibilidades dos recursos regionais e dos beneficiários dos sistemas;

- demonstração e promoção dos sistemas, cujas condições de aplicabilidade, com sucesso, sejam evidentes;

- fomentar os sistemas de produção/utilização mais viáveis, a nível das unidades de produção, através de diferentes estímulos à adoção pelos produtores rurais e suas organizações.

Em se tratando de novas áreas de atuação o Ministério buscará selecionar e desenvolver ações que induzam a utilização de alternativas energéticas.

Com o propósito de estimular a integração institucional, o Ministério promoverá iniciativas que resultem na catalisação de esforços de diferentes esferas afins à política agroenergética.

No âmbito do Ministério, serão intensificadas as articulações que ampliem a complementação de esforços dos órgãos da administração direta e indireta, especialmente dos organismos de execução como a EMBRAPA, EMBRATER, IBDF, INEMET e o INCRA.

Em especial, serão promovidas ações articuladas de apoio aos programas e projetos dos governos estaduais, que se coadunem com a presente política e as demais diretrizes gerais do Governo Federal".

### 3. O PROGRAMA NACIONAL DE PESQUISA DE ENERGIA DA EMBRAPA

Diante das perspectivas que se apresentam para a área de agroenergia, a EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, vinculada ao Ministério da Agricultura e responsável pela pesquisa agropecuária de todas as espécies (exceto pela cana-de-açúcar, café e cacau) estabeleceu um Programa Nacional de Pesquisa de Energia, que tem como propósito básico fornecer as informações e os resultados de pesquisa necessários ao desenvolvimento da agroenergia no país.

As Diretrizes de Pesquisa do PNPE são: (18)

- . Economia de insumos energéticos na Agropecuária e Silvicultura
- . Aumento da produtividade de biomassa e de "substâncias energéticas" (açúcares, amido, óleos e celulose) em espécies tradicionais e espécies em processo de introdução.
- . Auto-suprimento energético da propriedade rural
- . Substituição de combustíveis fósseis por aqueles provenientes da transformação da biomassa e do uso da energia solar e eólica no acionamento de máquinas agrícolas.
- . Aproveitamento de resíduos para produção de combustíveis e fertilizantes.
- . Análises da economia energética na agropecuária e silvicultura.

Estabelecidas as Diretrizes de Pesquisa, foram definidas os produtos e assuntos que deveriam merecer prioridade, em consonância também com aquelas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura. Assim os estudos da EMBRAPA na área de energia concentram-se em:

- . Pesquisas em culturas complementares à cana-de-açúcar para a produção de álcool.
- . Pesquisas em oleaginosas.
- . Pesquisas em florestas energéticas.
- . Pesquisas em substituição e economia de derivados de petróleo no setor rural.
- . Pesquisas visando a auto-suficiência energéticas da propriedade rural.

A seguir são relatadas as principais atividades em cada uma das áreas, com ênfase especial aos resultados já obtidos e aos que poderão ser obtidos a curto prazo.

Acompanhando o Modelo circular de pesquisa, as atividades do PNPE estão sendo executadas em várias unidades descentralizadas do SISTEMA COOPERATIVO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Centros Nacionais, Centros de Recursos, Unidades de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE), Empresas Estaduais e Programas Integrados), estando a sua coordenação geral sob responsabilidade da Diretoria Executiva da EMBRAPA.

Este programa tem interações diretas com outros Programas de Pesquisa já consolidados no Sistema Cooperativo, principalmente com: o PNP Mandioca, o PNP Sorgo, PNP Dendê, o PNP Florestal, o PNP Tecnologia de Alimentos e tem interações indiretas com todos os outros Programas de Pesquisa, na medida em que o componente "energia" está presente em todas as atividades agropecuárias.

#### 4. CULTURAS COMPLEMENTARES À CANA-DE-AÇÚCAR

A produção de álcool no Brasil é efetuada quase que exclusivamente a partir da cana-de-açúcar. A atividade canavieira ocupa atualmente uma área de cerca de 2,5 milhões de hectares. Estima-se que até 1985 tal área se eleve para 4,0 milhões de hectares para atendimento ao PROALCOOL e à produção de açúcar para consumo interno e exportação.

As pesquisas agronômicas com a cana-de-açúcar são de competência do PLANALSUCAR - Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar e do IAA - Instituto do Açúcar e do Alcool, órgãos vinculados ao Ministério da Indústria e Comércio. No âmbito da EMBRAPA tem sido efetuados alguns trabalhos de pesquisa, de interesse regional, em estreita colaboração com os órgãos mencionados.

O aproveitamento de outras espécies além da cana-de-açúcar constituiu-se em importante passo para a regionalização da produção de álcool, redução dos custos de transporte, do produto, e, principalmente, diminuição da dependência de uma única cultura para a produção de álcool.

Em muitos casos as outras culturas apresentam caráter complementar por possibilitar a ampliação dos períodos de operação das destilarias, diminuindo os custos de produção e garantindo a oferta de emprego agrícola durante todo o ano.

As espécies produtoras de álcool que estão sendo pesquisadas no Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária são: a mandioca, o sorgo sacarina, a beterraba açucareira e a batata-doce.

##### 4.1. MANDIOCA

A mandioca é cultivada entre latitudes de 30°N e 30°S e altitude de até 2.000m, sendo que o maior volume da cultura encontra-se entre os paralelos 15°N e 15°S. No Brasil, o seu cultivo é possível em todo o território, desde o extremo Norte até o extremo Sul, sendo o Nordeste a região que contribui com o maior volume de produção.

Tem as seguintes características que a tornam uma planta eleita por várias instituições internacionais de pesquisa que operam nos trópicos,

do mesmo modo que merece destaque sua participação nos projetos de utilização de grande área do Brasil:(38)

- planta de fácil propagação;
- apresenta elevada tolerância a períodos de estiagem relativamente longos, depois de estabelecida no campo;
- pode produzir rendimentos satisfatórios, mesmo em condições de solo com baixa fertilidade;
- tem diversidade de germoplasmas em que são encontradas resistência e/ou tolerância a pragas e doenças;
- necessidade reduzida de insumos modernos;
- elevado teor de amido nas raízes;
- perspectivas de mecanização do plantio à colheita;
- possibilidade de as raízes ficarem no solo sem ter grandes perdas em matéria seca;
- permite ser consorciada com inúmeras plantas alimentícias e industriais;
- além do valor energético das raízes, as folhas de mandioca encerram altos teores de proteína e de vitaminas A e B, utilizadas na alimentação animal e humana.

O esforço inicial que tem sido feito, na área de pesquisa, é no sentido de alterar a estrutura de custo de produção de mandioca. Uma grande virtude dessa planta, que nem sempre é lembrada, é que a mandioca consegue produzir com um reduzido emprego de insumos. Com base nessa característica da planta, há um esforço de usar todo o potencial genético que o Brasil possui, selecionando cultivares que tenham boa produtividade em terras consideradas quase marginais para cultivo mais tecnificado.

Portanto, se é reduzida a utilização do insumo, obviamente, está se reduzindo também o custo de produção e o investimento energético.

O Banco Ativo de Germoplasma de Mandioca no CNPMandioca e Fruticultura já conta com 641 cultivares, das 1.050 catalogadas no Brasil. Dessas 641 cultivares, 288 foram reavaliadas sendo selecionadas 100 com rendimento de 26 toneladas de raízes por hectare, entre as quais existem cultivares que produziram 35 t/ha.

Estudos relativos a práticas culturais vêm confirmando que a simples seleção e preparo de material para o plantio (tamanho e qualidade da maniva) aliada à densidade adequada e controle de plantas invasoras, pode pro

piciar rendimentos de 23 a 25 toneladas por hectare, sem emprego de fertilizantes, num ciclo de doze meses. Com a aplicação de fertilizantes, o rendimento médio passa de 38 toneladas por hectare. (Tabela 5).

Resultados de pesquisas sobre a adaptação da cultura a espaçamento em fileira dupla mostram superioridade equivalente a 25% na produção de raízes em relação ao espaçamento usual de 1,00 m x 0,60 m. Este novo tipo de espaçamento tem a vantagem de permitir espaços livres para inspeção fitossanitária, limpeza mecânica, cultivos intercalares e sucessivos.

Foram identificados dois parasitas naturais de ovos de mandarová (Trichogramma semifumatum e Trichogramma foscium) e dois parasitas de larvas de mandarová (Cryptophion sp. e Drino sp.), abrindo amplas perspectivas para o controle biológico dessa importante praga da mandioca e também da seringueira.

Tem sido desenvolvidas técnicas de criação artificial desses parasitas, no sentido de aumentar a sua população nos campos na iminência de surtos de ataque de mandarová.

TABELA 4 - Rendimento médio de 05 cultivares de mandioca, durante três anos de seleção (1977/78/79), em Cruz das Almas, Bahia.

Cultivar	Rendimento (t/ha)
Peru Branca	32,07
Jaburu	30,23
Vassourinha	29,50
Variedade 77	28,43
Maria Pau	28,23
Cigana Preta	16,70

FONTE: EMBRAPA/CNPMF. Projeto Mandioca: resultados de pesquisa. (arquivo).

TABELA 5 - Produção média de raízes de mandioca (primeiro plantio), em função de doses, modos e épocas de aplicação de potássio, cultivar BGM-001 - (Aipim Bravo) - CNPMF, 1977/78. (38)

Modos e épocas de aplicação						
Doses de K <sub>2</sub> O (kg/ha) <sup>1</sup>	Lanço	Sulco de plantio	Sulco lateral	Sulco de plantio E <sub>1</sub>	Sulco de plantio E <sub>2</sub>	Média
40	37,6	40,8	40,9	39,6	40,5	39,9
80	40,8	40,7	42,6	45,0	39,2	41,7
120	39,3	40,8	43,1	40,6	40,3	40,8
160	41,3	38,2	43,4	41,6	42,4	41,4
Média	39,8	40,1	42,5	41,7	40,6	40,9
Testemunha relativa (sem potássio)						36,0
Testemunha absoluta (sem fertilizantes)						22,7

1/ Adubação básica: 60 kg/ha de N e 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Adubos: Uréia, Superfosfato simples e Cloreto de potássio

2/ E<sub>1</sub> = 1/2 dose no plantio + 1/2 aos 90 dias

E<sub>2</sub> = 1/3 dose no plantio + 1/3 aos 30 dias + 1/3 aos 90 dias

Merecem especial atenção os resultados obtidos nos mandiocais da AGRO-QUIMICA SINOP, empresa que está implantando uma grande destilaria de álcool de mandioca.

Esta empresa tem convênio com o Centro Nacional de Pesquisa em Mandioca e Fruticultura, para execução de alguns trabalhos de pesquisa básica e os resultados obtidos com raízes de 6 meses de idade podem ser considerados excepcionais (Tabela 6)

TABELA 6 - Produção de cultivares de mandioca em Mato Grosso-SINOP

Toneladas por hectare de raízes e de ramas e percentagem de amido nas raízes. Ciclo de 6 meses. 1980. (38)

Cultivar	Raízes	Ramas	Amido %
BGM - 386	74,37	57,50	28,75
BGM - 527	53,37	56,87	26,61
BGM - 318	51,50	73,12	24,64
BGM - 430	50,00	54,37	29,82
BGM - 484	47,62	27,75	30,22
BGM - 354	44,50	36,00	27,12
BGM - 450	44,87	53,37	25,82
BGM - 302	41,79	42,00	28,70
BGM - 502	40,87	...?	24,03
BGM - 313	40,62	45,37	29,71

FONTE: CNPMF/EMBRAPA - Dados de testes de cultivares - 1980.

A grande dificuldade para o uso da mandioca em escala para a produção de álcool, a bacteriose, já foi resolvida pela EMBRAPA. Trata-se de doença que ataca as plantações, reduzindo a produção nacional a cerca de 20 por cento e principal responsável pelo fracasso inicial da usina de álcool de mandioca da PETROBRÁS, em Curvelo, Minas Gerais.

Hoje, a EMBRAPA possui 62 variedades de mandioca resistente à bacteriose, que serão distribuídas aos agricultores de Curvelo no final do ano. Mas, além disso, a EMBRAPA também conseguiu duplicar a produtividade da mandioca no cerrado, chegando a 28 toneladas por hectare por ano. O uso de terras pobres do cerrado para a plantação de mandioca derruba dois dos mais fortes argumentos levantados contra a produção de álcool a partir de vegetais: primeiro, que necessariamente a produção de álcool usaria as terras férteis, deslocando a produção de alimentos; segundo, que necessariamente o álcool deveria ser produzido a partir de cana-de-açúcar o que comprometeria o Programa, caso o preço do açúcar no mercado internacional subisse, tornando menos interessante a produção de álcool.

No entanto, um dos fatores limitantes da implantação da mandioca para a produção de álcool tem sido a colheita mecânica, já que uma destilaria de 150 mil litros/dia consome o equivalente à moagem de 833 toneladas de matéria-prima, (arrancamento diário de 40 hectares), necessitando assim de um verdadeiro batalhão de trabalhadores para arrancar, quebrar as raízes, carregar e transportar. É exatamente neste ponto que a mecanização participa, eliminando o funil da produção, viabilizando a produção do álcool a base de mandioca.

Ainda em fase de desenvolvimento, estas máquinas constituirão uma frota para operações como plantio, arrancamento, recolhimento de raízes, corte de ramas e linha de transporte. Dentre todas estas linhas de mecanização, o arrancamento e o recolhimento são as duas limitantes pois executam o serviço mais pesado.

#### 4.2. SORGO SACARINO (16)

A denominação "sorgo sacarino", é aplicada a algumas variedades da espécie Sorghum bicolor (L.) Moench, que se caracterizam por produzir colmos com açúcares diretamente fermentáveis, os quais podem ser extraídos e processados com a tecnologia normalmente utilizada com a cana-de-açúcar.

Trata-se de uma matéria-prima complementar à cana-de-açúcar, que além de possibilitar a ampliação do período de operação industrial, oferece as seguintes características:

- . menor risco de vulnerabilidade genética, face à utilização racional de duas espécies;

- . produção de grãos, que podem ser utilizados como fonte de energia ou de alimento conciliando nesse caso, a produção energética com a produção de alimentos;
- . possibilidade de localização de sistemas de produção de álcool em regiões que não são tradicionalmente produtoras de cana-de-açúcar.

Além disso, essa cultura apresenta características como: alta eficiência fotossintética, ciclo produtivo relativamente curto (100 a 130 dias), condições favoráveis à mecanização, multiplicação por sementes, ampla adaptabilidade e possibilidade de aproveitamento do bagaço como fonte de energia para o processo de industrialização.

O sorgo sacarino pode ser cultivado em vários tipos de solo, porém seu melhor desenvolvimento é obtido em solos friáveis sem impedimento de drenagem, com teores adequados de umidade. Devido ao tamanho reduzido da semente, é necessário que o solo seja bem preparado, de forma a facilitar a emergência e a obtenção de um "stand" adequado. (23)

A plantadeira deve ser regulada para distribuir as sementes entre 2,5 e 4,0 cm de profundidade. Resultados de pesquisas evidenciaram a necessidade de se realizar a compactação da camada de solo que cobre as sementes, proporcionando deste modo maior contato da semente com o solo, além de reduzir a evaporação, mantendo a umidade do solo em níveis adequados. A germinação ocorre de três a cinco dias após o plantio. (23)

Com relação ao espaçamento e densidade, recomenda-se a utilização de 0,70 m de espaçamento entre fileiras, com densidade em torno de 100 mil plantas por hectare, em função das condições de umidade e fertilidade do solo.

As recomendações de adubação para a cultura do sorgo sacarino devem ser baseadas nos resultados da análise do solo. Porém, podem ser utilizadas as adubações dentro da faixa de 60-50-45 a 60-70-60 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O por hectare, quando não for possível a realização de análise. Se a cultura for instalada em solos ácidos, recomenda-se a aplicação de calcário para neutralizar a acidez.

Com relação às doenças da cultura do sorgo sacarino no Brasil, a antracnose (Colletotrichum graminicola) é considerada a mais importante em função de sua ocorrência sistemática e generalizada. Quando ao míldio do sor

go (Sclerospora sorghi), apesar de ser uma doença potencialmente importante para as culturas do sorgo e do milho, após dez anos de sua introdução no Estado do Rio Grande do Sul, e sete anos em São Paulo, pode-se concluir, com base na epidemiologia da doença, que a mesma deverá ficar restrita à Região Sul, onde a severidade da doença nas duas culturas tem sido bastante baixa.

Além disso, as cultivares de sorgo sacarino lançadas pelo CNPMS apresentam altos níveis de resistência ao míldio.

Outra doença que poderá adquirir importância para a cultura do sorgo sacarino é o mosaico da cana-de-açúcar, principalmente considerando-se plantios em áreas adjacentes a canaviais, onde, devido ao cultivo de variedades de cana suscetíveis, esta doença ocorre de forma generalizada. Entretanto, deve-se realçar que as sementes de sorgo sacarino, assim como de outros tipos de sorgo, não transmitem o vírus do mosaico. Consequentemente, não existe possibilidade de que o sorgo seja responsável pela introdução do vírus em regiões canavieiras. Por outro lado, dados experimentais indicaram que as cultivares BR 500 e BR 501 apresentaram tolerância ao vírus do mosaico da cana-de-açúcar.

Após o florescimento, o processo de acúmulo de açúcares na planta de sorgo sacarino passa a ocorrer a taxas mais elevadas, até a maturação, quando normalmente o teor de açúcares redutores totais (ART) e a porcentagem de caldo extraível atingem seus valores máximos. Entretanto, esses dois parâmetros podem variar em função da cultivar e das condições ambientais, tornando-se necessário que se estabeleça o ponto ótimo de colheita e o período de utilização industrial, através da evolução dos valores de Brix, ART e porcentagem de caldo, na curva de maturação de cada cultivar, em verificações semanais a partir do décimo dia após o florescimento.

Os rendimentos de massa verde total, colmos despalhados, folhas, panículas, açúcares redutores totais (ART) e quantidade de caldo, de cinco cultivares de sorgo sacarino são apresentados na Tabela 7.

TABELA 7 - Rendimento de massa verde total, colmos despalhados, folhas e panículas, ART e quantidade de caldo de cinco cultivares de sorgo sacarino. (16)

Cultivar	Massa Verde Total		Colmos		Folhas		Panículas		ART (%)	Quantidade de caldo (%) <sup>4</sup>
	(t/ha)	(%) <sup>3</sup>	(t/ha)	(%) <sup>3</sup>	(t/ha)	(%) <sup>3</sup>	(t/ha)	(%) <sup>3</sup>		
BR 500 <sup>1</sup>	45,8	76,8	35,2	15,1	6,9	15,1	3,7	8,1	16,4	58
BR 501 <sup>1</sup>	52,0	74,9	39,0	17,6	9,1	17,6	3,9	7,5	17,8	58
BR 503 <sup>1</sup>	47,3	79,1	37,4	12,5	5,9	12,5	4,0	8,4	14,4	61
BR 602 <sup>1</sup>	60,9	77,9	47,5	13,4	8,2	13,4	5,2	8,7	15,4	59
CMS XS 717 <sup>2</sup>	42,5	73,6	31,3	14,4	6,1	14,4	5,1	12,0	-	-

1 Médias de 4 locais (Sete Lagoas-MG, Araras e Ribeirão Preto-SP, Pelotas-RS)

2 Média de 2 locais (Sete Lagoas-MG e Araras-SP)

3 (%) em relação à Massa Verde Total

4 (%) em relação ao rendimento de colmos despalhados.

Observa-se que os rendimentos médios de colmos despalhados variaram de 31,3 a 47,5 toneladas por hectare, com o teor de ART variando de 14,4 a 17,8%. Entretanto, essas cultivares tem se comportado como sensíveis ao foto-periodismo, limitando o plantio aos meses de outubro, novembro e primeira quinzena de dezembro, o estabelecimento da cultura em regiões caracterizadas por dias curtos, e a obtenção de bons níveis de produtividade na rebrota (7).

Por outro lado, o programa de pesquisa do CNPMS tem gerado germoplasma com insensibilidade ao fotoperiodismo e boas características agrônomicas, que possibilitarão, a curto prazo, ampliar a época de plantio e obter maior produtividade na rebrota. Dentre as cultivares experimentais, com insensibilidade ao fotoperiodismo, que estão sendo avaliados, a CMS XS 616 tem apresentado rendimentos de colmos e de açúcares que a colocam em posição de destaque (Tabela 8).

TABELA 8. Rendimentos de massa verde total, colmos despalhados, folhas, panículas e Brix na colheita da cultivar experimental CMS XS 616. Araras, SP. 1980/81. (16)

Cultivar	Massa Verde Total (t/ha)	Colmos		Folhas		Panículas		Brix (%)
		(t/ha)	(%)	(t/ha)	(%)	(t/ha)	(%)	
CMS XS 616	78,4	65,9	84,0	10,4	13,3	2,1	2,7	18,8

Resultados preliminares obtidos com essa cultivar, indicam a possibilidade de se realizarem plantios durante o mês de dezembro e na primeira quinzena de janeiro, sem que ocorram quedas no rendimento de colmos em função do fotoperiodismo.

Desse modo, utilizando-se as cultivares de sorgo sacarino atualmente disponíveis em complementação à cana-se-açúcar, é possível realizar-se uma programação de colheita de maneira a se obter matéria-prima para o processamento a partir da segunda quinzena de janeiro, possibilitando a operação da destilaria até o final de novembro (Figura 1).

Com relação ao custo de produção de sorgo, baseando-se em sistemas de produção desenvolvidos no CNPMS, estimou-se em CR\$ 34.900,00 o custo de produção de um hectare de sorgo sacarino, a preços de março de 1981.

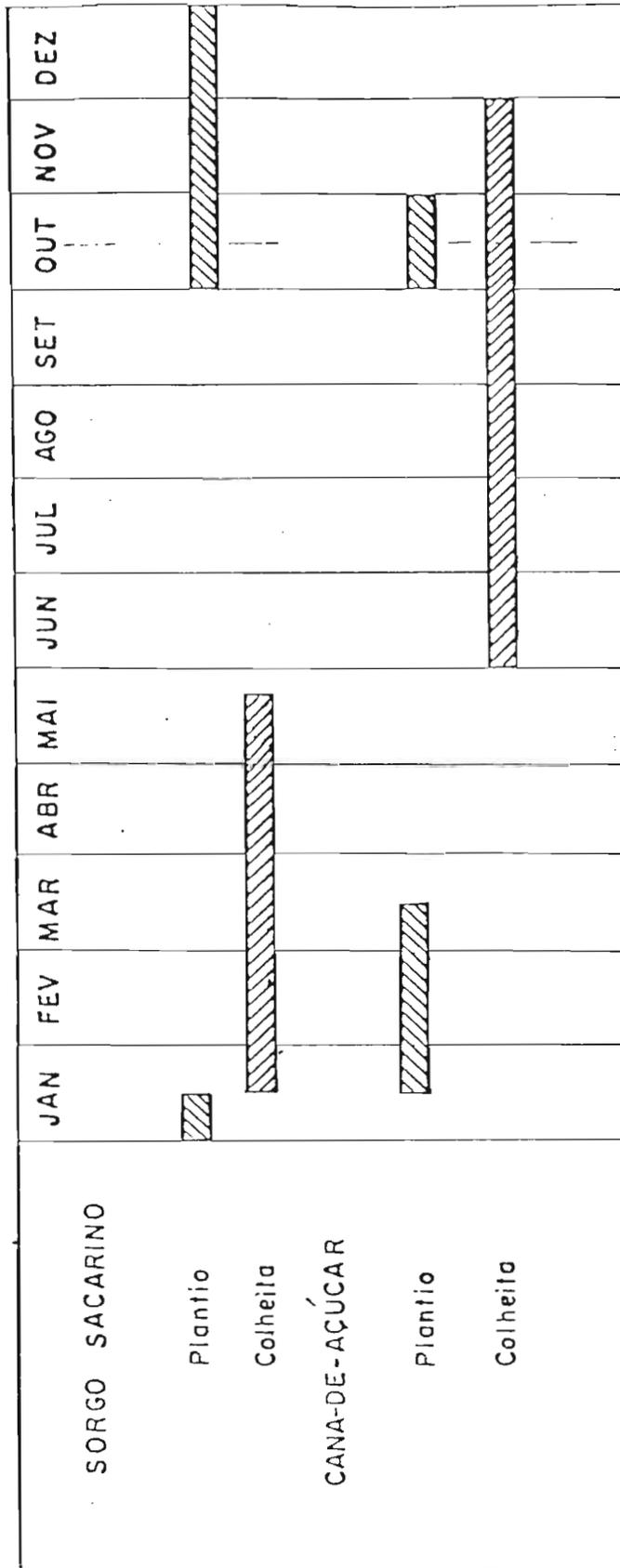


FIG. 1 - Épocas de plantio e colheita de sorgo sacarino e cana-de-açúcar - Sete Lagoas - MG

A seguir (Tabela 9) são apresentados resultados de produtividades de colmo e grão em plantios de sorgo sacarino efetuados junto às microdestilarias da EMBRAPA e que podem ser considerados como resultados típicos, uma vez que as áreas plantadas variaram de 25 a 60 ha.

TABELA 9 - Produtividade em colmos e em grãos de sorgo sacarino destinado ao processamento em microdestilarias - (1981).

U N I D A D E	C O L M O S		GRÃOS	BRIX MÉDIO
	c/Folhas	s/Folhas		
CNPH-Brasília-BR 501	41,43	32,93	2,10	14,3
CNPAF-Goiânia-BR 501	20,87	19,80	-	5,2
CNPGC-Campo Grande	26,14	21,71	3,42	9,0
UEPAE PELOTAS-BR 500	47,30	40,10	4,20	17,5
UEPAE PELOTAS-BR 503	58,14	51,11	4,70	14,5
SETE LAGOAS-BR 501	35,36	26,33	2,29	13,0
JUNDIAÍ - BR 501	37,90	30,40	6,57	14,8

Os maus resultados obtidos em Goiânia devem-se à ocorrência de prolongado período de estiagem na época de germinação da semente e desenvolvimento inicial da planta.

Por outro lado deve-se salientar a excepcional produtividade de grãos que se obteve em Jundiaí (6,5 t/ha).

Produtividades de grãos superiores a 3,5 t/ha permitem que o produtor pague todos os custos de produção com a comercialização dos mesmos. Neste caso a matéria-prima para a fabricação de álcool sai praticamente a custo zero.

Outro aspecto de grande interesse comercial é a rebrota do sorgo

sacarino. Após o primeiro corte, dependendo das condições de chuva ou da existência de irrigação, o sorgo cresce novamente e alcançando alturas de 0,80 a 1,00 m solta novas panículas.

A produção de colmos na rebrota é bem baixa, mas a de grãos pode ser da mesma ordem da do primeiro corte.

Por uma divisão didática de assuntos, os comentários relativos à produção de álcool a partir do sorgo sacarino serão efetuados no item 7.

#### 4.3. Beterraba açucareira (26)

No Brasil pode-se considerar inexistente a cultura da beterraba açucareira e da beterraba forrageira. Mesmo a beterraba hortícola (roxa) é cultivada no país somente para comercialização da raiz, sendo a semente totalmente importada.

No Uruguai, país vizinho, e no Chile esta cultura já é tradicional como matéria-prima para produção de açúcar e, além disso, contribui com seus subprodutos (parte aérea e resíduos da usina) na alimentação animal, principalmente gado de leite. O Chile é também grande produtor de sementes de beterraba açucareira, que são comercializadas, principalmente, na Alemanha e nos Estados Unidos.

Em 1979, técnicos da EMBRAPA - CNPTrigo e da Universidade de Passo Fundo, RS, testaram uma coleção de cultivares de beterraba açucareira e forrageira, introduzidas da Holanda e do Uruguai, que, mesmo sendo semeadas fora de época e sem o manejo adequado produziram, em média, 18 toneladas por hectare.

Em 1980, a UEPAE de Pelotas também iniciou pesquisas com a cultura. Ensaio de avaliação da produtividade da beterraba açucareira, através da introdução e competição de cultivares e resposta da cultura a macronutrientes foram desenvolvidas, já no ano de 1980, nos municípios de Pelotas, Piratini e Passo Fundo no Rio Grande do Sul. Os resultados obtidos mostraram que a beterraba açucareira teve um desenvolvimento satisfatório, apresentando produções superiores a 40 t de raízes/ha. Estes rendimentos são compatíveis com aqueles alcançados pelos países tradicionalmente produtores de beterraba açucareira.

Pesquisas realizadas nos Estados Unidos mostram que a beterraba açucareira armazena em sua biomassa (raiz + parte aérea) de 40 a 45% de açú

cares, suplantando neste particular a cana-de-açúcar e o sorgo sacarino.

A beterraba açucareira tem alto potencial para a produção de álcool, podendo produzir de 80 a 100 litros por tonelada.

Para o funcionamento de uma microdestilaria baseada em sorgo sacarino e beterraba açucareira, são necessários apenas 60 ha de área cultivada, pois a área utilizada com sorgo sacarino no verão é a mesma cultivada com beterraba açucareira no inverno.

A partir desses 60 ha cultivados é possível produzir cerca de 223.000 litros conforme demonstrado nas Tabelas 10 e 11.

TABELA 10 - Potencial de produção de Etanol Hidratado de sorgo sacarino e beterraba açucareira em sucessão (35)

Matéria Prima	Dias de processamento	Utilização diária (t)	Produtividade (l/t)	Produção (l)
Beterraba açucareira	90	12	80	86.400
Colmos de sorgo sacarino	120	18	50	108.000
Grãos de sorgo sacarino	30	4	240	28.000
Produção total	240			223.200

O potencial apresentado na Tabela 10 não leva em consideração as áreas plantadas necessárias para a colheita das matérias-primas, e que são calculado na Tabela 11.

TABELA 11 - Área de colheita necessária para a produção indicada na Tabela 10 (35)

Matéria prima	Produção total (t)	Produtividade (t/ha)	Área colhida (ha)
Beterraba	1080	30	36
Sorgo	2160	40	54
Grãos de Sorgo	120	2,2	54

A área colhida ao longo do ano agrícola será, então, de 90 ha. Sendo o sorgo sacarino cultura de sucessão da beterraba açucareira, a área física necessária será da ordem de 60 ha.

É muito importante destacar que as folhas e coroas da beterraba açucareira (frescas ou ensiladas) constituem um complemento alimentício muito importante para animais, principalmente gado de leite, representando, em média, de 50 a 70% do peso de raízes colhidas, ou seja, um rendimento de 40 t/ha de raízes corresponde a 20 a 28 t/ha de folhas + coroas.

Também a polpa ou coseta (resíduo da polpa), subproduto da extração do caldo açucarado na destilaria, possui alto valor nutritivo para os animais podendo ser consumida na forma de coseta úmida fresca, coseta úmida ensilada ou coseta seca (granulada).

A beterraba açucareira é, além disso, uma cultura compatível com a mais moderna tecnologia agrícola, podendo ser integralmente mecanizada, da sementeira à colheita. Também trata-se de uma cultura melhoradora do solo, beneficiando outras culturas em rotação.

As pesquisas com beterraba açucareira concentram-se na região Sul do país e estão sob a coordenação da UEPAE de Pelotas (RS).

## 4.4. BATATA-DOCE

Em termos mundiais, a batata-doce é cultivada tanto para alimentação quanto para matéria-prima industrial. No Brasil, sua utilização é quase limitada à alimentação humana.

Entretanto, por apresentar em algumas regiões ciclos vegetativos de três a quatro meses e poder produzir durante o ano todo; a batata-doce vem sendo estudada como alternativa e/ou complemento para a cana-de-açúcar ou para a mandioca.

A transformação em etanol produz entre 160 e 180 l/t raízes frescas, apresentando teores de amido entre 22 e 42% e teores de açúcares totais da ordem de 5 a 6%.

Algumas variedades desenvolvidas no Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura apresentam produtividade da ordem de 25 toneladas de raízes por hectare. Levantamentos recentes da produtividade de algumas variedades de batata-doce na Amazônia têm mostrado índices entre 25 e 30 toneladas por hectare, em ciclos agrícolas de 3 a 4 meses, o que representa um excelente rendimento de produção, superando, inclusive, a produção de mandioca que, nas mesmas condições de solo tem mostrado produtividade idêntica, porém em ciclos vegetativos de seis meses.

Na região Amazônica a experimentação foi iniciada na UEPAE de Manaus em 1978, tendo-se avaliada algumas cultivares, como apresentado na Tabela 12.

TABELA 12. Produtividade de seis cultivares de batata-doce na Amazônia (1978) <sup>(31)</sup>

Cultivar	Produtividade (kg/ha)
Balão	32.900
Três quinas	32.480
Jambo	26.480
Rainha	21.840
Nativa	17.360
Roxinha	16.520

Outra possibilidade já experimentada na Região Amazônica é o cultivo da batata-doce nas entrelinhas de espécies perenes com o guaraná e o dendê, formando consórcios de fácil manutenção e boa rentabilidade econômica. (12)

A Tabela 13 apresenta os valores de produção e margem líquida do cultivo para as três melhores cultivares da Tabela 12.

TABELA 13. Produção, valor e margem líquida de cultivares de batata doce. Manaus. 1979, (valores de março de 1980). (12)

Cultivar	Produção (kg/ha)	Valor de venda (Cr\$)	Custo total de produção (Cr\$)	Margem líquida (Cr\$)
Balão	18.796	93.980,00	49.977	44.003,00
Três quinas	26.164	130.820,00	49.977	80.843,00
Jambo	18.146	90.730,00	49.977	40.753,00

\* Somatório da produção de dois cultivos (em 7 meses)

\*\* Venda a Cr\$ 5,00/kg.

Levando em consideração que o custo de condução e tutoramento de um hectare de cultivo de guaraná é de Cr\$ 43.060,00 observa-se a margem líquida obtida com a venda da batata-doce possibilita, na maioria dos casos, pagar os referidos custos com a cultura do guaraná.

Também, o consórcio Mandioca/batata-doce, tem sido objeto de estudos pelos pesquisadores da EMBRAPA, e esta promissora cultura integrada oferece grandes vantagens à produção de álcool carburante por unidade de área. Ao se melhorar a produtividade neste sistema de produção, garante-se também o fluxo industrial por período mais longo. Este sistema original, além das vantagens diretas, contribui de forma benéfica para a conservação do solo diminuído o impacto das chuvas que normalmente ocorre nas culturas singulares de mandioca, pois sendo a batata-doce de emergência mais rápida e ciclo mais curto, as entrelinhas da mandioca são protegidas.

O aprimoramento deste consórcio, permitirá mais um passo na direção da meta de 10 mil litros de álcool carburante por hectare/ano.

## 5. AS CULTURAS PRODUTORAS DE ÓLEOS VEGETAIS COMBUSTÍVEIS

O programa de óleos vegetais para substituição de óleo diesel, preparado por comissão interministerial (MIC, MA, MME, SEPLAN, CNE) e apresentado à consideração da CNE - Comissão Nacional de Energia, enfatiza a meta de produção de 1,9 milhões de m<sup>3</sup> de óleos vegetais adicionais para fins energéticos, dos quais cerca de 1,0 milhão de m<sup>3</sup> deverão proceder de culturas de colza, girassol e amendoim, de 0,5 a 0,7 milhão de m<sup>3</sup> e de excedentes incentivados de soja e o restante das espécies perenes, dendê e babaçu. (9)

Para a produção de tais quantidades será dada preferência, no caso das culturas oleaginosas anuais, à utilização das áreas disponíveis nas entressafras ou na rotação com outras culturas, devendo ser utilizadas especialmente as áreas de soja para a sucessão com colza e girassol e as áreas de rotação de canaviais para o amendoim.

As linhas de trabalho na área do Ministério da Agricultura que deverão ser seguidas para que se consigam as metas propostas são: (32)

- . ampliação de pesquisa e experimentação agrícola, ora em andamento, visando o estabelecimento de informações a outro prazo para as culturas tradicionais e novas.
- . zoneamento ecológico de culturas oleaginosas e levantamento de potencial das nativas.
- . fomento e expansão de produção de óleo de colza, girassol e amendoim numa área de 500 mil, 1,0 milhão, e 500 mil hectares respectivamente até 1985, objetivando uma meta de produção média de 500 litros/hectare, e um total de 1,0 milhão de metros cúbicos de óleo naquele ano.

- . estímulo à implantação de cultura dendê, para atingir a meta de 250 mil ha em 1986, e geração de condições para acelerar a expansão de dendê a partir de 1987.
- . estímulo à produção de óleo de outras palmáceas, consideradas promissoras, especialmente coco da Bahia, babaçu e macaúba.
- . fomento à produção interna, importação e multiplicação de sementes, visando ao atendimento das metas para espécies anuais e perenes.
- . desenvolvimento de capacidade nacional para produzir internamente híbridos de alto rendimento de dendê, coco e girassol.

Dentre estas linhas de trabalho já vem a EMBRAPA atuando, tendo em alguns casos resultados de pesquisa muito promissores, que serão apresentados a seguir para as culturas de colza, girassol, amendoim, dendê e babaçu.

#### 5.1. Colza

A colza pertence à família das crucíferas e as duas espécies cultivadas atualmente são a Brassica napus e a Brassica campestris. É uma cultura de inverno, própria para regiões temperadas de modo que o maior potencial para cultivo está localizado no Sul do País, podendo abranger outras regiões tais como o Mato Grosso do Sul.

No Brasil, a colza começou a ser cultivada experimentalmente, em lavouras de observação desde 1974, pela Cooperativa Regional Serrana Ltda - (COTRIJUÍ), no município de Ijuí, no Rio Grande do Sul. Atualmente, diversas instituições públicas e particulares desenvolvem trabalhos de pesquisa e mantém em observação lavouras de agricultores. A produtividade tem sido muito favorável, em função da pouca experiência e pouco conhecimento da cultura, tanto por parte da pesquisa quanto da assistência técnica e produtores, dispondo-se porém da estimativa média situada ao redor de 1.000 kg/ha em condições de lavoura. (18)

Sendo uma cultura alternativa de inverno, possibilitando ocupar áreas ociosas neste período e ser cultivada em sucessão com culturas de verão, como a soja, a colza poderá se tornar extremamente importante para o Sul do Brasil. Neste sentido, um dos importantes aspectos que tem sido recomendado para obtenção de melhor produtividade e estabilidade de produção do trigo e cevada

é o pousio ou a rotação de culturas. A colza pode ser incluída neste sistema de produção por seu ciclo semelhante e pelo mercado seguro, propiciado pela grande capacidade ociosa do parque industrial de extração de óleos e pela atual ociosidade de terra, mão-de-obra e equipamentos.

Tendo em vista somente a área mecanizável com soja, ao redor de 6.000.000 ha no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, a área máxima com colza deverá restringir-se a aproximadamente 1.500.000 ha. Isto porque a colza também deverá obedecer a um esquema semelhante ao necessário para o trigo, ou seja, permanecer 3 anos sem cultivar colza na mesma área, que ficará em pousio ou será utilizada para outras culturas ou pastagens. (18)

Com relação ao solo, haverá uma economia de energia, através de um maior controle da erosão, desde que sejam utilizadas as técnicas recomendadas. Caso o solo fique descoberto (o que acontece atualmente), sem pastagens, trigo ou outra cultura de inverno, certamente haverá erosão da camada superficial, a mais fértil, com perda de nutrientes originários do solo ou adicionados por adubos.

As pesquisas com colza no PNPE da EMBRAPA estão concentradas na região Sul do país, sob a coordenação do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo situado em Passo Fundo (RS).

Testes preliminares realizados no Brasil indicam a oportunidade de iniciar e/ou continuar pesquisas com colza, nas áreas de produção, industrialização e utilização como combustível.

As sementes de colza apresentam entre 40-45% de óleo entre 20 a 25% de proteína, residindo nos elevados teores destas duas substâncias sua importância econômica.

A torta de colza desengordurada contém de 35 a 45% de proteínas e 12 a 20% de fibra. A torta e o farelo de colza são empregados como suplemento protéico na alimentação de bovinos, suínos e aves.

No caso da produção ser dirigida para colza comestível, o aumento da disponibilidade interna de óleo e farelo possibilitará a liberação de maior quantidade de soja em grão para o mercado externo. A manutenção deste mercado é importante para diversificar a exportação de soja, atualmente concentrada em óleo e farelo.

Embora existam cultivares citadas como próprias para óleo combustível, que certamente serão adequadas à região Sul, a introdução destas cul

tivares, implicará em decisão de caráter político-econômico, pelas razões a seguir apresentadas:

- em virtude da colza ser uma planta de polinização aberta, caso sejam introduzidas cultivares de colza específica para combustível, fatalmente haverá uma miscegenação das cultivares. Conseqüentemente, ocorrerá uma elevação do teor de ácido erúico e de glucosinolato das cultivares destinadas à alimentação humana, inviabilizando-as, talvez para qualquer das finalidades.

- a nível de pesquisa o problema consiste em verificar a possibilidade de utilizar as cultivares de colza já plantadas em cerca de 22.000 ha no Rio Grande do Sul, para fins de óleo vegetal complementar do óleo diesel.

O Programa Nacional de Óleos Vegetais para Fins Carburantes, ora em estudo na Comissão Nacional de Energia propõe a rápida implantação de 500.000 ha de colza na região Sul do país, meta que não parece difícil em função da disponibilidade apontada de 1.500.000 ha em áreas mecanizáveis de soja.

Considerando-se produtividades de 1,2 tonelada/ha (valor que deverá ser melhorado com a introdução de algumas cultivares que estão sendo avaliadas pela pesquisa) e teores de óleo de 42% pode-se obter cerca de 500 litros de óleo/ha totalizando 250 milhões de litros e 350 mil toneladas de farelo.

O valor desta produção se o óleo for usado com fins comestíveis será de US\$137 milhões de dólares (óleo a US\$550,00/t) e com adicional de US\$70 milhões da venda do farelo, perfazendo US\$207 milhões de dólares.

Caso a mesma produção de óleo seja utilizada para mistura ao óleo diesel (US\$350,00/t) as 250.000 t de óleo valeriam apenas US\$87,5 milhões cifra que adicionado ao valor do farelo perfaz um total de US\$157,5 milhões de dólares (todos os preços a valores de agosto/81).

Entretanto, o valor de produção não é o único parâmetro que deve ser levado em consideração numa análise de custo-benefício.

Como foi bem salientado no relatório da comissão que propôs o Programa Nacional de Óleos Vegetais para Fins Carburantes<sup>(9)</sup>, a produção de substitutos parciais do óleo diesel deverá contribuir para a diminuição da importação de petróleo como um todo, uma vez que atualmente o diesel representa 40% do volume de óleo cru refinado.

Portanto, sendo o óleo diesel o gargalo para a redução das importações o emprego de um litro de óleo vegetal para fins carburante acarretará redução de 2,5 litros na dependência externa brasileira de petróleo.

Por outro lado, a contribuição que 250.000 t de óleo de colza, combustível deverá propiciar à segurança nacional também é outro aspecto, de peso relativo não desprezível na análise da melhor destinação a ser dada a esse produto.

Em termos de EMBRAPA, como órgão de pesquisa, a decisão futura sobre a utilização ou não dos óleos vegetais como carburantes, não é extremamente relevante, cabendo-lhe principalmente o papel de identificar condições para aumentar a oferta de tais produtos no mercado interno.

## 5.2. Girassol (18)

O girassol (Helianthus annuus L.) é uma planta anual, da família das compostas que possui caule ereto, com altura variando de 1,0 a 1,4 m.

No Brasil é plantada uma área de cerca de 35.000 ha, localizados principalmente nas regiões Norte e Oeste do Paraná, regiões da Alta Mogiana, de Araçatuba, de Ourinhos em São Paulo e alguns locais do Mato Grosso do Sul.

O rendimento médio obtido no Brasil é de 1.800 kg/ha e face à pouca exploração e enorme variabilidade genética, existem oportunidades de desenvolvimento de híbridos altamente produtivos. Com teor de óleo em torno de 30% tem como sub-produto de industrialização a torta de elevado teor proteico (49,5%) e calórico, com excelentes possibilidades na alimentação animal e humana, além de se constituir em matéria-prima para adubação devido à riqueza em nitrogênio e fósforo.

O óleo de girassol tem excepcional qualidade na alimentação humana devido à alta concentração de ácidos graxos insaturados (85-91%): oleico, linolenico e linoleico, especialmente este último que é capaz de dissolver e eliminar o excesso de colesterol do organismo.

Apesar de desenvolver-se em climas temperados, subtropicais e tropicais, ser bastante resistente ao déficit hídrico e de bom potencial de produção (600 a 700 litros de óleo por ha) o girassol é pouco cultivado no Brasil. Isto deve-se ao fato de algumas cultivares argentinas introduzidas no país serem suscetíveis à ferrugem e apresentarem baixo teor de óleo e tam

bem ao desconhecimento da tecnologia adequada por parte do produtor.

O interesse pela cultura do girassol está hoje crescendo no país em função dos seguintes fatores:

- possibilidade de utilização do óleo como combustível.
- interesse na diversificação de culturas
- expansão da demanda interna de óleos vegetais combustíveis
- possibilidade de cultivo como 2.<sup>a</sup> cultura em sucessão ao milho, soja, arroz, algodão, etc. propiciando melhor utilização de terra, máquinas e implementos.
- interesse da indústria de esmagamento que opera com capacidade ociosa
- alto valor nutritivo do óleo.

Tal conjugação de fatores interessantes aliada a uma aptidão para o cultivo em muitas regiões brasileiras (todo o Centro-Oeste, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Pará, Maranhão e parte do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), explica a hipótese de expansão da cultura do girassol para 1,0 milhão de hectares a curto prazo, hipótese esta apresentada no "Programa Nacional de Óleos Vegetais Combustíveis".

O cultivo desta área com girassol apresentará custos de implantação bastante baixos, uma vez que toda a infra-estrutura já está montada (estradas, redes de distribuição, armazéns), as terras estão limpas e necessitam de uma cultura em sucessão e as indústrias de óleo passado o pique de produção de óleo de soja, tem capacidade ociosa.

A partir de 1.0 milhão de ha de área de girassol obtém-se cerca de 600 a 700 milhões de litros de óleo e 1.0 milhão de toneladas de torta, que tem exportação amplamente garantida e a um preço de U\$200/tonelada, com acréscimo de 200 milhões de dólares na receita de produtos industrializados.

Este panorama poderá se alterar bastante se os resultados de pesquisa já encontrados puderem ser transpostos rápida e seguramente para os agricultores. (Tabela 14)

Tabela 14 - Produtividade de sementes nas melhores cultivares ensaiadas pela EPAMIG

Cultivar	Produtividade (kg/ha)
Uruguai	3.370
Record	3.085
Cordobés	2.965

Como se observa as cultivares experimentadas poderão aumentar as produções anteriormente mencionadas em mais de 50%.

Outros experimentos estão avaliando algumas cultivares americanas que têm altas produtividades e altos teores em óleo (cerca de 45%), sem ter ainda resultados conclusivos.

Quando se puder contar com cultivares que tenham suas potencialidades alimentícias ou energéticas devidamente caracterizadas será bem mais fácil estabelecer as diretrizes futuras no tocante à utilização do óleo de girassol como complemento ao óleo diesel.

As pesquisas com girassol no PNPE da EMBRAPA estão sob a coordenação do Centro Nacional de Pesquisa de Soja, situado em Londrina (PR).

### 5.3. Amendoim (18)

O amendoim pertence à família das leguminosas, gênero Arachis, espécie A. hipogea.

As plantas podem ser eretas ou rasteiras, o que determina os dois tipos fundamentais de amendoim que são cultivados: amendoim de porte ereto e amendoim rasteiro.

As variedades cultivadas no Brasil são principalmente de porte ereto, por permitirem uma colheita mais fácil e serem de ciclo curto (90 a 120 dias).

O Brasil é o quarto produtor mundial dessa oleaginosa, sucedendo a Índia, a China e os EUA, sendo o sétimo na produção de óleo de amendoim. Os Estados de São Paulo e Paraná são responsáveis por cerca de 85% da produção. As principais variedades cultivadas, selecionadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas são o Cateto, o Comum. Porto Alegre, Roxo, Tatu 53, Tatu 65.

O rendimento cultural varia segundo os cuidados mantidos durante a cultura, a fertilidade do solo, adubação, época de semeadura e tipo de colheita. A produtividade média brasileira está em torno de 1.500 kg de grãos por hectare, com teores de óleo de 35 a 45%.

O óleo de amendoim é insaturado, de bom valor nutritivo e alta aceitação no mercado mundial, enquanto a torta proveniente da extração do óleo por solventes é utilizada para rações, fertilizantes e como pasta adesiva para madeiras.

A meta de expansão da cultura do amendoim apresentada à Comissão Nacional de Energia (500.000 ha) não é por demais ambiciosa, se se conseguir utilizar uma parte das áreas de rotação dos canaviais para tal finalidade.

Hoje, em São Paulo e outros estados, já se utiliza este procedimento, conseguindo-se na região de Ribeirão Preto produções expressivas de amendoim em áreas canavieiras.

Neste caso, a cultura de amendoim é muito benéfica aos canaviais pois, sendo uma leguminosa, as bactérias existentes nos nódulos de suas raízes realizam a fixação biológica do nitrogênio atmosférico, possibilitando economia de adubos nitrogenados quando do plantio de cana-de-açúcar.

Dentre as oleaginosas de ciclo curto que deverão contribuir para a produção de óleos vegetais para fins carburantes, o amendoim é a que é melhor difundida entre os produtores, podendo-se esperar a curto prazo uma resposta adequada aos incentivos de financiamento e garantia de preços mínimos remuneradores que serão oferecidos pelo Governo, possibilitando assim que a meta proposta (500.000 ha adicionais) seja atingida, e, possivelmente, antes de 1985.

#### 5.4. Dendê<sup>(18)</sup>

A cultura do dendê deve merecer atenção especial como alternativa para a mistura com óleo diesel, por apresentar alta produtividade por área cultivada (até 6 t de óleo/ha), pelas amplas possibilidades da cultura em larga escala no Nordeste e principalmente na Amazônia e pelo fato de que o coco de dendê é produzido ininterruptamente durante o ano inteiro, o que permite processamento contínuo.

A produção de dendê no Brasil é quase totalmente desenvolvida na Bahia, onde é obtida do dendezal subespontâneo (estimado em 30.000 ha) e do dendezal de cultivo (7.828 ha). O Pará e o Amapá figuram também como produtores, mas sua participação no total nacional não é significativa. Em 1979 a produção brasileira era de apenas 120.000 t de cachos, a que corresponde um volume de 18.800 t de óleo, muito aquém das necessidades domésticas nacionais.

A produtividade obtida na cultura do dendê na Bahia é muito baixa. O dendezal subespontâneo produz 3 t de cacho/ha correspondendo a 300 kg de óleo e o dendezal de cultivo apresenta uma produtividade de 12 a 20 t/ha com rendimentos de óleo de 20%, o que perfaz uma produção de 2,4 a 4 t de óleo/ha ano.

No Estado do Pará, a DEMPASA tem obtido produtividades em torno de 20 t cacho/ha ano.

As áreas ecologicamente aptas para ampliação do cultivo do dendê estão localizadas na Região Amazônica e tabuleiros costeiros do sul da Bahia. Somente na região Amazônica há disponibilidade de 74.870.000 ha para implantação da cultura do dendê.

A ampliação das áreas cultivadas sofre algumas restrições de ordem prática, principalmente em aspectos fitossanitários, na dependência de importação de sementes selecionadas, altos investimentos para implantação, longo período de maturação do cultivo, falta de assistência técnica e de crédito.

Devido à potencialidade da cultura e também aos seus problemas específicos é que o Ministério da Agricultura através da EMBRAPA e da EMBRATER deverá executar um trabalho de orientação e de fomento para implantação de 250.000 ha de dendezaís até 1985.

A partir desta data deve a implantação da cultura do dendê atingir um ponto de "no-return", possibilitando que até 1990 estejam consolidadas cerca de 1.0 milhão de ha de dendezaís.

As culturas implantadas até 1985 (250.000 ha) começarão a produzir entre 1988-1990 e se for conseguida a produtividade de 25 cachos/ha com 20% de óleo, esta área inicial passará a produzir 1.250.000 t de óleo por ano, o que deverá representar menos de 5% do consumo total de petróleo nos anos do fim da década.

Para a expansão das áreas cultivadas um dos aspectos de maior relevância compreende a necessidade de se dispor, internamente de sementes selecionadas de elevada produtividade campo em que o Brasil é praticamente dependente de outros países (Costa do Marfim, Malásia). Há necessidade urgente de introdução de germoplasmas em avançado estágio de melhoramento genético, com vistas à formação de campos de produção de sementes selecionadas e continuação do melhoramento genético.

Outro aspecto relevante na implantação de dendezaís é a necessidade de recursos financeiros necessários para se atingir as metas mencionadas. Segundo o estudo apresentado à Comissão Nacional de Energia, (em valores de abril de 1981) seriam necessários cerca de 18 bilhões de cruzeiros até 1985 apenas em investimentos para a implantação de 250.000 ha de dendezaís, enquanto no período de 1986 a 1990 os investimentos subiriam para Cr\$ 68 bilhões e as despesas de custeio demandariam Cr\$ 17 bilhões.<sup>(9)</sup>

Levando-se em consideração que o PROÁLCOOL deverá ter recursos de 5 bilhões de dólares até 1985 (cerca de 500 bilhões de cruzeiros) para produção de energia equivalente a 145.000 BEP/dia em 1985 (Tabela 2) e que a produção que se obterá de 1,0 milhão de hectares de dendezaís racionalmente

implantadas e tecnicamente bem conduzidas será de 6 milhões de toneladas de óleo equivalentes a 123.000 BEP/dia, vê-se que a longo prazo o retorno potencial dos investimentos é maior na produção de dendê substituto do diesel do que na produção de álcool carburante.

#### 5.5. Babaçu (25)

Sendo uma palmeira nativa do Brasil e crescendo em estado selvagem o babaçu não tem sido desenvolvido através de cultivo sistemático. Encontra-se disperso por vários estados brasileiros, ocupando aproximadamente 14 milhões de hectares do Amazonas ao Espírito Santo, com maior concentração nos estados do Maranhão, Piauí e Goiás. O Estado do Maranhão é o principal produtor, e os babaçuais são em maior parte encontrados nos vales dos rios Itapicuru, Parnaíba, Mearim e Pindaré.

A dispersão dos babaçuais revela ter esta planta uma faixa relativamente grande de adaptação, preferindo, entretanto, as regiões de temperaturas altas e constantes e precipitação pluviométrica superior a 1.000 mm, condições estas que são encontradas em partes do Maranhão, Piauí e Goiás. Todavia, com o estabelecimento de grandes projetos agropecuários através de incentivos fiscais, extensos babaçuais estão sendo eliminados, substituídos por pastagens, cana-de-açúcar e outras culturas, o que poderá comprometer seriamente a produção de babaçu. O decreto estadual nº 5852, de 11 de novembro de 1973, proíbe a derrubada e babaçuais no Estado do Maranhão.

Até recentemente a importância do babaçu baseava-se exclusivamente no uso da amêndoa como fonte de óleo e torta. A amêndoa contém de 30 a 70% de óleo tido como rico em praticamente todos os elementos necessários à fabricação de plásticos, detergentes, emulsificadores e materiais relacionados. A torta de óleo contém 19 a 27% de proteínas.

O interesse atual no babaçu, entretanto, é proveniente do seu potencial como fonte renovável de energia. O fruto do babaçu compreende 12% de epicarpo, 23% de mesocarpo, 58% de endocarpo e 7% de amêndoa. O mesocarpo, contendo 68% de amido (16% em relação ao peso total do fruto) é considerado uma valiosa fonte de álcool para uso em combustível para motores. O endocarpo pode ser convertido em carvão e gás combustível. O óleo de amêndoa, além do seu uso industrial normal, está agora sendo considerado como fonte promissora de combustível diesel e lubrificantes. O epicarpo, que contém muita celu

lose, pode ser usado diretamente como combustível primário ou então convertido em álcool pelo método de hidrólise ácida ou enzimática.

Segundo a publicação "Coco de babaçu - matéria-prima para a produção de álcool e carvão", da Secretaria de Tecnologia Industrial (1977), o potencial produtivo do babaçu no Brasil situa-se acima de uma dezena de milhões de toneladas de coco por ano, o que permitiria uma produção anual de cerca de um bilhão de litros de álcool, quase dois milhões de toneladas de carvão de alto valor para siderurgia, meio milhão de toneladas de óleo, mais de dois bilhões de metros cúbicos de gás combustível e cerca de um e meio milhões de toneladas de epicarpo (combustível primário). Esses dados, se convertidos em unidades elétricas, corresponderiam a cinco mil (5.000) megawatts, ou seja, mais de 20% da capacidade de geração de energia de origem hidrelétrica instalada no Brasil naquele ano.

Apesar da carência de informações agronômicas sobre o cultivo dessa palmácea, já existem projetos de reflorestamento parcialmente instalados, com incentivos fiscais, como é o caso da REAL - Reflorestadora Audiência Ltda, no município de José de Freitas-PI.

Estima-se que as indústrias de extração de óleo de babaçu funcionem com capacidade ociosa de 60 a 71%. Esses dados ilustram a importância de se aproveitar melhor boa parte da produção atual, perdida por dificuldades de transporte e em babaçuais mal manejados e invadidos por vegetação arbustiva, e, ao mesmo tempo, a necessidade de se aumentar sua produtividade.

A exportação de amêndoa de babaçu foi interrompida em 1963 e toda a matéria prima tem sido processada no país desde então. A demanda interna consome toda a matéria prima produzida assim como quase 85% do óleo e representa 1,5% da demanda por torta e farelo. Os principais compradores estrangeiros de óleo e torta são a Alemanha Ocidental, os Estados Unidos e a Argentina.

O babaçu apresenta uma possibilidade extremamente atraente como fonte de energia. Dez milhões de toneladas de frutos constituem um rendimento modesto (menos de 1 tonelada por hectare) a se esperar dos 14.000.000 ha ou mais de babaçuais do Brasil e, naturalmente, não leva em consideração o aumento de produção que se deve esperar das técnicas melhoradas de manejo ora propostas para os babaçuais existentes, assim como o desenvolvimento de cultivo sistemático do coco babaçu. As informações a seguir indicam a produção

potencial de energia por hectare em condições de plantio nativo, nativo melhorado e comercial. (Tabela 15).

TABELA 15 - Produção de alguns produtos do babaçu segundo três sistemas de exploração

Produto	Produção (por t)	Nativo (2 t/ha)	Nativo-melhorado (7,5 t/ha)	Comercial (20 t/ha)
Álcool (amido)	80 litros	160 litros	600 litros	1.600 l
Carvão	145 kg	290 kg	1.088 kg	2.900 kg
Gás	174 m <sup>3</sup>	343 m <sup>3</sup>	1.305 m <sup>3</sup>	3.430 m <sup>3</sup>
Óleo	40 kg	80 kg	300 kg	800 kg
Epicarpo	120 kg	240 kg	900 kg	2.400 kg
Álcool (amido+ celulose)	240 litros	480 litros	1.800 litros	4.800 l

Fonte: Ministério da Indústria e Comércio, Secretaria de Tecnologia Industrial, julho de 1975.

A produção comercial em potencial que aparece na última coluna acima pressupõe uma plantação estabelecida com espaçamento adequado de árvores de mesma idade sob bom manejo. Os babaçuais nativos talvez contenham até 1.000 palmeiras por hectare, variando em idade de jovens a velhas. A condição "melhorada" ainda teria a mesma grande variedade de idade e talvez até um terço das árvores não estariam produzindo.

Um sério obstáculo ao processamento do coco tem sido a falta de equipamento para o descascamento, quebra e separação das partes. O coco babaçu até agora tem sido quebrado no campo pelos agricultores e suas famílias, por meio de um processo laborioso do uso do machado e cacete. Existem agora no mercado brasileiro, máquinas desenvolvidas por duas firmas para o processamento do fruto. Este equipamento é modular e as unidades podem ser acrescentadas de acordo com o número de frutos.

Processamento industrial está sendo estudado pela Secretaria de Tecnologia do Ministério da Indústria e Comércio e pela Fundação Nacional de Tecnologia, assim como por outras organizações e firmas comerciais. Este trabalho está em fase avançada e já existe muita informação a respeito. Algumas companhias já estão se preparando para o aproveitamento integral do babaçu.

Trabalho preliminar já foi feito sobre o melhoramento de plantações nativas pela Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária, EMAPA, mas muito pouco trabalho agrônômico adicional foi feito. A produção foi elevada de cerca de 2 para 7,5 toneladas de frutos por hectare.

O programa de Pesquisa de Babaçu que deverá ser iniciado em 1982 será dividido em duas partes distintas:

- pesquisas com populações naturais de babaçu, principalmente sobre sistemas de produção (topografia, efeito do desbaste e das queimadas, produção de culturas anuais intercalares, produção de culturas permanentes e pastagens intercalares).
- pesquisas básicas (levantamento de espécies e ecotipos, levantamento de pragas e moléstias potenciais, estabelecimento de níveis de fertilidade e adubação, e outras).

O custo total do Programa está orçado em US\$ 2.732 mil com 5 anos de duração. Deste volume de recursos US\$ 282 mil destina-se a despesas com custos de desenvolvimento US\$ 239 mil para serviços técnicos e US\$ 2.210 mil, para o atendimento de custos operacionais.

A coordenação do Programa Nacional de Pesquisa em Babaçu ficará a cargo da UEPAE de Teresina (PI).

## 6. FLORESTAS ENERGÉTICAS

A importância do setor florestal brasileiro pode ser estimada através da participação do mesmo na economia nacional. Assim, para exemplificar, registrem-se os 370,6 milhões de dólares americanos em produtos florestais exportados no primeiro semestre de 1980. Também, a madeira gerou cerca de 20% da energia primária consumida no Brasil. O carvão vegetal, como agente de redução do minério de ferro, foi responsável por 40% de ferro gusa produzido na indústria siderúrgica do País. Ressalte-se ainda que aproximadamente 60.000 novos empregos são gerados anualmente pelo setor florestal brasileiro com as atividades de florestamento e reflorestamento. (19)

Atualmente, as maiores atenções da pesquisa tendem a concentrar-se na área de produção de madeira para fins energéticos. De uma forma geral, para essa finalidade tem sido simplesmente preconizados espaçamentos menores, cortes a menores idades e aproveitamento total da biomassa produzida. Felizmente, diversos pesquisadores têm alertado para as implicações dessas soluções simplistas, principalmente no que diz respeito às exportações de nutrientes e aos aspectos econômicos envolvidos. Portanto, há necessidade de grandes investimentos em pesquisa sobre produção de madeira para fins energéticos considerando os aspectos silvicultural e tecnológico do problema tendo em vista soluções a curto, médio e longo prazo. (19)

Considerando a produtividade média das florestas plantadas e bem conduzidas tecnicamente em redor de 70 estêreos/ha ano, a eficiência de conversão térmica ao redor de 70% pode-se considerar que o valor de 1 ha de floresta como sendo equivalente a  $45 \times 10^6$  kcal/ha ano ou cerca de 28 BEP/ano. (19)

Com base nestes cálculos e nas projeções de oferta e demanda de óleo combustível até 1990, pôde o grupo interministerial (MIC, MA, MME, SEPLAN, CNE) que elaborou o documento "PROGRAMA NACIONAL DE FLORESTAS ENERGÉTICAS" estabelecer que até 1985 a lenha e o carvão vegetal deverão substituir cerca de 20% do óleo combustível, chegando a 26% de substituição do mesmo em 1990. (8)

As linhas de trabalho que deverão ser seguidas para atingir as mencionadas metas são: (32)

- . implantação de maciços florestais com a meta de 100.000 ha/ano, ajustada à estrutura de demanda de óleo combustível, tanto regional quanto setorialmente e respeitando as peculiaridades regionais, tanto em termos de clima e solo, quanto em termos de estrutura fundiária.

- . promoção e racionalização da utilização dos resíduos florestais, resultantes da expansão da fronteira agrícola;
- . fomento ao manejo sustentado das florestas energéticas;
- . atenção dos segmentos industriais selecionados, em função da estrutura atual de consumo de óleo combustível e possíveis alterações tecnológicas tais como: siderurgia, cerâmica, papel e celulose; alimentos e bebidas, e outros.
- . concentração de reflorestamento para fins energéticos nas regiões sudeste e nordeste, iniciando-se pelos estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia e Pernambuco em razão da atual concentração industrial dos setores consumidores de óleo combustível.

Alguns resultados de pesquisa de grande importância prática já foram encontrados, destacando-se a identificação das melhores procedências de Pinus eliottii var. elliottii e Pinus taeda das procedências de Charleston e de Berkeley da Carolina do Sul, Estados Unidos da América, possibilitam um aumento de produção volumétrica da ordem de 25% em relação a plantios efetuados com sementes comerciais atualmente em uso no Sul do País. Assim, o uso de sementes das referidas procedências, possibilitará o aumento da produtividade média dos novos plantios de Pinus taeda de 20 para 25 m<sup>3</sup>/ha ano. A procedência Levy Country, Flórida, de P. eliottii var. elliottii apresentou produção volumétrica de madeira 86% superior aquela obtida em plantios com sementes tradicionalmente utilizadas em reflorestamento no Estado de Santa Catarina. Saliente-se que os aumentos de produtividade observados devem-se tão somente à utilização de sementes dessas procedências, portanto sem o aumento do uso de insumos. (19)

Também no tocante a plantações de eucaliptos foram identificados espécies mais produtivas do que as normalmente utilizadas.

Resultados de ensaios de competição de espécies e procedências de Eucalyptus implantados na região de Guaíba-RS, mostram que a procedência 9611 de W. Woolgoolga (NSW) Austrália de E. grandis apresenta uma produtividade média de 56,4 st sem casca/ha ano o que representa um aumento potencial de produtividade da ordem de 36% em relação as médias de E. grandis e E. saligna, plantados tradicionalmente na região, com 41,5 st sem casca/ha ano. Supondo o abastecimento de uma fábrica de 1.000 ton/dia de celulose, o uso de sementes da procedência indicada pela experimentação permitirá redução de 13.700 ha em área plantada, equivalente ao decréscimo de investimento total de 900 milhões de cruzeiros, valores de Dezembro de 1980 (19).

Várias espécies de Leucena continuaram mostrando ótimo potencial para as regiões áridas e semi-áridas do Nordeste brasileiro. Salienta-se que a leucena e a algaroba são espécies de uso múltiplo, prestando-se tanto para a produção de forragem para animais como para produção de lenha para fins energéticos. A expectativa anterior de produção madeireira dessas espécies na região da caatinga foi mantida, correspondendo a aproximadamente 60 estereos/ha aos 7 anos de idade. Esse volume representa cinco vezes a produção madeireira média da caatinga por unidade de área a idades avançadas.

As pesquisas em florestas energéticas, na EMBRAPA, estão sob a responsabilidade do Programa Nacional de Pesquisa Florestal, cuja coordenação está localizada em Brasília (DF).

## 7. SUBSTITUIÇÃO E ECONOMIA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NO SETOR RURAL

Os itens mais importantes na utilização de derivados de petróleo no setor rural são os combustíveis líquidos e, de forma indireta, os fertilizantes.

Em relação aos primeiros estima-se um consumo entre 3,5 e 4 bilhões de litros de óleo diesel por tratores, colhedoras e motores estacionários. A participação dos combustíveis e lubrificantes nos custos de produção das principais lavouras tecnificadas na Região Centro-Sul situa-se em torno de 10% e na Região Nordeste corresponde aproximadamente a 8% (32)

O consumo de fertilizantes no setor rural se situa em torno de 4.0 milhões de toneladas anuais (888 mil toneladas de nitrogênio, 1,83 milhões de toneladas de  $P_2O_5$  e 1,3 milhões de toneladas de  $K_2O$ , (11) dos quais 2,1 milhões constituem componentes importados (503 mil toneladas de nitrogenados, 342 mil toneladas de fosfatados e 1,3 milhões de toneladas de potássicos (11)). A participação dos fertilizantes nos custos de produção dos principais cultivos tecnificados situa-se entre 20 e 30% do custo total (32)

Em consequência, a substituição de combustíveis líquidos e a redução de fertilizantes químicos derivados de petróleo, especialmente os importados, desponta como medidas significativas no contexto da política agrícola, sobretudo no que concerne às possibilidades de redução dos custos de produção pela utilização de biofertilizantes nas áreas de menor concentração de lavouras tecnificadas.

No aspecto de substituição de combustíveis, alguns resultados já foram obtidos, principalmente com relação a:

- . álcool
- . biogás
- . gasogênios
- . energia solar
- . tração animal.

Outro aspecto que merece ser melhor enfatizado refere-se à economia de insumos na agropecuária, através de técnicas que estão em desenvolvimento ou que estão sendo retomadas dada a conjuntura de escassez e/ou de preços elevados. Dentre elas destacam-se:

- . manejo e conservação de solos
- . adubação
- . adubação verde e adubação orgânica
- . controle biológico de pragas e doenças
- . redução de perdas na colheita.

A seguir são apresentados alguns dos resultados de pesquisa já conseguidos nestes assuntos e indicados os principais trabalhos em andamento.

## 7.1. Substituição de combustíveis derivados de petróleo na exploração agropecuária.

### 7.1.1. Alcool (Microdestilarias) <sup>(15)</sup>

A EMBRAPA iniciou as pesquisas com produção de álcool a nível de propriedade rural em meados de 1979 como forma de conseguir para os seus próprios Centros de Pesquisa, a independência em combustíveis líquidos e também para demonstração da viabilidade daquela produção de forma generalizada no setor rural.

O conceito evoluiu muito rapidamente, sendo hoje uma prática institucionalizada a implantação das microdestilarias para auto-suprimento local ou regional, entendendo-se como tal a unidade fabricante de etanol cuja capacidade de produção é de até 5.000 litros diários, qualquer que seja a matéria-prima utilizada: cana-de-açúcar, sorgo sacarino, mandioca, beterraba açucareira, batata-doce, etc.

As vantagens decorrentes da implantação de tais unidades já são bastante conhecidas e podem ser reunidas nos seguintes tópicos:

1. Minimização do Fator Transporte
2. Redução do Custo do Combustível
3. Redução da Vulnerabilidade da Produção de Alimentos
4. Desconcentração de Renda, Geração de Empregos, Fixação do Homem no Interior
5. Novas Perspectivas de Desenvolvimento.

A primeira das vantagens aludidas é verdadeira, em dois sentidos: primeiramente quanto à diminuição das distâncias percorridas pela matéria-prima até a unidade produtora; em uma destilaria de grande porte a matéria-prima

chega a viajar 50 km até ao processamento; numa microdestilaria a matéria-prima viaja de 1 a 5 km, com consideráveis efeitos de redução de custo de transporte. Em segundo lugar e aí reside o principal problema, o álcool produzido em unidades centralizadas tem que ser distribuído, na maior parte das vezes por via rodoviária, até aos pontos de consumo, exigindo em alguns casos que a energia dispendida no transporte seja igual ou maior do que a energia transportada. Na microdestilaria, evidentemente, o combustível é produzido e armazenado junto aos locais de consumo, ou quando se tratar de associação de fazendeiros ou cooperativas, a distância percorrida pelo álcool não passa de algumas dezenas de quilômetros.

A segunda vantagem relacionada é decorrente da composição de três fatores: menores custos de produção de matéria-prima, menores custos de taxas e impostos e menores custos de transportes. A redução dos custos de produção da matéria-prima foi demonstrado em estudo realizado por Cruz e colaboradores (13) comparando os custos de produção de uma grande propriedade canavieira e os de uma lavoura de cana-de-açúcar integrada nas atividades agrícolas normais de propriedade; na microdestilaria são eliminados todos os tipos de impostos e taxas que são cobrados quando da comercialização do produto: no mesmo estudo mencionado, Cruz e colaboradores encontram redução de custo de cerca de 20% do álcool produzido em microdestilarias sobre o álcool produzido em grandes unidades.

A terceira vantagem apontada para o auto-suprimento de combustível na propriedade rural é decorrente de que toda a produção de alimentos do país está assentada em derivados de petróleo: óleo diesel para movimentação de tratores e demais máquinas agrícolas, óleo combustível para a secagem dos produtos e óleo diesel e gasolina para o transporte dos produtos para distribuição e comercialização.

Como a quantidade de óleo diesel consumido na agricultura não é desprezível, (de 3,5 a 4,0 milhões de m<sup>3</sup>) representando de 15 a 20% de todo o consumo brasileiro e como o país ainda depende da importação de cerca de 65% do petróleo consumido, é fácil verificar que o setor primário será inapelavelmente atingido no caso de um súbito corte no suprimento externo de petróleo. A produção de álcool (e outros combustíveis de biomassa) tende a dar uma característica de independência ao setor primário, que poderá perfeitamente produzir os combustíveis necessários para sua manutenção.

O caráter de desconcentração de renda e, principalmente de geração de empregos no setor rural também não pode ser esquecido. Avaliações efetuadas (13) calcularam que a produção de álcool que é a meta do ProAlcool para 1985 (10,7 bilhões de litros) poderá criar 27.700 empregos diretos no campo. Através da produção da mesma quantidade em microdestilarias de 5.000 litros diários (que não é, em hipótese alguma a proposta da EMBRAPA) poderia gerar 112.500 empregos diretos. Evidentemente, se um número grande de microdestilarias for instalado será criado um mercado adicional de mão-de-obra.

O fator desconcentração de renda estará presente na medida em que uma quantidade grande de pequenos e médios fazendeiros puderem produzir e utilizar combustíveis mais baratos e de maior disponibilidade.

Exatamente devido à maior disponibilidade do combustível e ao seu menor custo é que a produção de álcool em microdestilarias poderá contribuir para um incremento no nível tecnológico da agricultura brasileira. Aos preços atuais dos combustíveis, muitas práticas recomendadas não são executadas, ou são apenas parcialmente, devido aos custos de produção daí decorrentes. Com a produção própria de combustível barato é de supor que os proprietários rurais se interessarão em seguir totalmente as recomendações que lhes darão melhores resultados operacionais e maiores lucros.

Foi apoiada nessa considerável lista de vantagens provenientes da produção de álcool em microdestilarias e interessada em demonstrar na prática a viabilidade do auto-suprimento de combustível a nível local ou regional, que a EMBRAPA iniciou a implantação de microdestilarias com capacidade para produção de até 2.400 litros de álcool/dia. (TABELA 16). No início desse projeto, eram estabelecidos os seguintes objetivos:

- a. introdução de nova tecnologia para energização rural
- b. determinar coeficientes técnicos e realizar aperfeiçoamentos nos processos
- c. desenvolver pesquisas com matérias-primas regionais
- d. efetuar balanços de massa e energia integradas das fases agrícola e industrial
- e. criar condições para utilização de equipamentos movidos a álcool nas fazendas
- f. estudar a utilização de vinhaça como fertilizantes e em biodigestores

TABELA 16 - Localização e matérias-primas das microdestilarias do Sistema - EMBRAPA

Localização	Matérias-primas	Estágio de implantação*
CNPH - Brasília (DF)	cana-de-açúcar e sorgo sacarino	F
CNPAF - Goiânia (GO)	cana-de-açúcar e sorgo sacarino	F
CNPCG - Campo Grande (MS)	cana-de-açúcar e sorgo sacarino	F
CNPMS - Sete Lagoas (MG)	cana-de-açúcar e sorgo sacarino	F
CPATSA - Petrolina (PE)	cana-de-açúcar e sorgo sacarino	C
UEPAE Pelotas (RS)	sorgo sacarino, beterraba, amiláceos	F (1)
UEPAE Manaus (AM)	cana-de-açúcar e sorgo sacarino	C
EPABA - Jacuípe (BA)	cana-de-açúcar e sorgo sacarino	C
UEPAE Aracaju (SE)	cana-de-açúcar e sorgo sacarino	P

F - em funcionamento

C - em construção

P - em projeto

(1) - em funcionamento apenas o  
módulo para processamento de sorgo.

- g. realizar estudos detalhados da economicidade das fases agrícola e industrial
- h. elaborar pacotes tecnológicos completos para repasse aos interessados
- i. difundir o conceito através do efeito demonstração
- j. adquirir experiência para orientar os produtores rurais
- k. adquirir experiências para orientar os fabricantes de equipamentos.

Alguns dos objetivos propostos, conseguiu a EMBRAPA alcançar em parte com o trabalho realizado no curto período de pouco mais de um ano, que é o período decorrido desde os testes iniciais da primeira microdestilaria instalada em Brasília.

Assim, uma nova tecnologia para energização rural foi introduzida a despeito de dificuldades encontradas, tanto de ordem técnica quanto institucional. Aliás, as últimas foram removidas com a assinatura do Decreto Nº85.698 de 04 de fevereiro de 1981 e para isso muito contribuiu o trabalho desenvolvido pelo Ministério de Agricultura e a EMBRAPA no sentido de demonstrar a viabilidade técnica e, principalmente, econômica das microdestilarias.

Também conseguiu a EMBRAPA efetuar, ainda que de forma incompleta, a determinação de coeficientes técnicos, principalmente dos referentes ao rendimento industrial de transformação de matéria-prima em álcool (17) e os de produção de biomassas com fins energéticos (16). Não se conseguiu ainda efetuar balanços materiais completos, nem balanços energéticos integrados das fases agrícola e industrial.

As pesquisas de transformação dessas matérias-primas em álcool foram efetuadas apenas com sorgo sacarino e cana-de-açúcar, havendo grande necessidade de também efetuá-las com matérias-primas amiláceas.

Como já salientado no item 4.2, os trabalhos com o processamento de sorgo sacarino assumem uma importância muito grande. Esta cultura tem características únicas que a elegem como "energética-alimentar" na medida em que possui um colmo rico em açúcares diretamente fermentescíveis e grande quantidade de grãos com teores de amido superiores a 60% que tem alto valor nutritivo não só no preparo de rações animais como também na elaboração de farinhas mistas para panificação.

O processamento do sorgo sacarino para produção de álcool é idêntico ao de cana-de-açúcar e pode ser efetuado nos mesmos equipamentos.

Nas microdestilarias da EMBRAPA, o processo que vem sendo utilizado é o da fermentação com reaproveitamento do pé-de-cuba, que está representado na Figura 2. (24)

A matéria-prima é conduzida a uma moenda de 2 ternos, obtendo-se o caldo e o bagaço; este é transportado (por esteira ou manualmente) até a caldeira, onde é queimado para geração de vapor; o caldo é bombeado para os tanques de caldo.

Nestes tanques prepara-se o mosto para fermentação, adicionando-se nutrientes (sulfato de amônio ou uréia, e superfosfato triplo). O mosto é aquecido a 35°C pela injeção de vapor e descarregado nas dornas de fermentação em conjunto com o pé-de-cuba.

A fermentação demora de 16 a 20 horas para se completar, e quando o vinho é retirado da dorna, o pé-de-cuba é bombeado para um tanque onde sofre tratamento com ácido sulfúrico e penicilina industrial, servindo de inóculo para a próxima batelada. O vinho é bombeado da dorna-volante para a coluna de bandejas, onde é feita a destilação e retificação, obtendo-se um produto de 95 a 96°GL; a vinhaça originada no processo é utilizada como fertilizante.

Todas as microdestilarias da EMBRAPA que já funcionaram (Brasília, Goiânia, Campo Grande, Pelotas e Sete Lagoas) processaram sorgo sacarino com maior ou menor grau de sucesso. Também algumas microdestilarias particulares (Fazenda Itamarati (Ponta Porã, MS), Fazenda Ermida (Jundiaí-SP) e a de propriedade de Naum Soeiro (Colatina-ES) o utilizaram, por recomendação e com assistência técnica da EMBRAPA. Os resultados já obtidos (15) demonstram: a) a possibilidade de obtenção de 2.200 a 2.500 litros de álcool/ha; conforme o balanço material apresentado na Figura 3; b) as folhas do sorgo sacarino influem pouco no processamento do mesmo; c) que a venda dos grãos de sorgo a preços de mercado paga 70% dos preços de produção de toda a cultura, de modo que os custos de produção do álcool tornam-se bastante reduzidos; d) que as culturas do sorgo sacarino e da cana-de-açúcar tem períodos de plantio e de colheita praticamente complementares, podendo-se imaginar que mesmo nas destilarias de grande porte o período de safra possa ser estendido para 10 a 11 meses (conforme Figura 1).

O desenvolvimento de unidades para o processamento de beterraba-açucareira tem realmente um caráter regional, uma vez que seu cultivo está

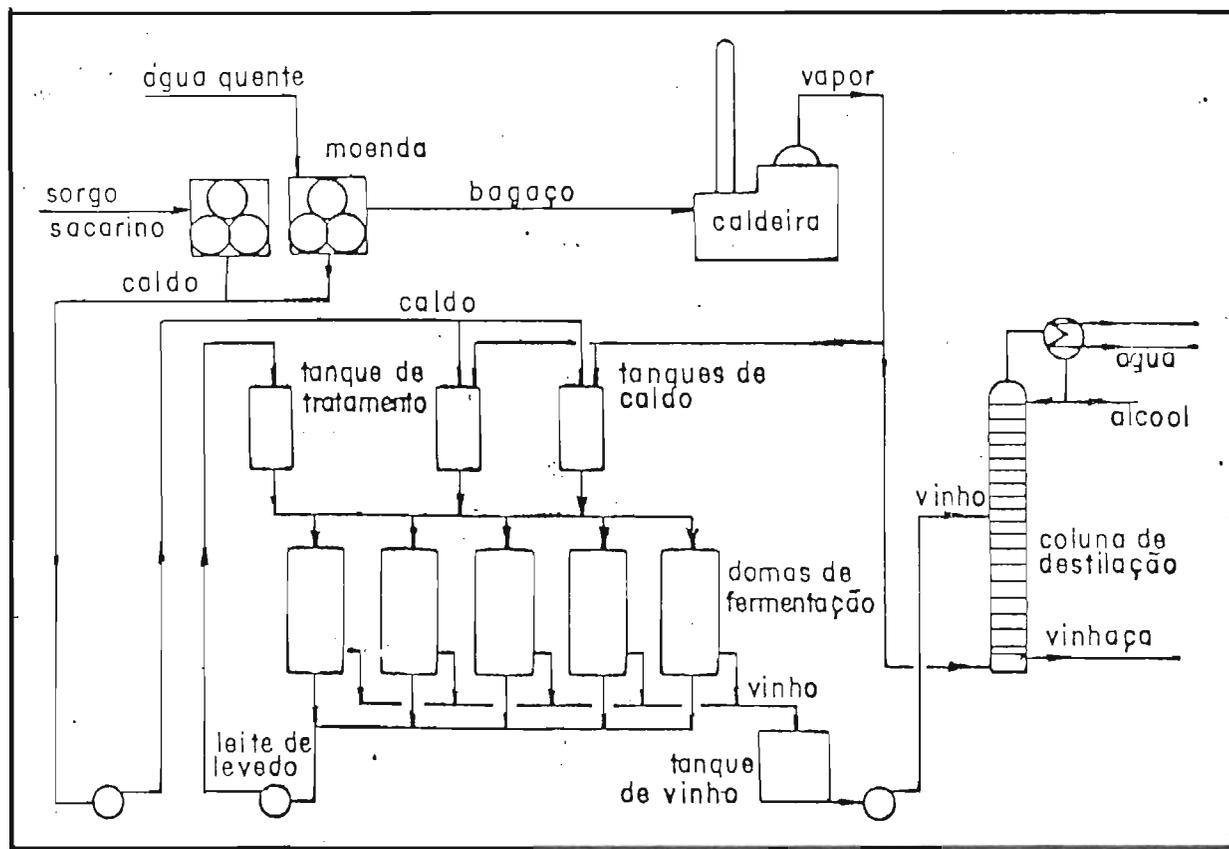


Figura 2 - Fluxograma simplificado da produção de álcool de sorgo sacarino (24)

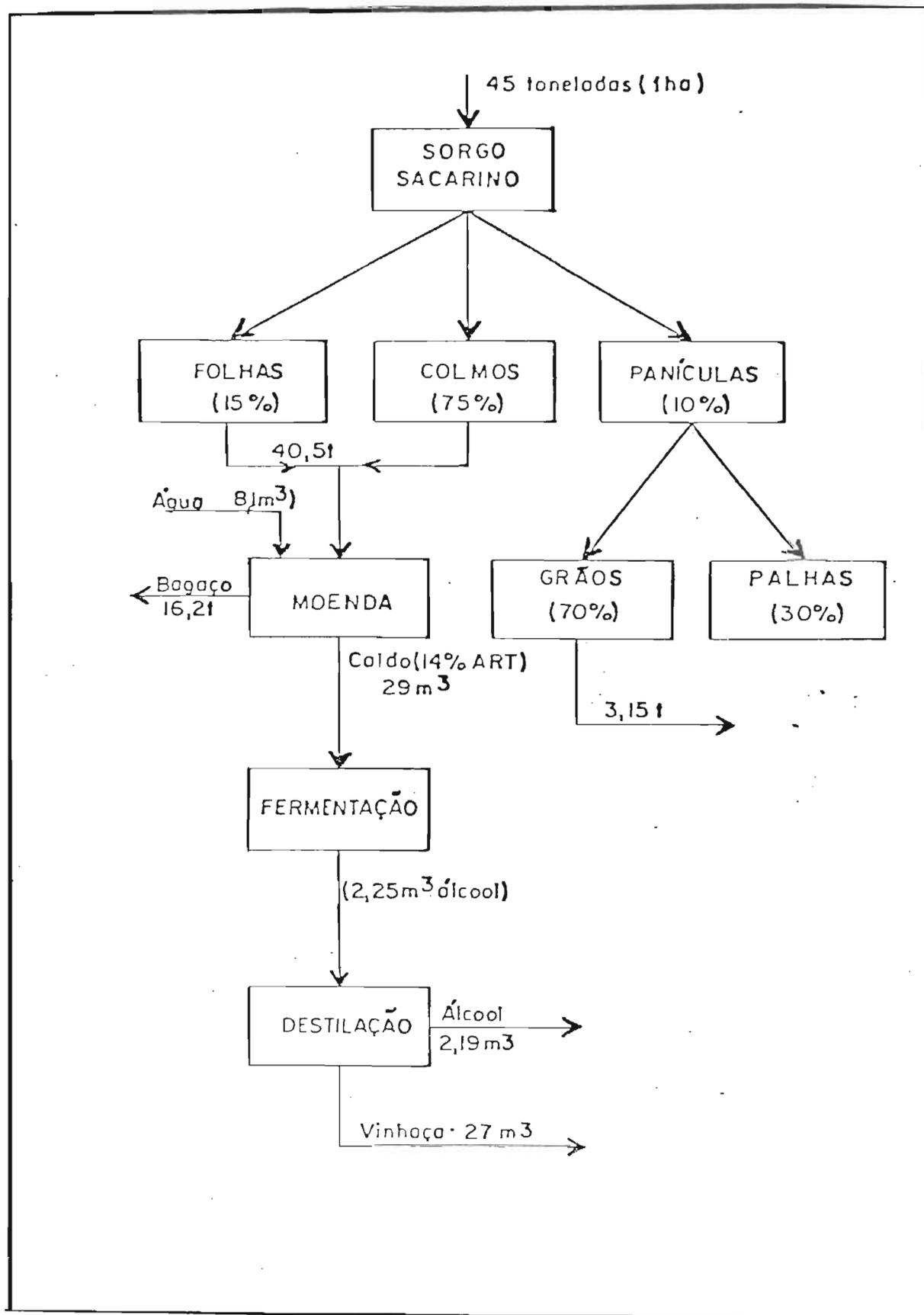


Figura 3 - Balanço material para produção de álcool de sorgo sacarino (16)

restrito, por condições climáticas, ao sul do país, apresentando-se como cultura de inverno, com plantio de maio e colheita entre outubro e janeiro. O motivo da introdução da beterraba-açucareira no Brasil (efetuado em 1979 pela EMBRAPA) foi exatamente conseguir uma cultura que possibilitasse aos estados sulinos participar no esforço de produção de álcool carburante. Algumas informações agrônômicas já foram conseguidas (26) e para avaliação do processo de álcool, está sendo instalada na UEPAE de Pelotas uma unidade com capacidade de industrializar 1 tonelada de raízes/h (35).

Esta unidade, decorrente de um convênio estabelecido entre a EMBRAPA e a SUDESUL (Superintendência de Desenvolvimento da Região Sul do Ministério do Interior), será pioneira no Brasil, e talvez no mundo pois terá possibilidade de processar alternadamente colmos de sorgo sacarino, grãos de sorgo sacarino, beterraba-açucareira, mandioca, batata-doce e outros amiláceos, possibilitando com tal elenco de matérias-primas que a operação da unidade seja praticamente contínua.

O término da instalação de todos os módulos de processamento nesta unidade da UEPAE de Pelotas está previsto para o 1º trimestre de 1982.

Outro objetivo expresso no início do trabalho com microdestilarias era "criação de condições para utilização de equipamentos movidos a álcool nas fazendas", enfatizando o aspecto de substituição de combustível derivado do petróleo.

Este objetivo está sendo alcançado de duas formas distintas. Em primeiro lugar cuidou-se de adaptar ou desenvolver tais equipamentos. Em segundo, procurou-se demonstrar sua eficiência, bom desempenho e economicidade mesmo quando os custos de operação são comparados aos dos combustíveis tradicionais. Este trabalho é particularmente válido no caso dos 9 tratores a álcool marca FORD que a EMBRAPA recebeu para testes de avaliação em março de 1980. Efetuando-os em seis locais distintos (Sete Lagoas, Brasília (2 centros de pesquisa), Goiânia, Campo Grande e Petrolina) com um total acumulado de mais de 8.000 horas trabalhadas, algumas conclusões de ordem técnica puderem ser tiradas e que servirão inclusive de "feed back" para a fábrica.

As experiências efetuadas demonstraram que os tratores a álcool tem consumo volumétrico por área trabalhada cerca de 50% superior aos seus equivalentes diesel (3).

Levando-se em consideração que o preço do óleo diesel no posto de abastecimento (agosto/81) é de Cr\$ 42,00/litro e que o transporte até o ponto

de consumo o eleve em Cr\$ 3,00 a Cr\$ 5,00, vê-se que produzindo o álcool na própria fazenda ao custo de Cr\$ 30,00 a Cr\$ 32,00 por litro, a substituição na base de 50% a mais de volume faria o substituto custar entre Cr\$ 45,00 e Cr\$ 48,00, valor muito próximo do preço de óleo diesel substituído.

Mantida a tendência de aumentar o preço do óleo diesel numa porcentual um pouco maior do que o da gasolina até estabelecer a equivalência do "preço energético e de manter o álcool com preço máximo fixado em 65% da gasolina, é fácil perceber que já nos próximos meses será atingido o ponto em que a substituição do diesel por álcool produzido na fazenda ou cooperativa será um excelente negócio.

Também a utilização de álcool em geradores de eletricidade está sendo experimentada no CNP Milho e Sorgo (Sete Lagoas, onde se desenvolveu em colaboração com uma empresa denominada EMBRABI, um gerador com potência de 30 kVA que pode ser alimentado a etanol ou a biogás. Também neste caso, a médio prazo tornar-se-á mais econômico utilizar álcool do que diesel na geração de energia elétrica a nível de propriedade rural. (V. item 8)

Assim, o objetivo exposto de criação de condições para utilização de equipamentos movidos a álcool em substituição ao óleo diesel nas fazendas está sendo paulatinamente conseguido, dados os resultados de pesquisa até hoje conseguidos e também, evidentemente, dadas as condições favoráveis de produção de álcool para auto-abastecimento.

No tocante à utilização de vinhaça como fertilizante para várias culturas e para digestão anaeróbia, alguns estudos preliminares foram efetuados, sem a profundidade necessária. No CNP Milho e Sorgo fez-se a aplicação da mesma em culturas de milho, mas de forma apenas exploratória, sem obter resultados diretamente quantificáveis. No momento, procura-se estabelecer um acordo com a IBRASA-BNDE para a implantação de uma unidade de biodigestão de vinhaça do tipo "up-flow" que apresentou excelentes resultados numa destilaria de Alagoas, a PAISA (Penedo Agro Industrial S.A.).

Outra possibilidade de utilização da vinhaça que ora está em consideração é a sua utilização na composição de rações animais, principalmente bovinos. Este projeto que está em desenvolvimento no CNP Gado de Corte (Campo Grande, MS) procurará identificar como os sub-produtos da microdestilaria podem ser melhor utilizados no arraçãoamento de gado de corte confinado. Algumas das dietas possíveis incluem pontas de cana, grãos de sorgo, bagaços de cana e sorgo, uréia, suplementos protéicos e vinhaça como fonte de

sais minerais.

O estudo de alternativas para aproveitamento econômico da vinhaça assume, no PNP Energia da EMBRAPA um ponto de relevância, na medida em que tal aproveitamento proporciona boas condições de integração de vários sistemas que contribuem para o auto-suprimento energético da propriedade rural.

O trabalho de realização de estudos completos e detalhados da economicidade das fases agrícola e industrial está sendo executado em dois níveis distintos, porém complementares.

Inicialmente procura-se efetuar os levantamentos de campo de todas as variáveis envolvidas na produção desde a fase de preparo do solo até a fase de utilização do combustível, passando também pelas etapas culturais, colheita, transporte, processamento e armazenamento.

A par dos levantamentos de campo, executa-se um trabalho de modelagem de sistemas integrados de produção de biomassas com fins energéticos a nível de estabelecimento rural, que permitirá estudar a viabilidade de implantação desses sistemas objetivando, entre outras: a substituição de combustíveis tradicionais usados na exploração agropecuária, energização do setor rural, redução da dependência de insumos energéticos no setor rural, aproveitamento de resíduos agrícolas para a geração de energia, fertilizantes e rações e acima de tudo a transformação e utilização de energia como meio para produzir alimentos. Ambos os trabalhos são complementares porque o primeiro fornece ao segundo parâmetros e coeficientes tecnológicos e o segundo, através das respostas a situações simuladas fornece informações que modificam o sistema real.

Este trabalho deverá continuar em execução pois através dele muitas informações essenciais serão obtidas.

Outros dos objetivos que vem sendo cumprido a contento é o repasse aos interessados de pacotes tecnológicos contemplando as fases agrícola e industrial. Já há recomendações claras referentes ao plantio de sorgo sacarino (23) para a região Centro-Sul. O modelo de microdestilaria que é atualmente recomendado pela EMBRAPA é do tipo de Sete Lagoas, composta de:

- . moenda de 02 termos acionada por motores elétricos
- . dornas de fermentação cilíndricas em aço carbono ou fibra de vidro

- . conjunto de destilação contínua em aço inoxidável
- . caldeira para produção de vapor com revestimento refratário pré-montado
- . reservatório de álcool em aço carbono.

É muito grande o número de produtores rurais, cooperativas, associação que têm procurado apoio e orientação técnica. Atualmente estão sendo diretamente orientados a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a Universidade Federal do Espírito Santo e a Cooperativa Agrícola Cachoeirense, de Cachoeira do Sul (RS).

Na área de cooperação internacional, a EMBRAPA colaborou com o IICA na elaboração de um projeto para implantação de um sistema integrado com microdestilaria-biodigestor e confinamento animal.

É intenção efetuar ainda cursos de treinamento para técnicos de nível superior (extensionistas ou não) e também para técnicos de nível médio, aproveitando para tanto a excelente infra-estrutura já existente que permitirá a execução de cursos eminentemente práticos.

Dos três últimos objetivos citados (efeito demonstração, orientação aos produtores rurais e orientação aos fabricantes de equipamentos) falta apenas tecer alguns comentários sobre o último, pois sobre os outros dois já o foram. A orientação aos fabricantes de equipamentos tem sido feita na medida em que a EMBRAPA adquire, experimenta e avalia um dado equipamento ou sistema. Assim é que nas suas várias unidades já foram ou estão sendo testados:

- 09 modelos de moendas de 1 ou 2 ternos de várias capacidades
- 04 tipos de domas de fermentação
- 03 tipos de caldeiras para geração de vapor

Merece especial menção o trabalho executado no desenvolvimento de difusores para extração de açúcares de matérias-primas sacarinas; no caso do difusor vertical instalado no CNP Hortaliças, em Brasília, foi firmado com a empresa construtora (Deon Hulett Indústria e Comércio) um contrato de desenvolvimento de equipamento, onde correm por conta da EMBRAPA, os custos do desenvolvimento, com exceção dos salários dos técnicos da referida empresa. Este difusor vertical está passando por completo redimensionamento, tendo sido modificadas todas as partes do equipamento original, menos o corpo cilíndri

co. Ainda assim não se conseguiram sanar os problemas do transporte ascendente da matéria-prima desfibrada, que é, em última análise, o ponto de estrangulamento no desenvolvimento deste equipamento.

Em atenção ao tempo e aos recursos financeiros que já foram investidos neste desenvolvimento, é necessário continuá-lo até se obter os melhores resultados, o que, segundo os técnicos envolvidos não está longe de ocorrer.

O outro difusor, tipo horizontal, foi instalado em uma microdestilaria particular (Fazenda Ermida, Jundiá-SP) às expensas do proprietário de tal unidade. A EMBRAPA colaborou no desenvolvimento deste equipamento através da assistência de seus técnicos e através do suporte laboratorial para efetuar as análises de acompanhamento e verificação de extração de açúcares da matéria-prima. Obtiveram-se coeficientes de extração neste equipamento entre 85 e 90%, o que permitiu a obtenção de 62 litros de álcool/t de cana, valor que pode ser considerado muito bom.<sup>(12)</sup>

Com este desempenho, as microdestilarias passam a apresentar altíssimas taxas de retorno (superiores a 55%)<sup>(13)</sup> possibilitando que o pagamento de todo o investimento seja efetuado em menos de duas safras. Ou no caso de se estender o financiamento do PROÁLCOOL às microdestilarias (3 anos de prazo de carência, 9 anos de amortização, 55% de encargos a.a. sobre o saldo devedor) a produção de álcool em pequenas unidades será extremamente vantajosa, permitindo a obtenção de lucros adicionais ao produtor.

### 7.1.2. Biogás

A utilização de biogás em substituição a derivados de petróleo é, no Brasil, muito recente, embora em países como a Índia e a China ele já fosse usado muito antes de 1973.

O Biogás é uma mistura de metano, gás carbônico, hidrogênio e gás sulfídrico com poder calorífico entre 5.500 e 6.500 kcal/m<sup>3</sup>, e que é proveniente da decomposição anaeróbica de substâncias orgânicas.

Sendo um gás de fácil combustão por apresentar alto teor de gás metano, pode ser utilizado das seguintes maneiras<sup>(29)</sup>.

- . na queima direta em fogões (sem nenhum odor)
- . na iluminação com lâmpões de camisa

- . no aquecimento de incubadoras, fôrnelhas, secadores, caldeiras, aquecedores, etc.
- . na alimentação de motores de combustão interna convencionais (para transformação em energia mecânica) que, se acoplados a um gerador, podem gerar eletricidade.

O resíduo pastoso da digestão anaeróbia, conhecido como biofertilizante contém ainda uma parte da matéria orgânica, quase todos os sais minerais do substrato inicial, e proteínas microbianas, provenientes dos microrganismos responsáveis pela digestão e assim ele pode ser utilizado como substituto de uma parte dos fertilizantes químicos ou como ingrediente no arramento de cenimais (bois, porcos, cabras, peixes, etc.)

Mediante a celebração de dois convênios (com a Eletrobrás e com o MME/SETEC), a EMBRAPA iniciou em 1979, projetos de pesquisa e desenvolvimento em biodigestores, devendo implantar 16 unidades até fins de 1981.

Os biodigestores em implantação foram agrupados em quatro conceitos distintos, segundo os objetivos propostos:

a) UNIDADES DE APOIO

- OBJETIVOS . Desenvolver tecnologia básica para melhor utilização de biodigestores no meio rural.
- . Treinar pessoal e interagir com a EMBRATER na fase de difusão de tecnologia.
  - . Obter informações sobre custos de construção e operação assim como respostas na produção agrícola para o uso de biofertilizantes.

b) UNIDADES DE DIFUSÃO:

- OBJETIVOS . Servir como apoio ao programa de difusão de biogás.
- . Servir como unidades demonstrativas para cursos de treinamento de pessoal.
  - . Utilizar as fontes orgânicas disponíveis nas regiões de instalação.

## c) UNIDADES DE GRANDE PORTE

- OBJETIVOS . Desenvolver tecnologias para produzir biogás em grande escala a fim de eliminar determinados gastos com geração de energia, possível de obtenção pelo uso do biogás.
- . Obter informações sobre utilização de biofertilizante nas várias culturas.

## d) UNIDADE ESPECIAL

- OBJETIVOS . Desenvolver tecnologia para produzir biogás e utilizá-lo em motores de frigoríficos e de ordenhas mecânicas, visando promover a auto-suficiência energética de propriedades destinadas à produção de leite tipo B.

A localização dos biodigestores do SISTEMA EMBRAPA encontra-se na Tabela 17.

As pesquisas com biodigestores estão permitindo demonstrar algumas possibilidades de substituição de derivados de petróleo por biogás em atividades produtivas das propriedades rurais.

A unidade do CNP Gado de Leite (Cel. Pacheco) opera como fonte de abastecimento de combustível (biogás) para acionamento de resfriador de leite, ordenhadeira mecânica e picadores de rações proporcionando a auto-suficiência energética a uma fazenda modelo de 85 cabeças de gado leiteiro. Além das atividades produtivas o biogás ainda é utilizado para iluminação, cozimento de alimentos, refrigeração doméstica, aquecimento de água e geração de eletricidade.

Um m<sup>3</sup> de biogás equivale a 0,60 l de gasolina, ou 0,58 l de querosene ou 0,53 l de diesel ou 0,45 kg de GLP ou 1,43 kWh.

Uma idéia do potencial de utilização do biogás pode ser obtido, conhecendo-se o consumo por atividade ou equipamento e a quantidade de esterco bovino fresco necessário para a produção do biogás. (Tabela 18)

O conhecimento dos coeficientes de consumo de biogás e de esterco permite dimensionar adequadamente as atividades possíveis de efetuar pelo aproveitamento de uma certa quantidade de esterco bovino.

TABELA 17 - Biodigestores da EMBRAPA - Localização, tamanho, matéria-prima e estágio de implantação

Localização	Conceito	Matéria(s) prima(s)	Estágio de implantação*	Volume de biomassa (m <sup>3</sup> )
CNPAF - Goiânia (GO)	U. Apoio	Resíduos agrí colas	F	200
UEPAE Pelotas (RS)	U. Apoio	Resíduos agrí colas e ester co	C	900
CNPGC - Campo Grande (MS)	Difusão	Esterco bovino	F	7
UEPAE Corumbá (MS)	Difusão	Esterco bovino	F	7
UEPAE Manaus (AM)	Difusão	Esterco bovino	F	7
UEPAE Teresina (PI)	Difusão	Esterco bovino	F	7
UEPAE Rio Branco (AC)	Difusão	Esterco bovino	P	7
UEPAE São Carlos (SP)	Difusão	Esterco bovino	F	7
UEPAT Porto Velho (RO)	Difusão	Esterco bovino	P	7
EMPARN - Caicó (RN)	Difusão	Esterco bovino	F	7
EPEAL - Penedo (AL)	Difusão	Esterco bovino	F	7
CNPSA - Concórdia (SC)	Grande porte	Esterco suíno	C	800
CPAC - Brasília (DF)	Grande porte	Capim e ester co	F	30
CPATU - Belém (PA)	Grande porte	Resíduos agrí colas	F	2200
CNPMS - Sete Lagoas (MG)	Grande porte	Resíduos agrí colas	F	220
CNPGL - Cel. Pacheco (MG)	P.Especial	Esterco bovino	F	40

\* F - Funcionamento

C - Construção

.P - Parado por problemas construtivos (modelo chinês)

TABELA 18 - Consumo de biogás em atividades e equipamentos

Atividade	Consumo	Esterco bovino fresco
Fogão (6 pessoas)	1,38 m <sup>3</sup> /dia	36 kg/dia
Iluminação (lâmpião)	0,13 m <sup>3</sup> /h	3,5 kg/h
Banho (por pessoa)	0,8 m <sup>3</sup>	21,5 kg/banho
Geladeira (a gás)	2,2 m <sup>3</sup> /dia	60 kg/dia
Motor de comb. interna	0,42 m <sup>3</sup> /HP.h	11 kg/HP.h

A Figura 4 apresenta um corte esquemático do biodigestor modelo chinês instalado no CNPGado de Leite e a Figura 4 apresenta um fluxograma de instalação e algumas informações desta unidade.

Na unidade em implantação no Centro Nacional de Suínos e Aves, a concepção do projeto fundamentou-se na hipótese de economia de formas de energia, antes utilizadas naquele centro para determinados fins, quais sejam:

- o elevado consumo de energia elétrica no aquecimento de água, com a construção do biodigestor passará a ser feito com o gás através de uma unidade central;

- os altos gastos de manutenção e energia elétrica no aquecimento de leitões, futuramente deverá ser feito pelo uso de lâmpões ou câmpulas de aquecimento, abastecidos a gás;

- os relevantes gastos com produtos químicos usados na desinfecção da maternidade de suínos, com a adoção do uso de biogás deverá ser feita com chamas por meio de vassouras de fogo.

A produção de biogás será assim suficiente para fornecer energia ao importante setor de "maternidade dos leitões". Uma planta de instalação é apresentada na Figura 6. Este biodigestor entrará em funcionamento em princípio de outubro de 1981.

Outra unidade demonstrativa da possibilidade de substituição de combustíveis tradicionais está em implantação na UEPAE de Pelotas (RS), destinando-se o biogás produzido à secagem de grãos e sementes, em secados descontinuo de 15 toneladas de carga por ciclo de operação. A Figura 7 apresenta um fluxograma da instalação, com os principais equipamentos utilizados para purificação, compressão e armazenamento do gás.

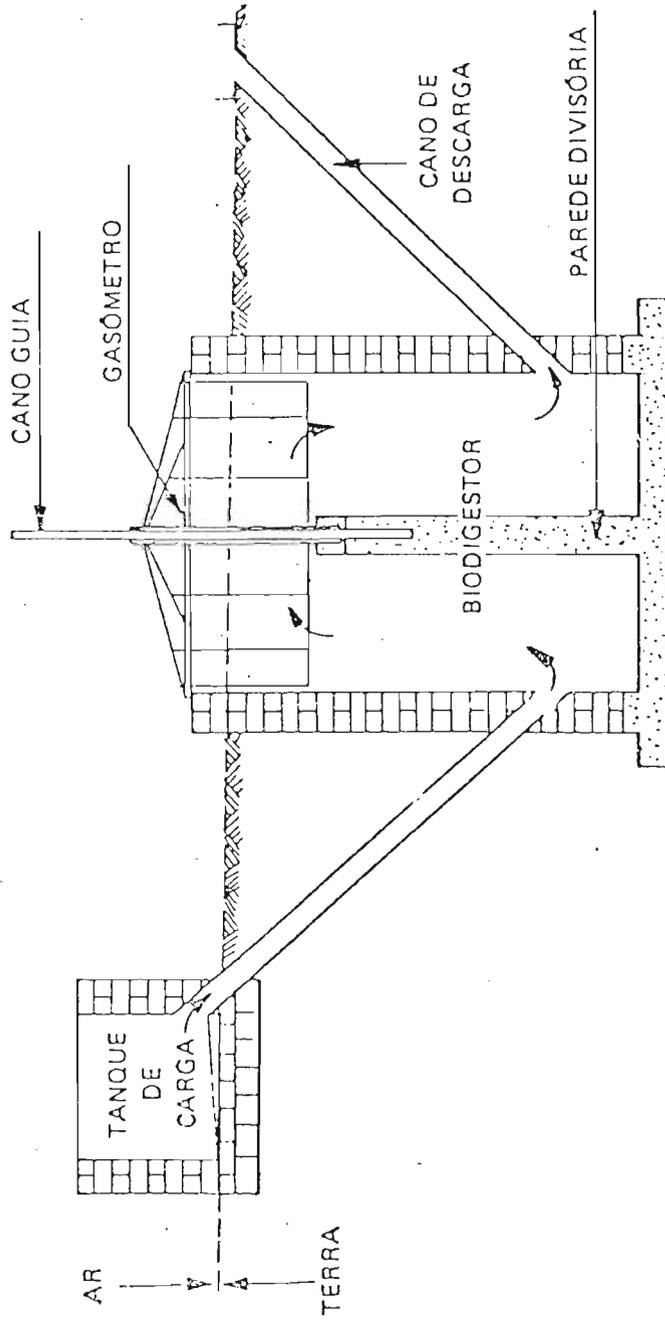


Figura 4. Biodigestor vertical modelo indiano

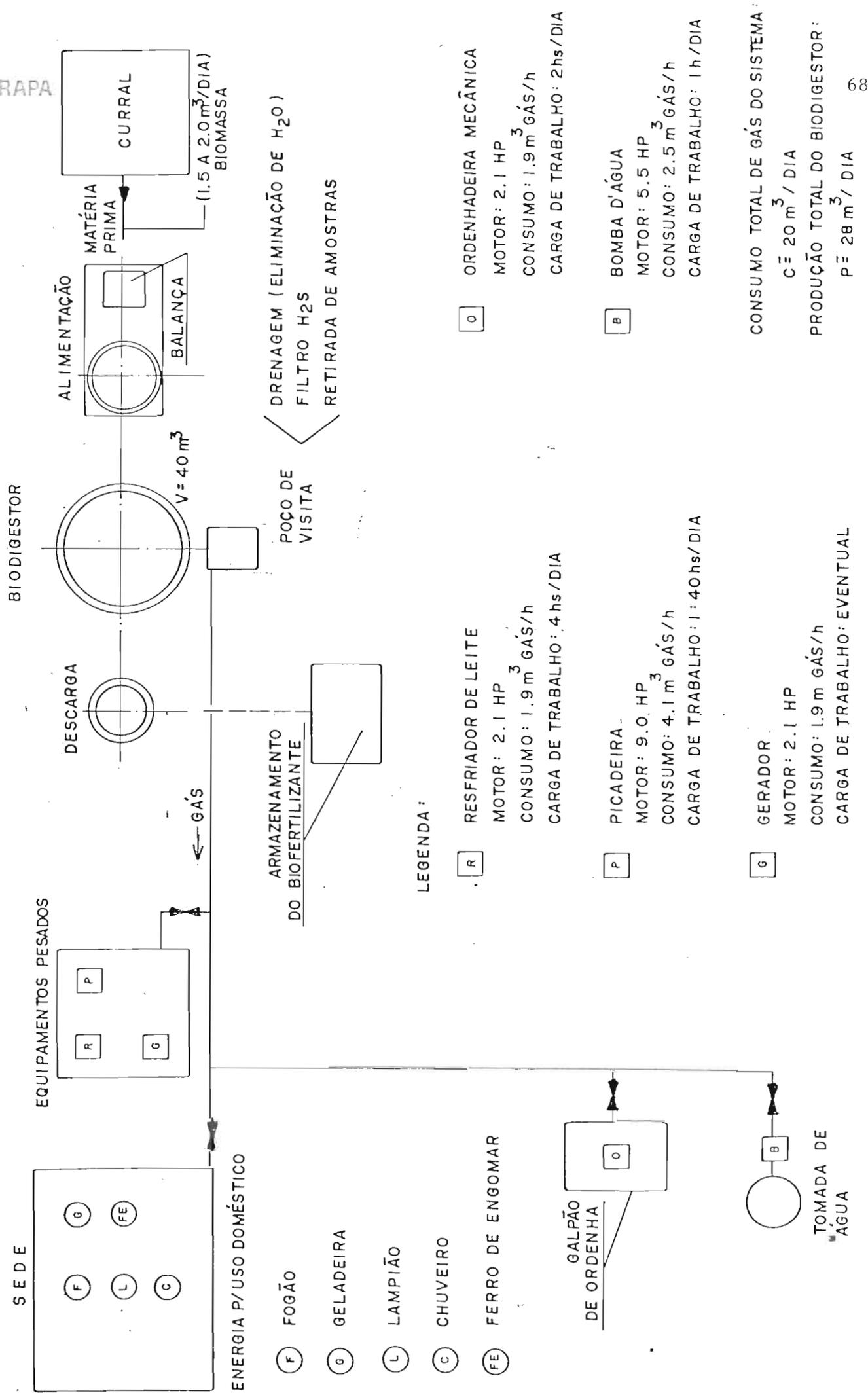


Figura 5. Planta da instalação do biodigestor do CNPGado de Leite

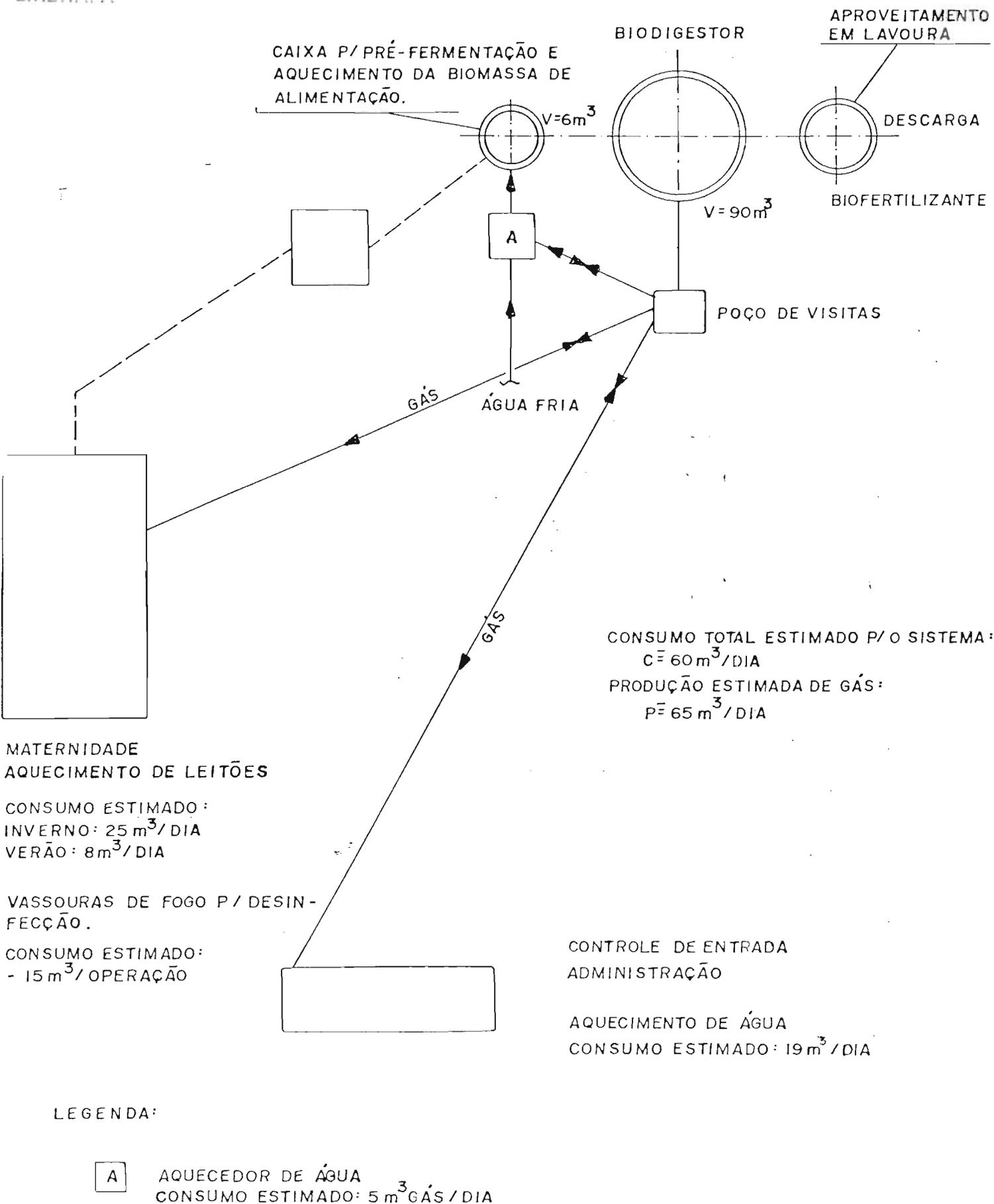


Figura 6. Planta da instalação do biodigestor do CNPSuínos e Aves

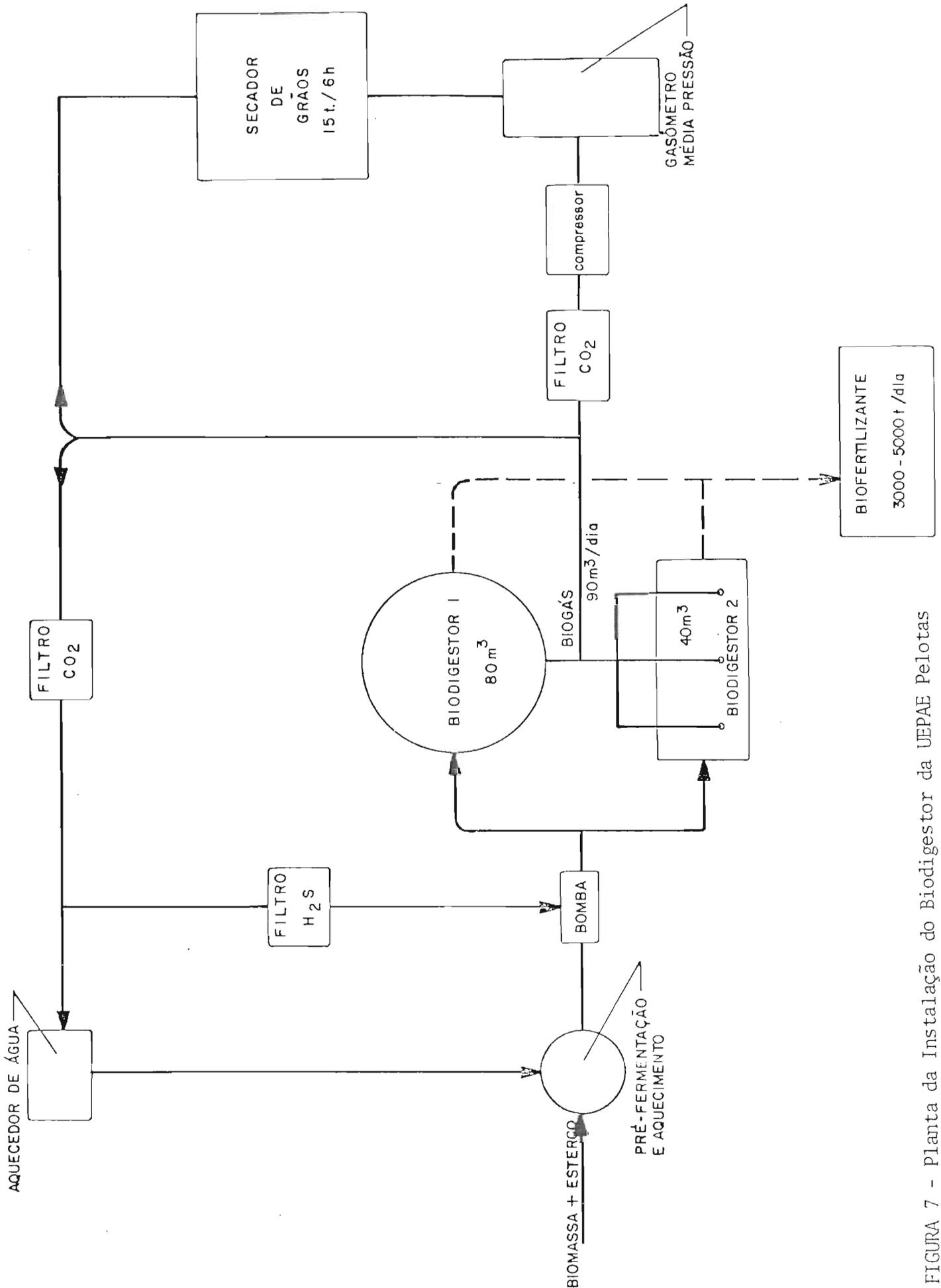


FIGURA 7 - Planta da Instalação do Biodigestor da UEPAE Pelotas

É apresentado a seguir um exemplo de grande importância onde se comprova que a disponibilidade de combustíveis alternativos produzidos localmente e a baixo custo pode ser um fator decisivo de progresso tecnológico nas atividades agropecuárias. O exemplo refere-se à adoção da prática da segunda ordenha (verpertina) potencializada pela instalação de um resfriador de leite acionado a biogás.<sup>(30)</sup>

No caso de um produtor de leite que não disponha de energia elétrica em sua propriedade e nem tampouco tenha condições de instalá-la a curto prazo, o acionamento do resfriador (e dos demais equipamentos) a biogás é uma boa solução como será demonstrado a seguir. O exemplo foi elaborado da observação da fazenda modelo no CNPGado de Leite e generalizado para um produtor hipotético. Deve-se ressaltar que o modelo proposto já está em pleno funcionamento na mencionada fazenda modelo.

Supõe que um produtor tenha rebanho de 85 cabeças e que 33 estejam em lactação. Este produtor já disporia de uma tecnologia mínima, com alimentação e manejo adequado para duas ordenhas, mas devido à falta de capacidade de conservação do leite durante o período entre a 2.<sup>a</sup> ordenha e a manhã seguinte (pressupõe-se que a cooperativa local efetue o recolhimento do leite apenas na parte da manhã), não poderia este produtor hipotético vender o leite que obteria na 2.<sup>a</sup> ordenha. Este pecuarista já teria efetuado alguns testes e constatado que seria possível a obtenção de dois litros (e até mais) adicionais de leite na 2.<sup>a</sup> ordenha por vaca. Entretanto ele estaria interessado em cálculos conservadores, na hipótese de que parte deste leite adicional seria vendida ao preço fora da cota, estimado ainda em Cr\$ 20,00 por litro ao invés de Cr\$ 27,00 que é o preço da cota.

As hipóteses e cálculos a seguir procurarão estabelecer a rentabilidade de um biodigestor que sirva principalmente para a unidade de resfriamento do leite da 2.<sup>a</sup> ordenha.

Em primeiro lugar trata-se da parte dos investimentos. No nosso exemplo, ilustrar-se-á o caso de um biodigestor de pequeno porte, cujo custo de construção (câmara, alvenaria, tubulações, registros e outros acessórios) foi estimado em Cr\$ 250.000,00. O custo real de um biodigestor depende de seu tamanho e outros fatores que variam de acordo com cada caso.

Em seguida leva-se em conta a instalação de uma unidade de resfriamento de leite. No exemplo, considera-se uma unidade com capacidade para 200 litros/dia, que custa hoje Cr\$ 120.000,00, acompanhada de um motor de 2,1 hp (em força convertida para biogás) estimado em Cr\$ 40.000,00 a nível de revendedores. A análise completa do investimento teria que levar em conta todos os usos do biodigestor, principalmente aqueles voltados a atividades produtivas. Entretanto para simplificar nossos cálculos, optou-se pela alocação de 65% da capacidade de biodigestor para a unidade de resfriamento do leite. Para tal fim estimou-se que o motor do resfriador funcione 4 horas por dia, consumindo  $0,92 \text{ m}^3$ /hora de biogás, perfazendo  $3,68 \text{ m}^3$ /dia, sendo que o adicional da capacidade do biodigestor seria voltado a outras atividades produtivas e para o uso doméstico. Esta divisão de usos foi feita intencionalmente para reforçar o argumento de que o biodigestor deve ser usado para vários fins.

Considera-se agora que cada ano de funcionamento do biodigestor custa ao produtor, direta ou indiretamente, os seguintes itens:

a) Mão-de-obra do operador

Diariamente o biodigestor deve ser alimentado com o esterco dos currais misturado com água. Ao todo, somando-se o tempo gasto na alimentação do biodigestor com uma limpeza das instalações e aferição dos medidores. (ex.: da pressão do gás), calcula-se que sejam necessárias duas horas diariamente para a operação do biodigestor. O preço da mão de obra aqui usado é de Cr\$ 45,00/hora, usada 365 dias por ano.

b) Mão-de-obra da segunda ordenha

Estimou-se em 4 horas por dia o tempo necessário para a segunda ordenha das vacas em lactação. Não se computou o tempo da coleta do esterco do curral, pois esta operação teria que ser feita periodicamente para o outro uso alternativo do adubo aqui considerado, que é a sua venda a terceiros.

c) Custo do esterco de curral

Considerou-se o custo do esterco igual ao preço de venda do biofertilizante.

## d) Ração adicional

Para melhorar o rendimento deleite da 2.<sup>a</sup> ordenha, estima-se ra  
ção suplementar na base de 1/2 kg/dia por vaca, a Cr\$ 25,00 o quilo da ração.

## e) Depreciação e Manutenção

A depreciação de 10% ao ano dos investimentos imputados ao res  
friamento do leite, prevê uma vida útil dos equipamentos de 10 anos.

A manutenção destes investimentos, é estimada em 2,5% ao ano, pa  
ra cobrir os custos da limpeza interna e pintura da campanula (em média cada  
3 anos).

A única receita anual aqui prevista é a venda do leite adicional  
resultante da 2.<sup>a</sup> ordenha, a preços de Cr\$ 23,50 o litro que seria a média  
dos preços do leite da cota e extra cota, prevendo-se assim, que parte do  
leite seria vendido dentro da cota e parte fora. Dentro deste preço médio,  
estimou-se duas alternativas, prevendo a primeira 1,5 litros adicionais de  
leite por vaca em lactação e a segunda dois litros, resultantes da segunda  
ordenha.

Análise Financeira - Tabela 19

A receita anual líquida consiste na diferença entre a receita  
(total) anual (item C) e os custos anuais (item B). A razão receita líquida/  
investimento evidencia um índice de rentabilidade do capital investido. Quan  
to maior for esta razão, maior será a rentabilidade do investimento.

O tempo de amortização do investimento é o inverso da razão re  
ceita líquida/investimento. Como este valor foi calculado numa base anual o  
tempo de amortização é também dado em anos.

Os resultados são apresentados na Tabela 19 anexa, que segue a  
mesma sequência descrita acima. Em qualquer das opções apresentadas existe  
uma rentabilidade mínima que é condizente com os níveis alcançáveis em ou  
tras alternativas de investimento. Na realidade a rentabilidade efetiva pode  
rá ser maior que aquela aqui apresentada. A médio prazo o preço do leite  
poderá ser totalmente dentro da cota (estabelecida nos meses de julho a se  
tembro), ou seja a Cr\$ 27,00/litro. Seguindo a metodologia descrita acima,

poder-se-á facilmente efetuar os cálculos com este preço do leite. Se as receitas anuais subirem na mesma proporção que os custos anuais, então, o índice de rentabilidade (item 11 da Tabela 19) e o tempo de amortização do investimento (última linha da Tabela 19) serão os mesmos qualquer que seja a taxa de inflação.

Estas taxas são reais, acima da inflação, supondo-se o crescimento proporcional de custos e receitas. A título de ilustração, pelos critérios do BNDE, uma taxa interna de retorno superior a 15% já é considerada satisfatória. Portanto as taxas apresentadas são bastante significativas e atestam a viabilidade econômica do biodigestor para determinadas circunstâncias.

TABELA 19 - Uso do biogás para resfriamento de leite  
Custos e Receitas (Em Cr\$ de setembro/81)

	Alternativa 1 2 l/vaca	Alternativa 2 1,5 l/vaca
A - <u>Investimentos</u>	322.500,00	322.500,00
1- 65% valor do biodigestor	162.500,00	
2- Motor 2,1 cv a biogás	40.000,00	
3- Resfriador de leite	120.000,00	
B - <u>Custos anuais</u>	289.425,00	289.425,00
4- Mão de obra (operador)	32.850,00	-
5- Mão de obra (2. <sup>a</sup> ordenha)	65.700,00	-
6- Ração adicional	150.562,50	-
7- Depreciação (10% de A)	32.250,00	-
8- Manutenção (2,5% de A)	8.062,50	-
C - <u>Receitas anuais</u>		
9 - Venda de leite adicional (23,50/l)	566.115,00	424.586,00
D - <u>Análise financeira</u>		
10- Receita anual líquida (C-B)	276.690,00	135.161,00
11- Índice de rentabilidade (Rec. liq./A) x 100	85,8% 1,2	41,9% 2,4
12- Tempo de amortização (anos)		

### 7.1.3. Gasogênios ( 7 )

O gasogênio é um equipamento, que através da combustão de lenha, carvão, resíduos agrícolas (tais como: sabugo de milho, bagaço de cana, cascas de árvore ou cascas de frutas, como o coco e o babaçu), produz uma mistura de gás combustível, cuja composição é a seguinte: monóxido de carbono (23 por cento), hidrogênio (15 por cento), metano (2 por cento), dióxido de carbono (10 por cento) e nitrogênio (50 por cento). Esta mistura é denominada "gás pobre" e pode ser utilizada em motores de combustão interna tanto em grupos estacionários como automotivos, seja em motores de ciclo Otto ou de ciclo Diesel. Os gases utilizados como combustível são o monóxido de carbono, o hidrogênio e o metano. Assim somente 40 por cento da mistura é combustível, dada a elevada parcela de nitrogênio e gás carbônico no ar, que são inertes na combustão. Daí o seu baixo poder calorífico, em torno de 1200 Kcal/Nm<sup>3</sup>.

O gasogênio é bastante antigo, remontando a 1785, na França. Já em 1900, nesse país fabricava-se o primeiro trator utilizando-se do gasogênio. O uso mais intenso, do equipamento, no entanto, se deu no período que vai da década de 30 até o final da Segunda Grande Guerra Mundial. Após 1945, porém, com a produção de petróleo em abundância e a baixos preços, os gasogênios foram desativados e praticamente esquecidos. Agora, com a crise energética, volta-se a falar cada vez com maior insistência sobre esta alternativa. No Brasil, as pesquisas a respeito do assunto têm se intensificado. A Companhia de Explosivos Valparaíba - Explo, situada em Lorena, Estado de São Paulo, testou um equipamento idealizado pelos seus técnicos em um trator CBT, obtendo ótimo desempenho. A Universidade Federal de Viçosa, através de seu departamento de Engenharia Florestal, vem realizando pesquisas sobre o uso do gasogênio em tratores, financiadas pela Finep - Financiadora de Projetos. As grandes fábricas de tratores como a Perkins, Case, Caterpillar, Massey Ferguson vem se interessando pelo gasogênio, de forma que, em breve, tratores utilizando-se desse equipamento poderão ser uma rotina na agricultura brasileira.

Componentes - O equipamento consta de um gerador de gás onde se coloca o combustível sólido e um turbo-filtro para eliminar as impurezas. É relativamente simples e facilmente adaptável, não trazendo, por outro lado, nenhum problema para a operação do trator; pelo contrário, seu peso melhora as condições de tração. Nos tratores testados pela Explo, o gerador de gás fica embutido na parte dianteira, no prolongamento da carenagem e o turbo-filtro fica embaixo do corpo do trator. O motor original não precisa de modificações profundas: apenas uma regulagem na bomba injetora e adaptação de um carburador elementar na tubulação de admissão, com o comando conjugado de

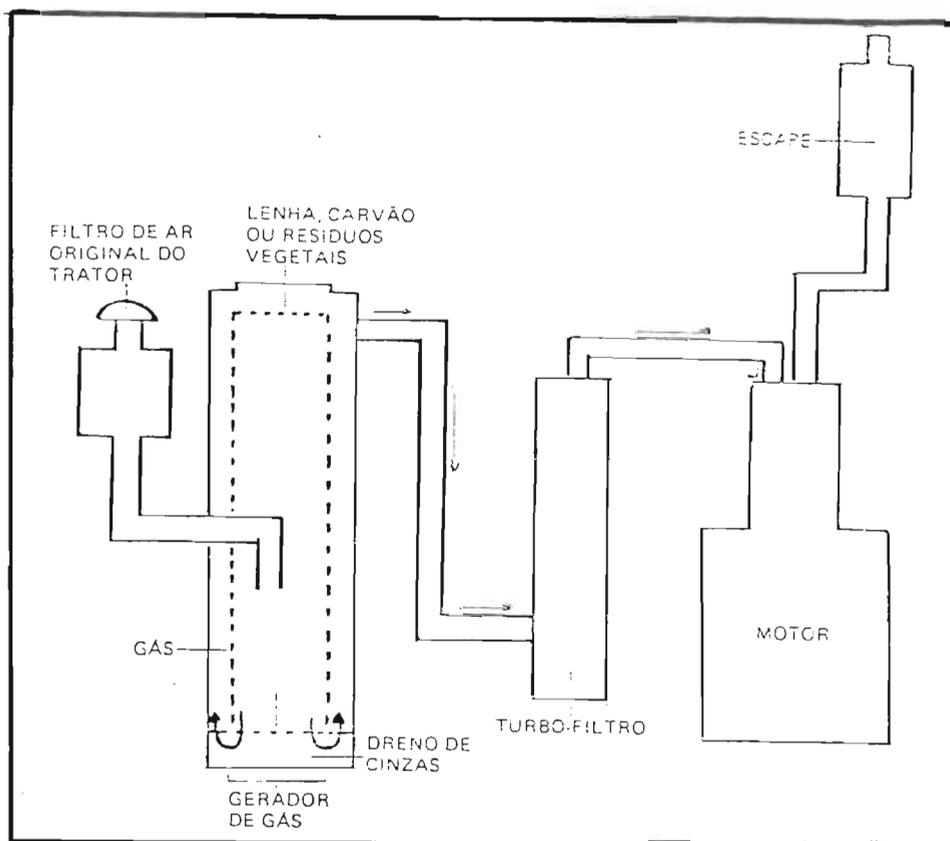


Figura 8. Esquema de funcionamento do gasogênio

abertura da borboleta com a bomba injetora. Com esse sistema, é possível substituir de 80 a 90 por cento de óleo diesel, necessitando de 10 a 20 por cento deste combustível para a ignição, pois não se consegue detonar gás pobre pela compressão. (Figura 8)

Dá-se partida ao motor sô com óleo diesel e após 10 minutos, já com o motor aquecido, injeta-se o gás. A autonomia do equipamento é de duas a três horas com o uso de carvão ou lenha e de 10 horas para o carvão briquetado. Estes números podem sofrer pequenas variações conforme a operação que o trator executa. A ignição e queima de combustível é mais completa, os ruídos do motor são bem menores e o efeito corrosivo de gás é inferior ao do diesel. No entanto, com o uso de gasogênio, os motores diesel perdem cinco por cento de potência em torque alto e 15 por cento devido ao atraso na combustão em torque baixo. Nos motores a gasolina esta perda é de 40 a 50 por cento.

Para não haver diminuição de poder calorífico do combustível recomenda-se que os teores de umidade da lenha ou dos resíduos agrícolas não sejam superiores a 20% e o carvão não ultrapasse a 15%. É interessante a briquetagem do carvão, do bagaço de cana e dos demais resíduos agrícolas para aumentar a densidade e conseqüentemente a autonomia do equipamento. Na agricultura o combustível ideal do gerador de gás é a lenha, especialmente o eucalipto, que pode ser encontrado praticamente em todos os imóveis rurais. Em relação ao carvão, a lenha oferece a vantagem de aproveitar melhor o seu poder calorífico, pois na transformação lenha-carvão, apesar do maior poder calorífico deste último, há uma perda considerável do valor total originalmente existente. A escolha do combustível, no entanto, deve ficar a critério do próprio agricultor que sabe qual o combustível sólido mais abundante em sua propriedade.

Um quilo de óleo diesel corresponde a 1,5 quilo de carvão (7 por cento de umidade), 4,5 quilos de lenha (12 por cento de umidade), ou ainda a 5,0 quilos de sabugo de milho ou de bagaço de cana (20 por cento de umidade). Para se ter uma idéia da economicidade do uso do gasogênio, basta dizer que um hectare de lavoura de milho produz, em média, 360 quilos de sabugos, ou seja, o correspondente a cerca de 72 quilos ou 83 litros de óleo diesel. Considerando que as operações de aração, gradeação, adubação, semeadura, capinas, colheita e transporte de um hectare do produto exigem cerca de 8 horas de trator gastando em média, sete litros/h e que a substituição será de 90% no gasogênio, as necessidades de combustível para a mecanização total da lavoura serão de 50 ℓ de óleo diesel, ou seja, apenas um pouco mais da metade da quantidade de combustível equivalente à produzida por hectare de cultura (7).

Outra possibilidade que vem sendo grandemente considerada é a utilização de gasogênios em motores estacionários destinados à irrigação de culturas. (20)

É uma opção vantajosa, quando comparada com outras alternativas (diesel, eletricidade, biogás, álcool), levando-se em consideração tanto de sempenho dos equipamentos quanto o custos dos combustíveis.

Como estimativa, pode-se imaginar a necessidade de irrigação de 60 ha, com uma bomba de  $180 \text{ m}^3/\text{h}$ , com altura monométrica total de 100 m, aciada por motor de 120 CV.

Em regime de funcionamento de 21 h por dia, durante 4 meses por ano, o total de horas trabalhadas será de 2520. A tabela 20 apresenta os custos unitários e totais da operação deste sistema.

Como se observa a substituição de diesel por gasogênio já é, hoje, uma alternativa economicamente viável. Pode-se esperar que a médio prazo, com o aperfeiçoamento de gaseificadores para combustão de resíduos agrícolas e como progressivo aumento dos custos de combustíveis fósseis, esta alternativa será cada vez mais vantajosa.

A EMBRAPA através de celebração de um ajuste com o Ministério da Agricultura, iniciou em agosto de 1981 um programa de fomento e demonstração técnica de gaseificadores para várias atividades agropecuárias.

Assim, num prazo de seis a oito meses deverão ser instalados os seguintes sistemas.

- . o conjunto gerador de 60 kVA para serraria a ser instalada no CNPSeringueira e Dendê - Manaus (AM).
- . peletizadora de resíduos agrícolas com capacidade de produção de 200 kg/h, motores de 30 HP.
- gaseificadores com capacidade de 100.000 kcal/h para utilização em secadores de sementes básicas, com produção de 14 t de produto/dia.
- . quatro "kits" para adaptação em tratores de fabricação nacional, ciclo diesel ou ciclo otto, para funcionamento em sistema dual ou gasogênio exclusivo.
- . quatro "kits" de adaptação em motores ciclo otto de veículos utilitários, para funcionamento a gasogênio, utilizando carvão vegetal.

TABELA 20 - Consumo específico de energia, custo unitário e custo total para irrigação de 60 ha segundo várias alternativas de fontes de energia (20).

Fonte de energia	Consumo específico (por ha/ano)	Custo unitário (Cr\$)	Custo total (por 60 ha) Cr\$ 1.000,00
Energia elétrica	4.427 kWh	2,313/kwh	344
Óleo diesel	1.092 ℓ	45,00/ℓ*	2.948
Álcool	1.890 ℓ	32,00/ℓ**	3.629
Lenha (gasogênio)	4,03 t	2,00/kg	484
Carvão (gasogênio)	2,1 t	6,00/kg	756

\* Acrescido em Cr\$ 3,00 devido ao transporte

\*\* Produzido em microdestilaria.

Lenha: eucalipto 12 t/ha/ano a Cr\$ 2.000,00/t

Carvão: (eucalipto) a Cr\$ 6.000,00/t

#### 7.1.4. Energia solar

Uma das mais tradicionais e difundidas aplicações de energia solar é a secagem de grãos e outros produtos agrícolas.

Em linhas gerais, a secagem de produtos agrícolas consiste na redução do teor de umidade dos produtos, com o objetivo primordial de diminuir o metabolismo deles próprios e/ou de microorganismos a eles associados. Tal objetivo é alcançado quando produtos agrícolas, em sua maioria, são secados até atingir um teor de umidade de 12<sup>o</sup>/o. Neste teor de umidade, a atividade metabólica dos produtos e dos microorganismos associados é praticamente eliminada, permitindo, assim, que esses produtos possam ser estocados em armazéns, ao ar ambiente, por longos períodos de tempo, sem que suas propriedades nutricionais e organolépticas sejam significativamente alteradas. (10)

Destaque-se que, caso produtos biológicos sejam armazenados à temperatura ambiente, sem estarem devidamente secos, poderá ocorrer deterioração rápida dos produtos, em questão de horas ou dias, dependendo do tipo do produto, do seu teor de umidade e da temperatura de armazenamento.

A secagem é o processo comercial mais utilizado para conservar alimentos, uma vez que é de custo mais baixo e de operação mais simples, comparativamente aos demais métodos conhecidos (refrigeração, enlatamento, tratamento químico, irradiação, etc.).

A secagem natural de grãos e outros produtos agrícolas, realizada na própria planta ou em terreiros, é o método mais utilizado no Brasil e nos países em desenvolvimento. Na prática, o resultado deste método de secagem é muito variado, pois depende exclusivamente das condições climáticas. Assim, tanto é possível obter produtos de ótima qualidade, como a perda total da produção, dependendo da capacidade e do tempo disponível para a secagem dos produtos.

Com o objetivo de evitar as perdas oriundas do processo de secagem natural podem ser utilizados secadores rápidos de alta temperatura, que aquecem o ar até a faixa de 100<sup>o</sup>C/120<sup>o</sup>C e que carregam e descarregam os grãos mecanicamente. Calcula-se que, em 1979, cerca de 2.000 secadores deste tipo foram utilizados no Brasil para secar perto de 12 milhões de toneladas de cereais, leguminosas e oleaginosas (aproximadamente 25<sup>o</sup>/o da produção nacional de grãos).

Estima-se que nesta secagem rápida a alta temperatura foram consumidas mais de 200 mil toneladas de óleo combustível. Os restantes 75<sup>o</sup>/o da produção brasileira de grãos foram secados naturalmente pelo Sol e, em menor proporção, em secadores de lenha de pequeno porte. (10).

Pode-se calcular, considerando-se o teor médio de umidade existente nos cereais, leguminosas, oleaginosas e demais produtos agrícolas brasileiros, que para secar convenientemente toda a produção agrícola nacional de 1978 seriam necessários cerca de 3.2 milhões de toneladas de óleo combustível. Obviamente, esse dado é ilustrativo, mas indica o potencial de óleo combustível passível de substituição por energia solar na secagem de produtos agrícolas. (10).

Deve-se salientar que o uso da secagem rápida e alta temperatura cresceu aceleradamente nos últimos anos graças à mecanização de algumas culturas, como a soja e o trigo, e à implantação de secadores e armazéns de grande porte pelas companhias de armazenamento e pelas cooperativas. (10).

Em consequência, a secagem de grãos e outros produtos agrícolas passou a ser realizada centralizadamente nos armazéns e não mais nas fazendas, embora um dos principais objetivos da política agrícola do Governo seja a secagem a nível de fazenda.

Tudo indica que seria mais indicado secar os grãos nas próprias fazendas, a uma temperatura pouco superior (5<sup>o</sup>C a 10<sup>o</sup>C) à ambiente, haja vista que: (10)

- . como os grãos são transportados úmidos, grande quantidade de água e impurezas é transportada desnecessariamente da fazenda ao armazém central; destaca-se que, em alguns casos, a quantidade de água chega a ser até 2 vezes a massa total do produto seco (o café em côco tem teor de umidade médio de 65<sup>o</sup>/o; o milho, 30<sup>o</sup>/o; o arroz em casca, 25<sup>o</sup>/o; o trigo e a soja, 20<sup>o</sup>/o);
- . os secadores rápidos a alta temperatura são bastante ineficientes, pois não chegam a utilizar na secagem 60<sup>o</sup>/o da energia contida no combustível queimado; quando é necessário usar secagem indireta (como é o caso de café, cacau, cereais, leguminosas e oleaginosas) a eficiência global térmica desses secadores não chega a 30<sup>o</sup>/o.

- . a qualidade dos produtos secados a alta temperatura fica prejudicada pelo aparecimento de rachaduras nos grãos e pela perda do seu poder de germinação.

Por conseguinte, o grande desafio para o Brasil e outros países em desenvolvimento localizados nas regiões tropicais e subtropicais é utilizar energia solar (ou outras formas de energia disponíveis na própria fazenda a custo baixo) de modo a eliminar os riscos da deterioração dos produtos agrícolas e alcançar três objetivos básicos:

- . redução das perdas ocasionadas pela secagem natural;
- . diminuição do consumo dos derivados de petróleo hoje utilizados nos secadores rápidos a alta temperatura;
- . redução do volume dos grãos transportados.

A secagem de grãos em silos armazenadores de pequeno porte, com ar forçado e ligeiramente aquecido, tem demonstrado ser mais conveniente e econômica que a secagem natural e a secagem rápida a alta temperatura, por permitir obter melhor qualidade de grãos, menor nível de perdas agrícolas e menor consumo de combustíveis. No Estado de Illinois, EE.UU., no ano de 1979 foram secados em silos armazenadores deste tipo cerca de 20 milhões de toneladas de milho, quantidade igual à produção brasileira nesse ano.

Incorajados pelos resultados obtidos no exterior com a secagem de produtos agrícolas em silos armazenadores, com ar forçado e ligeiramente aquecido, diversas universidades, institutos de pesquisa e empresas brasileiras têm concentrado esforços para dominar a tecnologia e industrializar essa técnica de secagem. Diferentes produtos foram estudados (soja, cacau, café, feijão) e dois (café e soja) já estão tendo silos armazenadores oferecidos no mercado.

Destacam-se duas linhas de ação governamental: (10)

- . fomentar e acelerar a industrialização, a comercialização e o uso de sistemas solares para secagem e armazenamento de produtos agrícolas a nível de fazenda;
- . desenvolver novos tipos de sistemas solares para secagem e armazenamento de produtos agrícolas.

A EMBRAPA vem efetuando pesquisas em energia solar num projeto em colaboração com o CENTREINAR, projeto este financiado pela FINEP.

As atividades em energia solar no sistema EMBRAPA estão concentrados em dois Centros Nacionais de Pesquisa: Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG) e Arroz e Feijão (Goiânia, GO) e na UEPAE de Manaus (AM).

No primeiro estão sendo estudadas as técnicas de secagem de milho e grãos de sorgo em barcaças de convecção forçada e também a secagem dos mesmos produtos em silos plásticos, técnica de grande interesse para pequenas propriedades pois permite a um só tempo efetuar as operações de secagem e armazenamento.

Na segunda instituição as técnicas estudadas serão as mesmas, mas aplicadas a feijão e a arroz irrigado.

Na UEPAE Manaus foi desenvolvido um sistema de secador solar de baixo custo, capaz de ser construído pelos principais agricultores e recomendado para secagem de feijão, milho, arroz, guaraná, pimenta-do-reino, cacau, raspa de mandioca, raspa de batata doce, urucum outros produtos. (39)

O secador solar, funciona através da radiação solar e ventilação natural. Após vários testes verificou-se que, no período das 11:00 às 15:00 hs, a temperatura interna do secador solar atinge valores de 65 a 70°C, enquanto que a umidade fica entre 30 e 40%. Foi observado que num período de 48 a 72 hs, é suficiente para reduzir a umidade dos produtos (feijão, milho e arroz) de 20 a 25% para 11 a 14% de umidade, apresentando condições ideais para o armazenamento e comercialização da produção.

Caracterização do secador solar: (Figura 9).

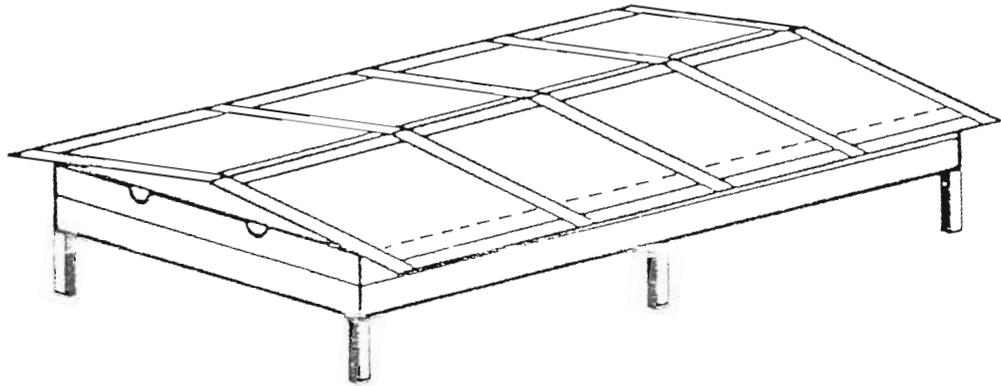
#### Tabuleiro

- . Largura: 2,00 m
- . Comprimento: 4,00 m
- . Altura do tabuleiro: 0,40 m
- . Tamanho dos pés: 0,40 m
- . Orifícios de ventilação: 0,10 x 0,10 m

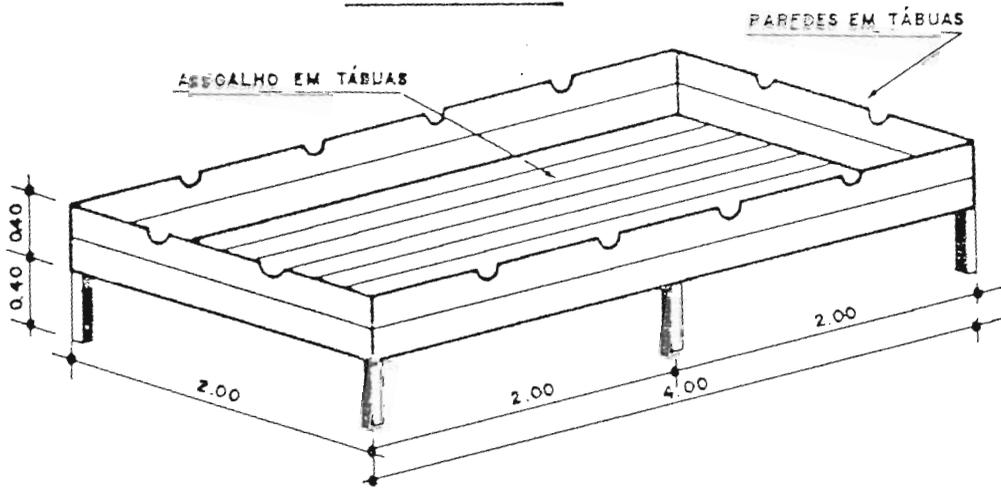
#### Cobertura

- . Largura: 2,40 m
- . Comprimento: 4,40 m
- . Altura central: 0,20 m

SECADOR SOLAR



TABULEIRO



COBERTURA

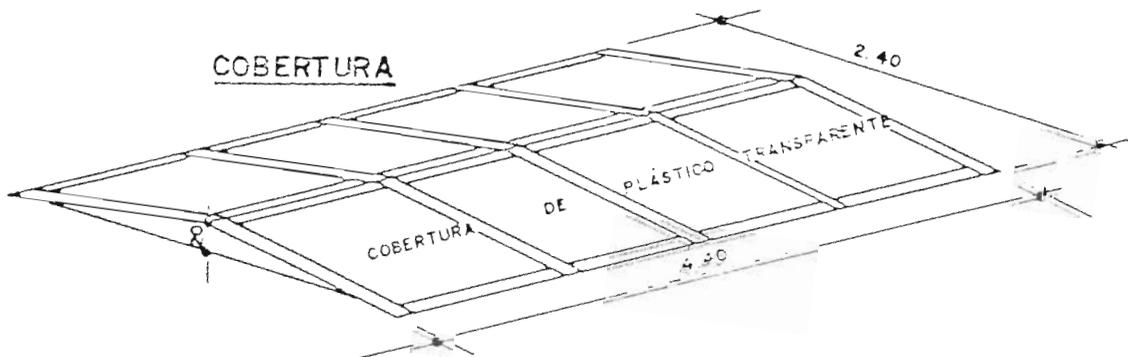


Figura 9. Secador solar de baixo custo

Outro equipamento adaptado pela UEPAE de Manaus a partir de um modelo desenvolvido na Nigéria para pequenos e médios produtores, é o de um paiol para armazenamento e secagem de cereais. (39)

Este paiol apresenta a vantagem de o milho poder ser armazenado no paiol, para secar, podendo ali permanecer por um período relativamente longo, à espera de melhor preço ou para posterior beneficiamento.

O paiol é de baixo custo e pode ser construído pelos próprios agricultores em madeira e cobertura de palha (Figura 10). Apresenta as seguintes características: largura máxima 0,60 m, altura 2,00 m, comprimento 3,00 m, altura das pernas 0,60 m e declividade de cobertura de  $30^{\circ}$ . A capacidade do paiol com estas dimensões é de aproximadamente 1.200 kg de milho (grãos), com 14% de umidade. O princípio básico consiste em ter largura máxima limitada, facilitar ventilação natural e exposição ao sol com simples artifício de colocar sua maior dimensão no sentido leste-oeste.

O controle das pragas deve ser preventivo (por ocasião do armazenamento), e quando ocorrer ataque de pragas que justifique o combate. Nos testes efetuados observou-se que, nas condições climáticas locais, é necessário que as espigas armazenadas mantenham uma camada de palha revestindo os grãos, a fim de evitar ataque de insetos.

Os dados obtidos no paiol de milho no período de 25.03.80 a 11.09.80 (170 dias), mostraram que houve redução na umidade de 23% para 14% e que a incidência de pragas foi insignificante.

O paiol pode, também, ser construído em tela e cobertura em zinco ou alumínio (Figura 11), e comprimento e altura variáveis tendo-se o cuidado de observar a restrição quanto à largura, já mencionada. Neste caso, o custo do paiol se eleva significativamente em relação ao modelo anterior.

O desenvolvimento de sistemas simples e baratos como os apresentados nas Figuras 9, 10 e 11 pode contribuir para a economia dos combustíveis tradicionais, tanto pela substituição em si, quanto por evitar as perdas de alimentos.

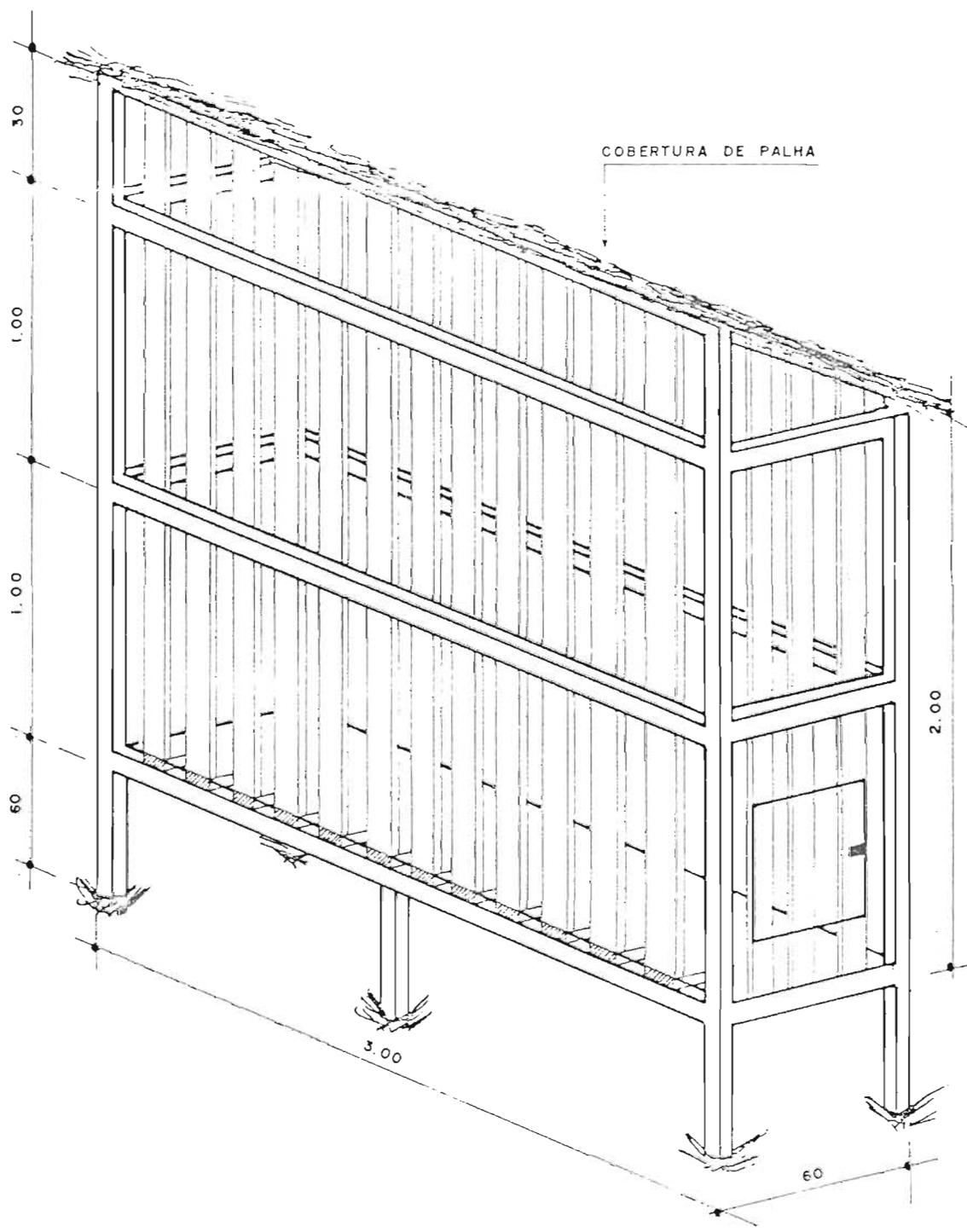


Figura 10. PAIOL PARA MILHO EM RIPA

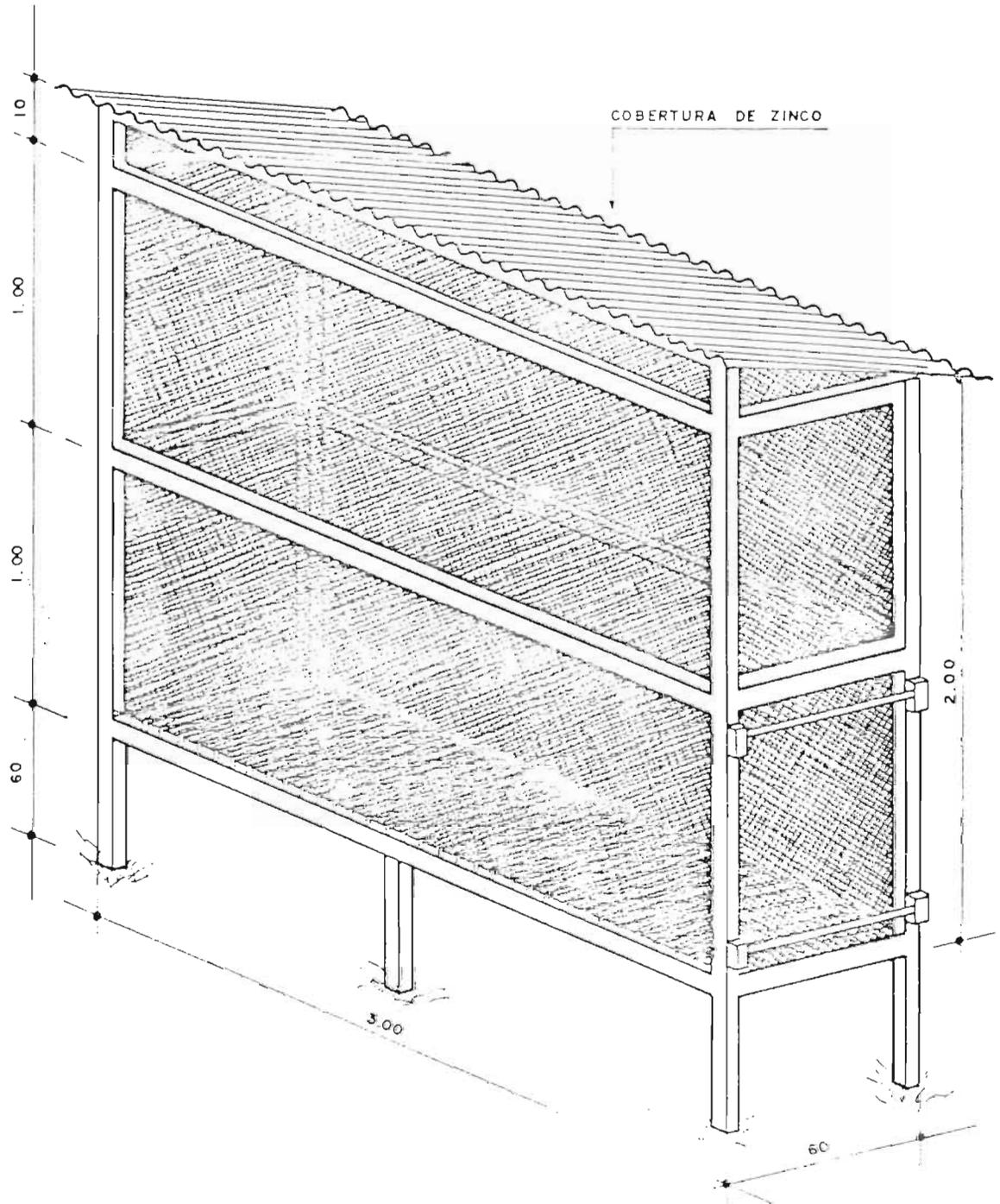


Figura 11. PAIOL PARA MILHO EM TELA

### 7.1.5. Óleos vegetais

A possibilidade de se usar óleos combustíveis em motores de ciclo diesel foi demonstrada tecnicamente desde os primeiros testes com aquele motor por Rudolph Diesel, em 1900.

Neste ano foi apresentado na Exposição Universal, realizada em Paris um pequeno motor diesel que funcionou com óleo de amendoim, tendo-se observado um desempenho muito bom.

Numerosas experiências foram realizadas em vários países, inclusive no Brasil, e algumas delas foram resumidas por Paiva Rio<sup>(36)</sup> e Lopes de Sá Filho<sup>(37)</sup> e colaboradores.

De uma forma geral, as propriedades dos óleos vegetais são semelhantes às do óleo diesel (Tabela 21). Os resultados de várias experiências apontaram como problemas principais a vencer: depósitos nas câmaras de combustão, bicos injetores com tendências a entupimento, e em alguns casos, dificuldades de partida a frio e outras decorrentes da alta viscosidade dos óleos vegetais.

Algumas pesquisas vem sendo efetuadas com o intuito de verificar a possibilidade de utilização de misturas de óleos vegetais no diesel; resultados preliminares indicam que, dependendo da oleaginosa, pode-se adicionar até 25% de óleo vegetal sem que haja modificações sensíveis no desempenho, e no consumo.

Outras pesquisas tentam viabilizar a mistura dos óleos vegetais com outros combustíveis, principalmente etanol, a fim de conseguir um combustível bastante próximo ao diesel. Neste aspecto deve ser ressaltado o resultado encontrado nas pesquisas do IPT, quando se conseguiu com uma mistura de 25% de óleo de mamona, e 75% de etanol (e mais 15% de Kerobrisol sobre o peso da mistura), obter um combustível de desempenho idêntico ao diesel, com poder calorífico um pouco inferior (e portanto, um consumo volumétrico um pouco superior).

Devem ser ainda mencionados os trabalhos que, através de vários processos, procuraram transformar os óleos vegetais em misturas semelhantes ao petróleo, ou aos seus derivados.

TABELA 21. Características dos óleos vegetais (36)

	Algodão	Amendoim	Babaçu	Dendê	Mamona	Soja	Diesel
Enxofre (%)	0,03	0,01	0,02	-	0,02	0,02	1
P. Calórico Superior (Kcal/kg)	9365	9404	9070	9723	8940	9432	10.125
Peso Específico	0,9181	0,9139	0,9187	-	0,9602	0,9205	-
Ponto de Fulgor (°C)	308	316	238	> 260	295	318	-
Ponto de Combustão (°C)	348	344	304	-	315	346	-
Viscosidade Saybolt (min)	180	183	147,5	-	1.425	-	-
Viscosidade (cSt)	35,5	39,3	30,2	39,6	286	34,1	1,8 - 5,8
Índice cetano calculado	38,5	39	38	42	-	39	40 - 50
Relação H/C	0,154	0,154	0,163	0,157	0,146	0,156	0,143
Ponto de Névoa	9,0	10,0	26	-	-	13,0	-
Cor ASTM	1,5	0,5	1,0	-	0,5	1,0	max 3,0

Os processos tentados até ao momento são baseados em destilações fracionadas e decomposição termocatalítica controlada. Entre os processos utilizados destacam-se: a esterificação, o "cracking" catalítico e a alcoólise.

Através da esterificação, produzem-se ésteres metílicos e etílicos que já foram testados em motores, com sucesso. Mensier em 1952 relata as experiências realizadas com o produto obtido da reação de óleo de dendê com etanol. Segundo este autor, a corrosão observada do motor foi bem menor do que com o óleo sem tratamento. Dentre as características observadas destaca-se a viscosidade do éster, que era razoavelmente baixa, possibilitando que o óleo fosse utilizado sem pré-aquecimento, mesmo à temperatura de 15°C.

Experiências com ésteres metílicos e etílicos de óleo de girasol estão em execução na África do Sul<sup>(5)</sup>. No Brasil, trabalhos iniciais foram apresentados por técnicos da UFCeará, mostrando desempenho excelente de motores diesel movidos por ésteres etílicos e metílicos de óleos vegetais<sup>(28)</sup>. Resultados idênticos foram apresentados por Aguiar<sup>(1)</sup>, em testes preliminares realizados pela Scania-Saab, com ésteres produzidos por indústria nacional de refino de óleos vegetais. Apesar dos processos de obtenção de ésteres de ácidos graxos serem clássicos e fáceis, não se tem informação quanto a estabilidade dos mesmos em tancagens por longo prazo, nem sua influência em motores diesel em testes de durabilidade. O CTA, através do Dr. Stumpf vem realizando testes preliminares com tais ésteres obtidos pela UFCeará.

A quantidade de informações até agora levantada, já permite concluir que os óleos vegetais representam uma possibilidade real de substituir parcialmente o óleo diesel, seja in natura, em misturas com etanol ou metanol ou após sofrer tratamentos catalíticos.

A EMBRAPA vem desenvolvendo trabalhos de pesquisa na tecnologia de óleos vegetais, objetivando principalmente:

- . caracterização das propriedades físico-químicas dos óleos vegetais e seus derivados;
- . estudo do desempenho de máquinas agrícolas e motores estacionários, com os combustíveis alternativos mencionados;
- . determinação do grau de refinação a que devem ser submetidos os óleos vegetais para melhor adequação aos motores diesel;
- . levantamento de parâmetros que permitam estudar a economicidade da substituição do óleo diesel por óleos vegetais e seus derivados;

- . conseguir subsídios para recomendar aos órgãos competentes quais os melhores combustíveis de origem vegetal para substituição do diesel.

As pesquisas tecnológicas com óleos vegetais do PNPE da EMBRAPA estão sendo desenvolvidas principalmente no CTAA - Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar situado no Rio de Janeiro.

#### 7.1.6. Utilização da tração animal (22)

Os custos crescentes dos combustíveis tradicionais podem encarecer ou limitar significativamente a atividade agropecuária, principalmente nas regiões de aplicação menos intensiva de capital. A enxada e os equipamentos a tração animal existentes e disponíveis no Brasil são ainda insuficientes para cobrir a lacuna deixada pela menor utilização de combustíveis.

Considerando tais fatos, a pesquisa de utilização de animais para trabalhos e de desenvolvimento de equipamentos a tração animal adquire grande importância.

Dentro deste contexto, a EMBRAPA vem desenvolvendo as seguintes pesquisas:

##### 7.1.6.1. A utilização de bubalinos para trabalho (22)

A grande dificuldade nas operações de preparo do solo de áreas inundáveis, com equipamentos motorizados, tem grandemente impedido a mecanização da lavoura nessas áreas. Por outro lado, a aceitação da lavoura mecanizada, com implementos de tração animal, por serem baratos e de funcionamento mais simples são mais compatíveis com o nível econômico e intelectual do rurícola amazônico.

O búfalo é conhecido como o trator vivo do Oriente, por suas notáveis características de animal de trabalho. Os bubalinos são utilizados para os mais diversos tipos de trabalho, dentre os quais ressaltam-se preparo de áreas para cultivo, para tração de carroça, serviço como animal de sela e transporte de toras de madeira. Com a crise internacional do petróleo a importância dos búfalos cresceu no tocante à sua utilização como animal de trabalho.

No preparo de área ele apresenta desempenho superior ao dos bovinos, sendo insubstituível no trabalho de aração e gradagem de terreno atolado. Utilizando-se um búfalo, são necessários cerca de sete dias para se arar um hectare na terra inundável, enquanto que, trabalhando-se com uma parrelha, são gastos aproximadamente 4 dias. É interessante mencionar que o bú

falo ara mais profundo do que os bovinos e equinos.

O búfalo de carroça é utilizado para transporte de materiais diversos, como sacaria, moirões e couro verde. A utilização do búfalo para este tipo de atividade apresenta baixos custos de investimento e manutenção em relação a veículos motorizados, além de fácil movimentação em terrenos atoladiços.

Um búfalo adulto pode tracionar uma carroça com carga de 1.200 kg, a uma velocidade de 3 km/hora. Em caso de animais excepcionalmente vigorosos, essa carga pode chegar a mais de 1.500 kg.

O búfalo como animal de sela é usado para pastoreamento do gado, especialmente na terra atoladiça, bem como para transporte de vaqueiro e pequena carga adicional.

#### 7.1.6. 2) Desenvolvimento de equipamentos a tração animal

Usando a tração animal de bois ou burros, permitindo o acoplamento dos diferentes implementos agrícolas, podendo ser fabricado numa oficina local, possibilitando ao operador trabalhar sentado e requerendo um baixo investimento de capital, o "Multicultor CPATSA", verdadeiro trator a tração animal, é uma tecnologia que surge para colaborar na luta coletiva para solucionar tão relevante problema. Pode atravessar incólume quaisquer crises energéticas, é coerente com o acesso a pequeno volume de crédito rural por parte da maioria dos pequenos e médios produtores, não cria uma dependência da fabricação industrial, aumenta a produtividade da mão-de-obra rural, possibilitando um aumento da produção de alimentos através do incremento da área explorada e poupa a força muscular do trabalhador rural.

O CPATSA, considerando a necessidade do aumento da produtividade da mão-de-obra de pequenos e médios produtores rurais do Brasil e a insuficiente oferta de equipamentos para tração animal destinados a suprir essa carência, desenvolveu um "Chassi Porta-Implementos" simples e versátil, a partir de observações de carroças tradicionais da região, do "Kenmore Tool Carrier" e de alguns princípios do "Tropicultor".

Este tipo de equipamento, denominado "Wheeled Toll Carrier" na literatura estrangeira é definido como um Chassi de ferro montado sobre pneus com bitola ajustável ou fixa e, em alguns casos, equipado com assento para o operador. Em sua parte posterior existe uma barra de ferro com mecanismo

próprio para acoplarem-se os diferentes implementos usados nas diversas operações de campo. Existe um sistema simples de alavanca manual que aciona a barra com implementos, em movimentos ascendentes e descendentes, à semelhança de um hidráulico comum.

Em comparação com os equipamentos convencionais os desse tipo apresentam as seguintes vantagens:

- a) em um único Chassi podem ser usados os diversos implementos requeridos para as operações de campo;
- b) o Sistema de Alavanca manual permite controlar, satisfatoriamente, a profundidade de operação;
- c) não se faz necessário segurar os implementos com as mãos para manter a profundidade de operação;
- d) o Chassi permite ao operador trabalhar sentado;
- e) apresenta alta eficiência de campo usado no sistema de sulcos e camalhões.

As linhas de pesquisa que poderiam ser consideradas prioritárias quanto à utilização de tração animal são:

- 1) Desenvolver e/ou adaptar equipamentos agrícolas de baixo custo a tração animal e para os novos sistemas de exploração agrícolas existentes em especial nas regiões Norte e Nordeste.
- 2) Ampliar pesquisas para utilização de bubalinos em trabalho, especialmente, nas áreas de várzeas amazônicas.
- 3) Avaliar a utilização de implementos a tração animal, objetivando multiplicar a capacidade de trabalho do produtor de baixa renda.

No PNPE da EMBRAPA, as pesquisas com tração animal e implementos manuais estão sendo coordenadas pelo CPATSA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, localizado em Petrolina (PE).

## 7.2 Economia de Insumos Energéticos na Agropecuária. (22)

### 7.2.1. Manejo e Conservação de Solos

Grande parte dos solos brasileiros são de baixa fertilidade. A maioria são ácidos e deficientes em fósforo disponível para as plantas. Desse modo, a calagem e a adubação são indispensáveis para se elevar a produção agrícola do País.

Dados os preços atuais, a prática de adubação concorre com uma alta percentagem no custo de qualquer sistema de produção. Em algumas regiões (Cerrados, pro exemplo) o custo de uma adubação tecnicamente recomendada pode ser maior do que o preço da terra virgem. Esses fatos fazem com que as pesquisas visando a racionalizar o uso de fertilizantes e impedir a erosão os arraste para os cursos d'água assumam primordial importância para o Brasil.

Tradicionalmente, faz-se uso da análise do solo para se recomendar doses de adubação. Por isso, é preciso incentivar estudos de calibração de análise do solo, principalmente para fósforo. Esses estudos, que devem ser feitos nos vários tipos de solos e para as diversas culturas, permitirão concluir sobre a dose mais econômica para cada sistema de produção.

O princípio da interação positiva entre práticas de manejo do solo é muito conhecido cientificamente. No Brasil, é fato reconhecido, por exemplo, a interação positiva entre a calagem e adubação fosfatada. O conhecimento do mecanismo e da dimensão desses fenômenos é fundamental para se poder recomendar ao produtor o melhor manejo de adubação.

A recomendação final não pode ser generalizada para todos os solos e cultivos; daí a necessidade de estudos em rede (ações interinstitucionais), nas várias regiões.

A eficiência da adubação nitrogenada está muito ligada à época de aplicação, já que o nitrogênio é um nutriente muito sujeito a perdas por lixiviação e evaporação. Assim, nesse caso, a melhor dose está sempre relacionada à melhor época de aplicação.

Em climas tropicais, a decomposição da fração orgânica do solo é, via de regra, muito rápida. A significância desse processo pode ser avaliada se se considerar que é a matéria orgânica a fração responsável pela maior parte da fertilidade desses solos. O manejo adequado dessa matéria orgânica,

através de práticas que permitam sua manutenção em níveis adequados, é essencial para a agricultura brasileira, principalmente a médio e longo prazo. Nessas mister devem ser consideradas práticas tais como: adubação verde, enterro de restevras de culturas, entre outras.

Resultados já obtidos no Rio Grande do Sul demonstraram que a simples adoção de prática de conservar no solo as restevras das culturas propiciará em 1981, numa área de apenas 370.000 ha, uma economia da ordem de Cr\$ 1.700.000,00 em fósforo e potássio que com a queima das restevras seriam perdidos por erosão. Por outro lado, a conservação das restevras tem propiciado um ganho anual de 100 kg de soja por ha, ou seja um ganho de Cr\$ ..... 437.500.000,00 também em 370.000 ha que representam 10% da área de cultivo de soja no Estado do Rio Grande do Sul.

Nas principais regiões produtivas do País, verifica-se um regime pluviométrico e intensidades de precipitação que facilitam a erosão hídrica, deslocando justamente a camada de solo que recebeu os investimento da sociedade. As consequências disso são prejudiciais para a agricultura e têm reflexos em outros setores. O açoreamento de grandes represas e rios é apenas um exemplo vivido hoje pelo Brasil. Por isso, todo o investimento feito em conservação do solo representa preservação do patrimônio nacional.

Outra questão a ser considerada é aquela referente ao chamado plantio direto.

As pesquisas sobre plantio direto tiveram início no Brasil, exatamente no Estado do Paraná (Regiões de Ponta Grossa e Londrina) em 1971, no âmbito dos órgãos do Ministério da Agricultura. Tais pesquisas vieram a lume para acompanhar a ação de grande número de agricultores que, àquela época, por sua própria iniciativa, e posteriormente estimulados por uma empresa do ramo de herbicidas, (I.C.I.) passaram a adotar o processo. Desde então, inúmeros tem sido os estudos sobre plantio direto e cultivo mínimo realizados nos estados do Rio Grande do Sul, (EMBRAPA/CNPT, U.F.R.G.S., S.A./IPRNR, FECOTRIGO e U.F.S.M.), no Paraná (EMBRAPA/CNPSoja e IAPAR), e Mato Grosso do Sul (EMBRAPA/UEPA de Dourados). As companhias produtoras de herbicidas, ICI e Monsanto tem incentivado tais estudos além de conduzir pesquisas correlatas.

Em vista dos trabalhos realizados algumas conclusões existem, como sejam:

- a. Os métodos de cultivo mínimo e plantio direto são perfeitemen

te exequíveis para cultivos como milho, trigo e soja.

- b. As produções obtidas em cultivos com plantio direto tem sido, em geral, comparáveis àquelas obtidas com os métodos de preparo convencionais.
- c. Os custos em combustíveis nas operações de plantio são substancialmente menores que para o preparo convencional. O elevado preço das herbicidas necessários para o plantio direto, entretanto, muitas vezes anula a vantagem da economia de combustível.
- d. Solos cultivados em plantio direto são menos susceptíveis à erosão quando comparados aos cultivados pelos métodos tradicionais.

Essa economia em solos e nutrientes não tem sido considerada no cálculo dos custos comparativos dos dois métodos.

- e. As maiores dificuldades para a adoção dos métodos de plantio direto estão no custo das herbicidas e no custo e desempenho, nem sempre satisfatórios, das máquinas disponíveis no mercado.

### 7.2.2 Adubação

O consumo de fertilizantes, no Brasil, vem causando uma evasão de divisas acima de 1 bilhão de dólares, anualmente, computando-se as despesas com importação de matérias-primas e fertilizantes e com a energia necessária para sua transformação. A dependência do Brasil em relação ao exterior chega, por essas estimativas, a 70% em fertilizantes nitrogenados, 80% em fosfatados e 100% em potássicos. Segundo o CEFER, a demanda vem crescendo de tal modo, que o consumo médio de fertilizantes, de 12 kg/ha cultivado em 1960, passou a 50 kg/ha em 1975 e deve chegar a 80 kg/ha em 1980.

A aplicação de fertilizantes tem embutida uma parcela de energia, que é usada para a produção, transporte e aplicação dos mesmos. Coeficientes estabelecidos por Pimentel (34) e utilizados quase que em todas as situações, permitem avaliar o montante de energia aplicada na Agricultura brasileira através de fertilizantes. (Tabela 22)

TABELA 22 - Energia equivalente para a produção, transporte e aplicação de fertilizantes em lavouras. Brasil 1980

Fertilizante	Consumo em 1980 (t)	Energia específica equivalente Mcal/kg	Energia total equivalente: (TEP)
N	888	18,5	1.642.800
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1830	3,35	613.500
K <sub>2</sub> O	1268	2,31	292.900
		Total	2.549.200

1 TEP (Tonelada equivalente de petróleo)

O nitrogênio, elemento absorvido em grande quantidade pelos vegetais é, freqüentemente, o fator limitante na produção de plantas cultivadas. Para encontrar soluções que possibilitem racionalizar o consumo de nitrogênio na agricultura, mantendo a produtividade, deve-se promover a realização de pesquisas sobre práticas de manejo racional da adubação nitrogenada, associações de plantas e microorganismos com capacidade de fixar o nitrogênio do ar, e manejo e conservação da matéria orgânica do solo.

De modo geral, os solos brasileiros são deficientes em fósforo disponível para as plantas. Para se elvar a produção agrícola, a adubação fosfatada é uma necessidade indiscutível. Deve-se, portanto, acelerar a busca de melhores alternativas no uso de adubos fosfatados, tais como o uso de fosfatos naturais "in natura" e a maior eficiência das plantas na absorção e recuperação do fósforo aplicado no solo. Para isto, é preciso que se enfatizem pesquisas em manejo da adubação fosfatada - identificação de plantas com maior capacidade de extração do fósforo do solo, utilização de microorganismos que melhorem a absorção do fósforo pela planta -, e em fontes de fosfatos.

Em relação ao potássio, será necessário desenvolver linhas de pesquisas que busquem o uso mais eficiente deste nutriente, examinando o problema do uso de cloreto de potássio, que, em aplicações localizadas, pode ter efeito negativo sobre a produção da planta. Por outro lado, é fundamental aproveitar outras fontes domésticas deste nutriente, objetivando diminuir a

dependência externa e, consequentemente, economizar divisas a curto prazo.

#### 7.2.2.1 Fixação biológica do nitrogênio atmosférico (22)

A fixação biológica do nitrogênio é um processo conhecido desde o século passado, mas só recentemente, principalmente após a crise do petróleo, é que sua importância veio a ser reconhecida, como a opção mais racional para substituir os fertilizantes nitrogenados. Utilizando a luz solar como fonte de energia e o nitrogênio do ar atmosférico, este processo constitui-se na forma mais barata e abundante de adicionar nitrogênio ao sistema solo-planta. Por exemplo, a soja perene pode incorporar em torno de 27 kg N/ha e o treçoço branco em 80 kg/hectare.

Entretanto, trabalhos de pesquisa ainda se fazem necessários para a obtenção de uma maior eficiência da fixação biológica de nitrogênio, para que este processo possa substituir gradualmente o uso dos fertilizantes nitrogenados. Informações sobre a natureza dos fatores ambientais que afetam os microorganismos responsáveis pela fixação biológica do nitrogênio, seleção de estipes mais eficientes e de plantas com maior capacidade de associação com os microorganismos, permitiriam uma melhor utilização do nitrogênio atmosférico.

#### 7.2.2.2 Manejo da adubação nitrogenada (22)

Devido ao elevado preço dos adubos nitrogenados, há necessidade de se intensificar os trabalhos de pesquisa que visam a aumentar a eficiência de utilização destes adubos. É necessário estudar a relação entre as doses de nitrogênio aplicado e os aumentos de produção, para as diversas culturas, em diferentes tipos de solo. Este trabalho tem de ser acompanhado de uma análise econômica, para evitar perdas do investimento energético feito para o preparo do solo e para a aplicação dos outros insumos, por causa do uso de doses insuficientes de nitrogênio, e por outro lado, para evitar perdas de nitrogênio devido à aplicação de uma dosagem excessiva.

Uma grande economia de energia de transporte pode ser alcançada pelo uso de fontes de nitrogênio mais concentradas, como a uréia. Em relação a estes adubos é necessários que se estude os métodos mais eficazes de aplicação. Em geral as aplicações parceladas são mais eficientes porém, há necessi

dade de se verificar se os custos das aplicações parceladas são compensadas pelo aumento da eficiência do uso de adubo. Por outro lado, o governo federal fixou a sua política de produção de nitrogenados na produção exclusiva de uréia. Existe muito pouca informação sobre o manejo desse fertilizante em cobertura, em nossas condições, sendo certo que o uso inadequado certamente levará a perdas por volatilização.

#### 7.2.2.3 Estudos da matéria orgânica do solo

Entre as principais características químicas dos solos figura o conteúdo de matéria orgânica. Além da importância pelas suas funções, hoje, mais do que nunca, quando o assunto principal no mundo inteiro se refere à energia, tem grande importância econômica. Representa uma fonte importante de alguns nutrientes essenciais às plantas, entre eles o nitrogênio. Entretanto existem alguns fatores que regulam o aproveitamento do nitrogênio orgânico pelas culturas, que precisam ser estudadas, visando a aumentar o índice de aproveitamento. Entre estes fatores menciona-se o uso de adubos e corretivos (doses e épocas de aplicações) e a época de plantio das culturas.

Além de ser uma fonte de nutrientes, a matéria orgânica desempenha papel importante na troca de cátions, na infiltração e retenção de água e na aeração do solo.

A matéria orgânica é um componente dinâmico do solo, afetado intensamente pelo manejo. A tendência é diminuir o seu conteúdo à medida que o solo vai sendo explorado. Entretanto, para se executar uma agricultura produtiva e em bases racionais, é imprescindível a manutenção de um nível adequado de matéria orgânica no solo. Para isto torna-se necessário intensificar os estudos relativos à sua dinâmica no solo.

#### 7.2.2.4. Adubação orgânica

A partir da eclosão da crise do petróleo os governos acordaram para a possibilidade da ocorrência de crises semelhantes com outras matérias primas não renováveis. Entre essas a crise de minérios fosfatados deverá preocupar seriamente o setor agrícola a partir dos próximos 50 anos.

A não ser que revoluções espetaculares na tecnologia da mineração em fundos de oceanos venham a correr, a reciclagem de nutrientes deverá en

tão ser uma necessidade imperiosa.

O aproveitamento de resíduos industriais, lixo urbano e esgotos, é um fato ao qual a ciência agrícola no Brasil apenas recentemente voltou sua consideração. Sujeitas às mesmas limitações dos resíduos orgânicos oriundos da fazenda, referentes à baixa análise, volume, transporte e distribuição, esses resíduos sofrem a agravante do risco da presença de poluentes e venenos, como metais pesados, antibióticos, detergentes, etc., a exigir uma legislação específica para controle. Para viabilizar o uso dos resíduos urbanos e industriais a nível de grandes lavouras, o que fatalmente terá que ser feito no futuro, a ciência precisa desenvolver processos sofisticados de concentração e purificação, aproximando-o dos padrões de qualidade e praticamente dos fertilizantes tradicionais. Para esses estudos há necessidade de grande incentivo governamental.

Do ponto de vista da adubação orgânica, entretanto, é sempre útil ter presente alguns aspectos básicos relativos ao comportamento da matéria orgânica no solo.

- O solo tem um relativo poder tampão para os teores da matéria orgânica. Isto significa que os teores originalmente presentes nos solos arados tendem a persistir, a não ser que haja arraste mecânico das partículas por erosão.

- O uso generalizado da matéria orgânica para grandes lavouras, em vista das dosagens necessárias para provocar efeito, é inviável, em razão da baixa análise em nutrientes, dos custos, dos problemas de obtenção, transporte e distribuição no campo.

- Um princípio fundamental, no qual os pontos de vista dos técnicos, dos ambientalistas e da razão coincidem, é que o balanço de nutrientes de um determinado "sítio" deve ser fechado, isto é, o que é exportado de uma certa gleba, em termos de nutrientes, deve ser aí repostos. Esta é a filosofia básica da agricultura racional. Ela é válida também para a adubação orgânica. Assim, transferir matéria ao local de origem seja impossível, caso dos resíduos da agro-indústria, por exemplo.

- Produções normais de lavouras exportam do solo quantidade de nutrientes simples, (NPK), da ordem de 30 a 150 kg cada. Estas quantidades devem ser repostas para manter a gleba produtiva. Em termos médios, exigiria um

volume de 3 a 15 toneladas/ha de matéria orgânica para satisfazer 30 kg do nutriente mais rico e mais pobre, respectivamente, nela contida, ou 15 a 45 toneladas de resíduos para fornecer 150 kg/ha de um só nutriente.

- Considerando o exposto, a preocupação maior da agricultura tecnificada consiste no emprego de métodos racionais que mantenham ou elevem o teor da matéria orgânica "in situ".

- A agricultura racional, que se expressa pelo uso adequado de corretivos, fertilizantes defensivos, rotação de culturas, práticas conservacionistas etc., é o instrumento mais eficiente na manutenção do equilíbrio da matéria orgânica do solo.

- Por outro lado, em condições muito especiais que favoreçam o acúmulo de matéria orgânica, e para cultivos altamente rentáveis como hortas e pomares intensivos, o uso de matéria orgânica é recomendado. Considera-se mesmo irracional o desperdício de matéria orgânica nessas condições.

- As leis que regem a nutrição das plantas são fundamentalmente as mesmas que regem a nutrição animal. Assim querer manter lavouras produzindo normalmente com doses de alguns litros por hectare de adubo orgânico de baixa análise, por mais milagroso que seja, e tão ilógico como querer manter um operário trabalhando, alimentado com algumas gotas diárias de produtos.

A prática da adubação tem recebido, nos últimos tempos crescentes estímulos, principalmente na corrente dos promotores e comerciantes de fertilizantes bio-orgânicos e outros elixíres miraculosos, a ponto de se cogitar a expansão de incentivos creditícios para a produção e comercialização de adubos orgânicos.

A pesquisa entende, todavia, que a prioridade maior deve ser dada na definição clara de adubo orgânico, no estabelecimento de padrões técnicos e de uma legislação que regulamente a produção e comercialização de tais produtos.

#### 7.2.2.5 Adubação verde

A adubação verde é uma prática que vem sendo ressuscitada, não como um objetivo em si, mas com um dos componentes de um concerto de práticas conservacionistas que deve ser exercido harmonicamente.

Se fôssemos entrar em considerações técnicas sobre a adubação

verde, veríamos logo que o foco da questão se desviaria para os aspectos de conservação do solo.

A maior dificuldade no uso da adubação verde, está na falta de retorno evidente, a curto prazo. Ela é onerosa, gasta energia para o plantio, expõe o solo à erosão, gasta energia para o enterrio, imobiliza o solo improdutivo por uma safra e nada resolve se outras práticas conservacionistas não forem adotadas. Além disso, não é uma prática de recomendação generalizada.

### 7.2.3 Proteção de Plantas (22)

Pode-se dizer que do aspecto da estrutura de produção o panorama da agricultura brasileira é promissor. Há ainda relativa abundância de terras e de outros fatores de produção. O empresariado agrícola costuma responder positivamente aos estímulos do governo. O potencial de produção de germoplasma já disponível aos agricultores nacionais, possibilita obtenção de rendimentos bem superiores aos apresentados na maioria das colheitas de espécies como algodão, arroz, cevada, feijão, mandioca, milho, seringueira, soja, sorgo, trigo, fruteiras, olerícolas, forrageiras e outras. Entretanto, fatores de ordem diversas interagem para situar a produtividade média da maioria de nossos cultivos entre as mais baixas do mundo.

Entre os fatores que influem as perdas da agricultura, estão os fitossanitários, constituídos por um complexo de doenças, pragas e plantas invasoras que limitam o rendimento das culturas. Tais inimigos têm exigido uma luta constante, na geração de tecnologia, para aprimorar as técnicas de produção agrícola, voltadas a reduzir os riscos de investimentos e aumentar a produtividade.

O controle de pragas, doenças e invasoras é indispensável para se evitar a perda de produção e conseqüente perda dos insumos aplicados. Contudo os programas de proteção de plantas realizados no País têm exigido o uso de defensivos químicos. A maioria desses produtos são derivados do petróleo e consomem energia em seus processos de fabricação. Por outro lado, quando aplicados irracionalmente, os defensivos são fonte importante de poluição ambiental. À luz desses fatos, há necessidade de se desenvolverem práticas de controle integrado dando-se maior ênfase ao controle natural. O uso de produtos

químicos deve ser estratégico e não generalizado. Entretanto, surge aí um problema para o Brasil, uma vez que, em termos de controle natural, não se pode, simplesmente, transferir para cá a tecnologia gerada em outros países. A biologia dos organismos (ácaros, insetos, nematóides, fungos, etc.) é associada a condições ambientais específicas. Em outras palavras, grandes investimentos deverão ser realizados em pesquisas que visem a desenvolver esquemas de controle natural. Alguns exemplos positivos devem ser citados para se caracterizar a extrema validade econômica desse enfoque: um deles é o controle biológico da cigarrinha-das-pastagens com o fungo do gênero Metarhizium, que tem apresentado resultados promissores; outro é a identificação de parasitas naturais do mandarová (Erinnyis ello), praga importante na cultura de mandioca; outro a criação de cultivares resistentes a ferrugem do colmo com eficiente controle desta doença nos trigais sulinos, pelo cultivo destas.

Tem havido quebras enormes, de difícil quantificação, na produção das principais culturas brasileiras, devido a ação de doenças pragas e plantas invasoras. Esses fatores diminuem o rendimento das culturas, exigindo pesquisas que gerem técnicas de produção neutralizadora à sua ação e garantam a manutenção da produtividade agrícola.

A Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola estima que, em 1978, foram gastos cerca de 500 milhões de dólares em defensivos agrícolas, incluindo inseticidas, fungicidas e herbicidas. Desse total, calcula-se que, pelo menos, 330 milhões de dólares foram gastos com a importação de defensivos, considerando-se as importações dos princípios ativos e dos produtos já na sua forma final. Não é possível quantificar-se a evasão de divisas que ocorre por conceito de "royalties", que a indústria brasileira paga para produzir os defensivos domesticamente.

O combate às pragas, doenças e invasoras, contudo, deve ser feito de forma racional, com o menor dispêndio em defensivos. Com isto, não se onera o custo de produção, diminui-se a dependência do setor externo, reduz-se o consumo de energia, e preserva-se o meio ambiente.

A EMBRAPA, em vista disso, desenvolve um amplo programa de pesquisa em proteção de plantas, nas áreas de controle biológico, melhoramento genético (voltado para a resistência ou tolerância a doenças e pragas), métodos de cultivos e controle integrado de pragas, doenças e invasoras, e ainda estudos de métodos de processamento, armazenamento e fisiologia pós-colheita. Isto, no sentido de oferecer a agricultura brasileira soluções que resultem

em uma maior oferta de alimentos, maior rentabilidade econômica e menos dispendio de energia e outros insumos onerosos.

As pesquisas consideradas prioritárias são as seguintes:

1. Aumentar por meio de melhoramento genético, a tolerância ou resistência das plantas a agentes patogênicos e às pragas.
2. Definir métodos de controle físicos, químicos e biológicos às principais doenças e pragas de plantas cultivadas no Brasil.
3. Definir zonas de escape às principais doenças de algumas espécies cultivadas no país.
4. Estudar a etiologia das principais doenças de plantas cultivadas no Brasil.
5. Definir níveis de danos físicos e econômicos causadas às culturas pelas principais doenças e pragas de plantas cultivadas no país.
6. Definir métodos de controle de plantas invasoras de lavouras no Brasil.
7. Desenvolver sistemas de controle integrado de pragas, doenças e plantas invasoras.

#### 7.2.4. Redução de perdas na colheita e pós-colheita (27)

Um evidente aspecto de economia e racionalização de energia consiste em evitar as perdas de produtos agrícolas nas operações de colheita, transporte, beneficiamento e armazenamento.

As perdas de produto na operação de colheita têm apresentado correlação positiva com o índice de mecanização desta operação para as culturas de soja, trigo, arroz e milho.

A soja é a única cultura para a qual se dispõe de dados confiáveis quanto às perdas durante a operação de colheita mecânica. Estudos conduzidos pelo CNPSoja da EMBRAPA demonstraram que em média perde-se cerca de 188 kg/ha o que corresponde de 10 a 15% da produção. Verificou-se que do total dessa perda, 84,8% foram causadas pelos mecanismos de plataforma de corte, 12% pelos mecanismos internos da máquina, e 3,2% pela debulha natural da colheita.

Constatou-se que no caso da soja essas perdas poderão ser reduzidas em 50%, se observadas algumas diretrizes:

- no manejo da cultura: utilizando cultivares de ciclos diferentes, escalonando o plantio de modo a possibilitar o melhor planejamento de colheita e conduzindo os outros aspectos de cultura, principalmente espaçamento e limpeza de ervas daninhas de modo a permitir o adequado desempenho das máquinas.
- na escolha do ponto adequado de colheita: principalmente quanto ao fator unidade e maturação. Quando os grãos estão fora de faixa de unidade ótima ocorrem mais perdas tanto durante a colheita como no beneficiamento.
- na operação das máquinas: procurando dar um adequado treinamento aos operadores para que tenham condições de manter as máquinas sem que perfeitamente reguladas e observar detalhes de manutenção.

Para o caso do arroz estimam-se perdas na colheita mecânica em 10% pelos mesmos motivos que no caso da soja.

Para o milho, a estimativa de perdas é de ordem de 15% pela não observância de níveis adequados de umidade dos grãos por ocasião da colheita e por fatores relativos à máquina, aos operadores e a cultura.

Para o trigo não são disponíveis observações ou dados que indique o nível médio de perdas durante a colheita. Entretanto pode-se inferir que os mesmos fatores que interferem no caso do arroz e da soja, devem também causar perdas no caso do trigo porém em grau menor, dada a mais longa tradição desta cultura.

Com base nas estimativas existentes e no estudo do caso da soja, pôde-se estimar as perdas durante a operação de colheita para as diferentes espécies graníferas, com significativo índice de mecanização da colheita e que estão na Tabela 23.

TABELA 23. Cálculo estimativo do valor das perdas durante a colheita mecanizada das quatro principais fontes de grãos com base na estimativa do volume produzido em 1980 e preços de atacado em maio de 1980

Produto	Produção (t)	Índice % Mecaniz. Colheita (3)	Parcela meca- nizada (t)	Índice perdas Colheita %	Est. perda Colheita (t)	Preço/kg (Atacado)	Valor Cr\$ 1000
Arroz em grãos	5.913.742,8	30	1.774.122,8	10	177.412,28	21,67	3.725.652,00
Milho	20.737.656,0	20	4.147.531,0	10	414.753,10	4,33	1.895.880,00
Trigo	3.000.000,0	80	2.400.000,0	7	163.800,00	8,00	1.310.400,00
Soja	14.962.052,0	90	13.465.846,0	10	134.658,40	8,50	11.445.964,00
							<u>18.277.896,00</u>

Diante das perdas observadas, o Ministério da Agricultura encom endou um estudo sobre as perdas recuperáveis nas principais culturas do Brasil, tendo-se a partir daí elaborado um programa para a safra de 1980/1981 visando evitar que as perdas tidas nos anos anteriores fossem novamente observadas.

A estratégia de operacionalização do programa foi a de capacitação do pessoal técnico, ampla divulgação por todos os meios de comunicação de massa e assistência técnica direta aos agricultores através de treinamentos em cursos e demonstração.

No primeiro ano o programa tinha como principal objetivo quantificar as perdas, mas como a tecnologia de regulagem em máquinas é bastante simples, foi transferida aos agricultores, tendo-se obtido resultados expressivos logo neste primeiro trabalho, como é apresentado na Tabela 24. O balanço das perdas evitadas evidencia um valor total de Cr\$ 3,6 bilhões de cruzeiros, com um acréscimo de produção de cerca de 240.000 t de alimentos.

Este é um programa de alto retorno do investimento. O dispêndio total com a campanha, envolvendo os recursos alocados para a EMBRAPA, EMBRATER e CIBRAZEM foi de Cr\$ 113.639.250,00. Neste caso, como demonstra a Tabela 25 cada cruzeiro investido na campanha resultou em Cr\$ 31,69 de lucros adicionais para os produtores para o país.

Para os próximos anos faz-se necessário intensificar a campanha de redução de perdas na colheita, visando minimizá-las, para possibilitar que quantidades ponderáveis de alimentos, capital, trabalho e energia não sejam desperdiçados.

TABELA 24. Cálculo estimado do valor das perdas de grãos evitadas em decorrência do trabalho de pesquisa e assistência técnica - safra de 1980/1981

CULTURAS	PRODUÇÃO ASSISTIDA (t)	P. E R R. D. A. S. E V I T A D A S			P R E Ç O S M É D I O S D E M E R C A D O ( J U L H O ) *	
		%	Q U A N T I D A D E (t)	P R E Ç O S Cr\$/sc 60 kg	V A L O R E M M I L H Õ E S Cr\$	
Soja (1)	2.505.650	09,00	225.508	895,20	3.364,58	
Arroz	270.513	02,46	6.655	968,40	107,41	
Milho						
Colheita (2)	6.753	18,83	1.271	744,00	15,76	
Armazenagem (3)	27.150	30,00	8.145	744,00	101,00	
Trigo (2)	7.881	11,70	922	843,00	12,95	
V A L O R T O T A L D A S P E R D A S E V I T A D A S					3.601,70	

Fonte:

(1) EMBRATER

(2) EMATER-PR

(3) EMATER-ES

(\*) FGV

TABELA 25. Análise Custo/Benefício para a campanha de redução de perdas na colheita - safra de 1980/1981.

D I S C R I M I N A Ç Ã O	VALOR (em Cr\$ 1,00)
Valor total das perdas evitadas	3.601.700.000,00
Custo total com a campanha	113.639.250,00
Ganho líquido	3.488.060.750,00
Para cada cruzeiro gasto na campanha foi gerado	31,69

## 8. AUTO SUFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA PROPRIEDADE RURAL

A vocação da agropecuária para o suprimento de biomassa energética permite também um terceiro enfoque particularmente importante para atendimento às linhas de substituição de derivados de petróleo e da regionalização das fontes de energia previstas no Modelo Energético Brasileiro.

Trata-se da possibilidade do auto-suprimento energético da propriedade rural. É possível, seguramente, alcançar elevado grau de suficiência energética em combustíveis, e energia mecânica e reduzir sua dependência de insumos químicos com a dedicação de uma parcela de sua área para culturas "energéticas", a instalação de sistemas transformadores de energia em escala compatível com a demanda e a adoção de práticas de conservação de energia na exploração agropecuária.

Esta possibilidade de auto-suprimento energético apresenta todas as vantagens que a instalação das microdestilarias apresenta (7.1.1. - eliminação do fator transporte, diminuição do custo da energia, importância estratégica na produção de alimentos, desconcentração de renda, novas perspectivas de desenvolvimento) e mais uma: a auto-suficiência energética de grande número de propriedades rurais é o caminho natural para a auto-suficiência do setor como um todo.

A forma de obtenção da auto-suficiência energética de uma propriedade ou conjunto de propriedades, depende de inúmeros fatores entre os quais se destacam: tipo e tamanho da propriedade, nível tecnológico, disponibilidade de área cultivável, necessidade de energia, clima, topografia, etc.

Além desses fatores de ordem física devem ser levados em consideração os fatores de ordem econômica e administrativa, que conduzem à necessidade de os sistemas de auto-suprimento apresentarem baixo investimento e/ou retorno garantido e administração simples da produção e utilização de energia.

Dentre os muitos equipamentos e sistemas que podem ser utilizados visando a auto-suficiência energética destacam-se:

- . biodigestores
- . microdestilarias
- . gasogênios
- . sistemas de secagem solar

- . sistemas de bombeamento e irrigação a energia eólica
- . aproveitamento de mini-hidroeletricidade.

Pode-se apontar como exemplo da integração entre vários sub-sistemas que levam a um aproveitamento muito bom das matérias-primas e da energia nelas contida, o Sistema que está em implantação na UEPAE de Pelotas, e onstituído de:

- . lavoura de sorgo sacarino e beterraba açucareira
- . biodigestor para esterco e vinhaça
- . microdestilaria
- . confinamento de 100 cabeças de gado
- . fábrica de rações de bagaço, folhas e coroas de beterraba
- . secadores de produtos agrícolas (a biogás)
- . aplicação de biofertilizante nas lavouras.

Entretanto, o melhor exemplo que pode ser apresentado, no momento, é o Sistema Rural de Bioenergia instalado no CNPMilho e Sorgo em Sete Lagoas e representado na Figura 12. Trata-se de um sistema pioneiro por efetuar a operação integrada de uma microdestilaria, um biodigestor e um conjunto gerador de eletricidade, interligados de modo harmonioso. A idéia geral do sistema reside na captação de energia solar na forma de cana-de-açúcar e sorgo sacarino. (24)

Os colmos colhidos constituem a matéria-prima para o processo de produção de álcool, e os resíduos vegetais destinam-se ao biodigestor. O sistema de produção agrícola é realimentado com a aplicação do biofertilizante, que é o resíduo fermentado do biodigestor, e pela utilização do álcool produzido, na movimentação de tratores e outras máquinas. Outra vantagem do sistema é o aproveitamento da vinhaça e de parte do bagaço na biodigestão, o que contribui para redução palpável na poluição ambiental.

Fechando o sistema, o conjunto gerador de eletricidade do CNPMS pode ser acionado pelo biogás ou pelo álcool. A necessidade de energia elétrica na microdestilaria é assim suprida por este último componente. Parte do gás pode, ainda, destinar-se a outros fins na propriedade rural, como a secagem de grãos e ao consumo doméstico.

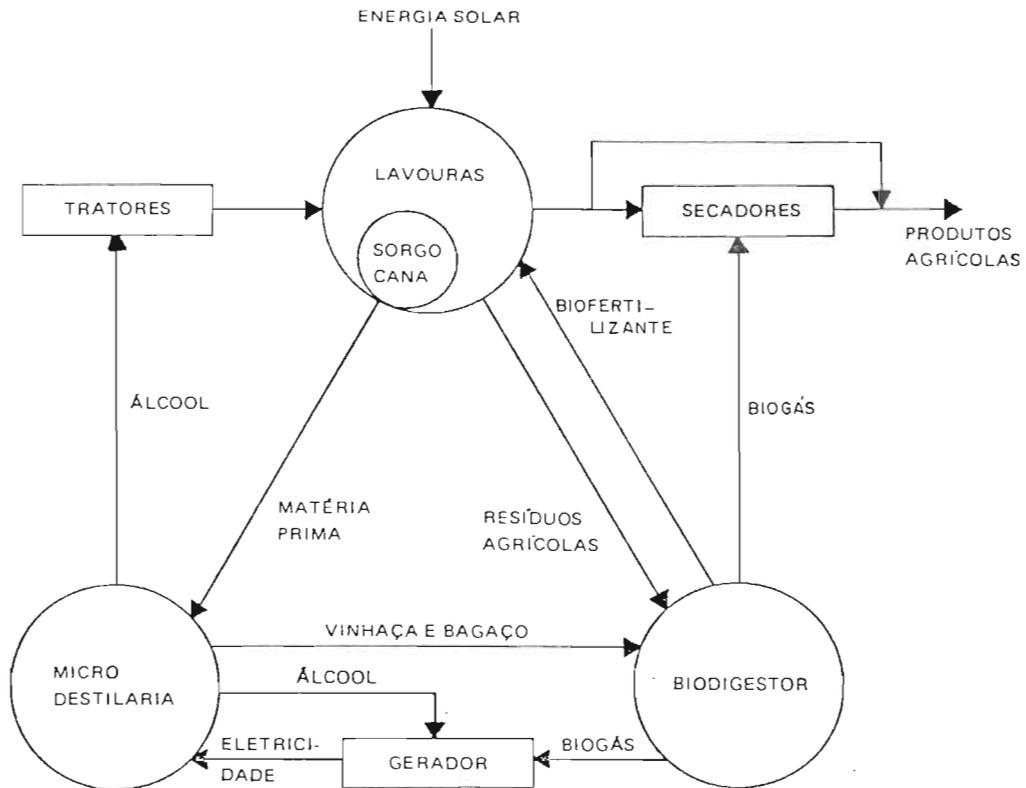


Figura 12. Esquema do SISTEMA RURAL DE BIOENERGIA DO CNPMilho e Sorgo

A microdestilataria instalada no Sistema Rural de Bioenergia, tem as características e os equipamentos já mencionados no item 7.1.1.

O biodigestor instalado no CNPMS é resultado de um convênio entre a EMBRAPA e a ELETROBRAS firmado com o objetivo de verificar a viabilidade de produção de biogás para a geração de eletricidade através da biodigestão de resíduos agrícolas e é o maior do país para tal matéria prima.

É do tipo indiano, com algumas modificações (Fig. 13). Apresenta câmara de fermentação com capacidade de 220 m<sup>3</sup> e uma produção diária mínima de 110 m<sup>3</sup> de biogás à pressão de 25 cm de coluna d'água.

A carga inicial do biodigestor foi feita à base de estrume bovino, que foi gradativamente substituído por restos triturados de culturas de milho e sorgo. Estes resíduos vêm produzindo biogás há cerca de 8 meses. O período de retenção destes resíduos dentro do biodigestor situa-se em torno de 30 dias. Observou-se que uma pré-fermentação aeróbica dos resíduos agrícolas melhora o rendimento do biodigestor. Conforme já salientado, o biogás produ

zido alimenta o gerador de eletricidade que atende à microdestilaria e também um conjunto de demonstração composto de fogão, geladeira, lâmpões, um pequeno gerador de eletricidade de 2.500 W e uma bomba para irrigação.

Pesquisas estão sendo conduzidas, no CNPMS, utilizando o biofertilizante em solos de Cerrados. Resultados preliminares indicaram que o resíduo da fermentação substitui parcialmente o nitrogênio, potássio e a calagem. A composição química do biofertilizante empregada foi a seguinte:

- . Nitrogênio - 1,17%
- . Fósforo - 0,35%
- . Potássio - 4,12%
- . Cálcio - 16,30%
- . Magnésio - 0,28%.

A otimização do processo é um item essencial na continuação de pesquisas com biodigestores, existindo uma programação visando alcançar este objetivo. Ênfase será dada a pesquisas para a utilização do bagaço e da vinhaça no biodigestor, visando obter energia e evitar a poluição ambiental.

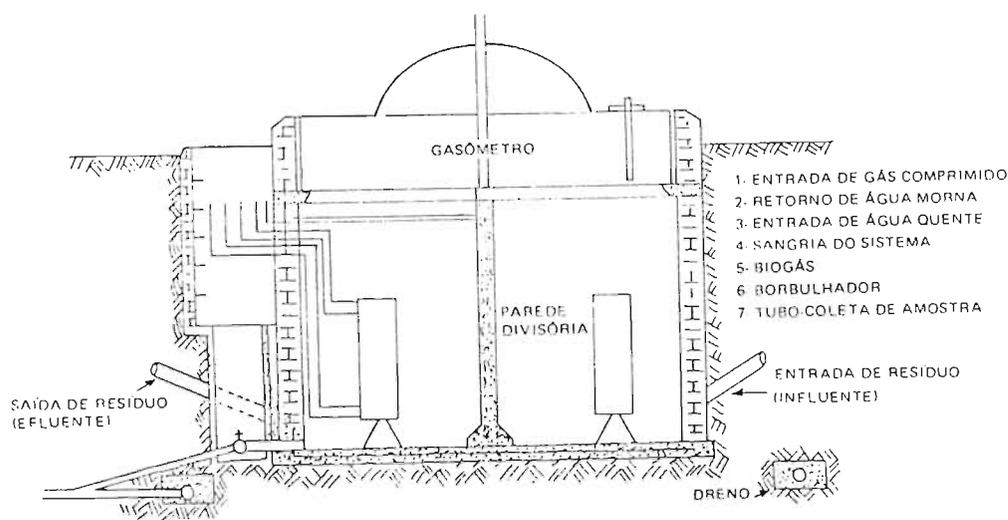


Figura 13. Esquema geral do Biodigestor instalado no CNPMilho e Sorgo

O conjunto gerador de eletricidade, desenvolvido a pedido da EMBRAPA, tem potência nominal de 30 kw, usando biogás ou álcool hidratado como combustível, com controles de voltagens e ciclagens automáticas. As características do conjunto são apresentadas na Tabela 26.

TABELA 26 - Características do conjunto gerador de eletricidade do CNPMS

MOTOR

Potência Nominal	40 CV
Cilindrada	1300 cm <sup>3</sup>
Taxa de compressão	11:1
Regime de funcionamento	3550 rpm
Consumo máx. de álcool	14,7 l/h

GERADOR

Potência nominal	30 KW
Voltagem	220 v
Regime de funcionamento	1800 rpm
Consumo específico de biogás	0,47 m <sup>3</sup> /KW
Consumo específico de álcool	0,43 l/KW

A potência elétrica instalada na destilaria é de 18 KW, como consumo médio de 15 kWh. O biogás produzido (110 m<sup>3</sup>/dia) permite operar a destilaria por 15 horas. Se houver necessidade, complementa-se a operação com a utilização de álcool, com o consumo previsto de 58 litros.

Embora o conjunto gerador seja basicamente dimensionado para as necessidades de moagem e bombeamento na destilaria, possui capacidade para atender às demandas de energia das residências nas propriedades rurais.

Em épocas de entressafras de sorgo sacarino e da cana-de-açúcar, é perfeitamente viável aproveitar a energia elétrica para irrigação, secagem de grãos ou movimentação de uma oficina mecânica completa.

Como já mencionado, um outro elemento chave no sistema é o uso do álcool como combustível para veículos e máquinas agrícolas. A EMBRAPA, vem há mais de um ano operando tratores Ciclo Otto movidos a álcool. Estes veículos já trabalharam mais de 8.000 horas e demonstraram ser eficientes e econômicos.

Em comparações diretas com os mesmos modelos movidos a diesel, os tratores a álcool mostraram maior reserva de torque, superando as operações mais duras no campo, com facilidade, e completando suas tarefas em menor tempo, o que representa maior produção de trabalho por unidade de tempo.

A par disto, testes controlados feitos pelo CNP-MS indicaram que o consumo calorífico por hora, dos tratores a álcool, igualou-se ao dos tratores diesel equivalentes. Isso permite concluir que os tratores a álcool são tão eficientes quanto ao diesel, na conversão de energia química em trabalho mecânico.

Além disso, como já ressaltado no item 7.1.1. a curto prazo será mais econômico utilizar álcool produzido em microdestilarias do que óleo diesel para o acionamento de tratores e outras máquinas agrícolas.

Assim, diante das perspectivas para o setor rural e das considerações apresentadas, pode-se prever que, a médio e longo prazos, neste assunto de energia na agropecuária, as pesquisas que apresentarão maiores implicações tecnológicas, econômicas e sociais serão aquelas relacionadas ao auto-suprimento energético da propriedade rural.

## 9. CONCLUSÕES

Na atual situação energética e com as perspectivas futuras a agricultura e a silvicultura estão sendo necessariamente encaradas sob um novo enfoque. Antes do agravamento da crise do petróleo, estes setores eram vistos apenas como produtores de alimentos, matérias-primas industriais e bens de exportação.

Hoje, a elas está reservado o papel de fornecedores de uma parcela considerável da energia que se consome no país, devendo chegar em 1985 a contribuir com 26,8% do total das fontes primárias de energia.

Neste renovado contexto a formulação de uma política agro-energética se apresenta de extrema importância pelas profundas implicações econômicas, estratégias e sociais que irá proporcionar.

O estabelecimento de linhas de atuação (produção de biomassas energéticas, substituição e economia de derivados de petróleo e auto-suprimento energético da propriedade rural) bem definidas e harmonizadas com as linhas de atuação de outros setores da sociedade é um mérito que sobressai da política agroenergética do Ministério da Agricultura.

À pesquisa agropecuária cabe, em muitos casos, viabilizar técnica e economicamente as soluções propostas, atuando de forma a identificar os problemas a elas inerentes e encontrar soluções práticas para os mesmos.

No tocante à produção de "biomassas energéticas" a pesquisa agropecuária deverá se preocupar em estabelecer condições de aumentar a produção e a produtividade, sem que sejam diminuídas as produções de culturas alimentares de insumos industriais e de produtos exportáveis.

Quanto à economia e substituição de derivados de petróleo no setor primário, são necessários estudos mais profundos sobre a produção e a utilização, a nível de propriedade rural, de combustíveis derivados de biomassas.

Em alguns casos já se demonstrou a viabilidade de tal utilização: o biogás alimentando máquinas e equipamentos estacionários nas propriedades proporciona relativa independência em relação aos combustíveis tradicionais; o gasogênio acionando motores estacionários e motores de tratores (ciclo Diesel) devidamente adaptados já é uma alternativa de economicidade comprovada; o álcool em máquinas e tratores de ciclo otto também será dentro em breve, boa alternativa para o óleo diesel.

Finalmente, na questão do auto-suprimento energético da propriedade rural faz-se necessário que a pesquisa agropecuária execute trabalhos básicos que possibilitem desenvolver sistema de produção apoiadas na utilização de combustíveis e fertilizantes derivados de biomassas.

Um modelo energético para propriedades rurais de médio ou grande porte ou para associações de pequenos produtores está apresentado na Figura 14.

Este modelo privilegia a máxima utilização das matérias-primas e da energia nelas contidas propiciando uma alta taxa de eficiência na conversão energética global de energia solar (e de alguns fertilizantes químicos) em produtos agropecuários.

Assim como nas últimas décadas a pesquisa agropecuária foi orientada no sentido de aumentar a produtividade através da "modernização" dos sistemas de produção com a introdução de práticas que envolviam o uso crescente de combustíveis e fertilizantes, faz-se necessário que se adote nova orientação destinada a encontrar soluções que, sem reverter os avanços tecnológicos já obtidos, possibilitem atingir elevado grau de auto-suficiência energética das propriedades rurais.

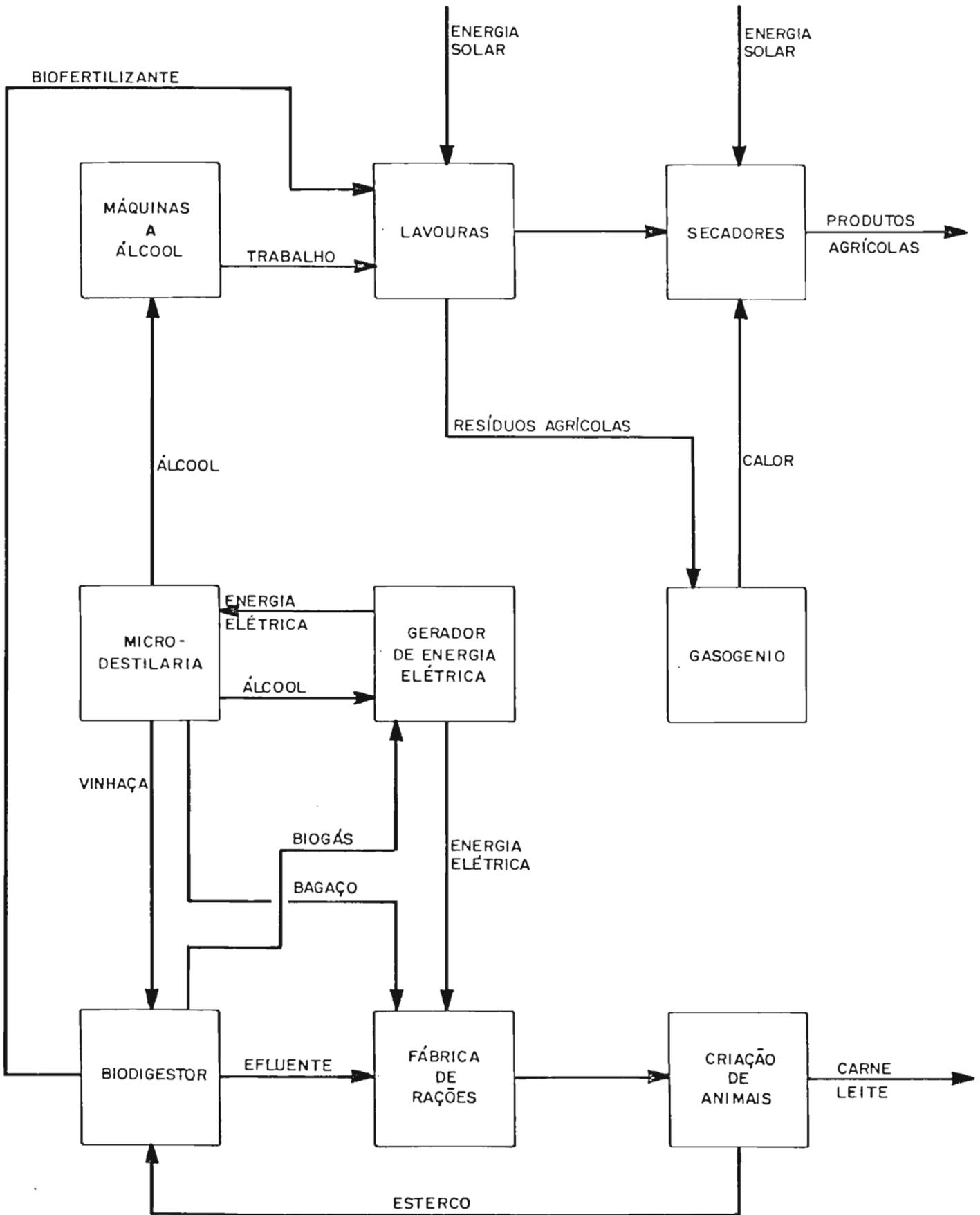


FIGURA 14 - Modelo energético da propriedade rural.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguiar, C.A. I Encontro sobre tecnologia dos óleos vegetais. Scania - Scab - S. Paulo - novembro 1980.
2. Alcântara Filho, J.B. Micro e Mini Destilarias no Brasil - A visão do do Empresário - in Anais do I Seminário sobre Micro e Mini destilarias de álcool - S. Paulo. 8p, setembro 1980.
3. BRANDINI, A. e colab. Desempenho de tratores a álcool uma avaliação técnico econômica. in XI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola Brasília. junho 1981.
4. BRANDINI, A.; DIAS, J.M.C.S.; COBBE, R.V. Subsídios para Implantação do Programa Nacional de Pesquisa em Energia. EMBRAPA, Brasília, 23p, julho 1981.
5. BRUWER, J.J. The use of sunflower seed oil in diesel engined tractors. Resumo. IV Simpósio Internacional sobre Tecnologia dos Álcoois como combustíveis. Guarujá - 1980.
6. BUSINESS Week. Special Report. N. York, p.11-12, julho 1981.
7. CASTRO, F.X.; BRENO NETTO, O. Uso do gasogênio em tratores - A Granja. junho 1981, p.38-42.
8. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA. Programa Nacional de Florestas Energéticas. Brasília, 17p. fevereiro 1981.
9. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA. Programa Nacional de Óleos Vegetais para Fins Combustantes. Brasília, 16p. junho 1981.
10. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA. Grupo de Energia Solar. Energia Solar. Brasília, 10lp. julho 1981.
11. Coordenadoria de Fertilizantes, Corretivos, Defensivos e Inoculantes. Fertilizantes. Informativo SNAP. 3(13):2-7, abril, 1981.

12. CORREA, M.P.F. e colab. Cultivo de batata-doce nas entrelinhas do guaraná. Comunicado Técnico nº 15. UEPAE Manaus. s.p. novembro 1980.
13. CRUZ, E.R. e colab. Rentabilidade Potencial de Microusina de Álcool a partir de cana-de-açúcar. Um estudo preliminar. Pesq. Agropec. Brasil. Brasília, 15(4):365-378, out. 1980.
14. DIAS, J.M.C.S. Atuação da EMBRAPA na implantação de microdestilarias para Energização Rural. In: Simpósio sobre Álcool. Desde a plantaçaõ da cana-de-açúcar até o consumo de álcool. São Paulo, 33p. junho 1980.
15. DIAS, J.M.C.S. A atuação da EMBRAPA no desenvolvimento conceitual e tecnológico das microdestilarias. (Documento interno EMBRAPA). Brasília, 17p. Agosto 1981.
16. DIAS, J.M.C.S.; BORGONOV, R.A. Produção de Álcool de Sorgo Sacarino - Alguns resultados de Interesse para o Processamento em Escala Industrial. In: 1º Congresso Brasileiro de Alcooquímica. São Paulo, 27p. junho 1981.
17. EMBRAPA. Microdestilarias: Uma Avaliação Realista. Brasília, 21p. outubro 1980.
18. EMBRAPA. Programa Nacional de Pesquisa de Energia (Documento para Discussão), Brasília, 72p. agosto 1981.
19. EMBRAPA. Programa Nacional de Pesquisa Florestal - Relatório Técnico Anual (1980). Brasília, 186p. 1981.
20. EMBRAPA. Projeto Trigo no Cerrado - Anexo C (Energia para os Sistemas de Irrigação). Brasília, agosto 1981.
21. EMBRAPA. Relatório do Grupo de Trabalho para Análise e Recomendações sobre as perdas de Grãos durante a operação de colheita. Brasília, 17p. junho 1980.

22. EMBRAPA. Tecnologia Poupadora de Insumos na Agricultura, Algumas Considerações. Brasília, 42p. 1981.
23. EMBRAPA. CNPMilho e Sorgo. Recomendações para o plantio de sorgo sacarino. Sete Lagoas, 10p. Abril 1981.
24. EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO. Sistema Rural de Bioenergia. Sete Lagoas, 15p. maio 1981.
25. EMBRAPA. Departamento de Projetos Especiais - UEPAE de Teresina - Programa Nacional de Pesquisa de Babaçu. Teresina, 20p. outubro 1980.
26. EMBRAPA. UEPAE de Pelotas. A cultura da Beterraba açucareira Beta vulgaris L. Circular Técnica nº 13. Pelotas, 76p. julho 1981.
27. EMBRATER. Relatório da Primeira etapa da campanha para Redução de Perdas na Colheita no período de outubro de 1980/junho de 1981. Brasília, 13p. julho de 1981.
28. EXPEDITO, P. Desenvolvimento em óleos vegetais combustíveis na UFCeará. Apresentado à STI-MIC, novembro 1980.
29. FERRAZ, J.M.G.; MARRIEL, J.E. Biogás - Uma fonte alternativa de energia. Circular Técnica nº 3. EMBRAPA-CNPMS, Sete Lagoas, 27p. 1980.
30. GORGATTI NETTO, A. Pesquisa de biodigestores no sistema EMBRAPA. In: 1º Congresso Brasileiro de Biogás, Brasília 1981.
31. GUEDES, A.L.C.; LEITÃO, A.M.; CESAR, J. Batata-doce: nova alternativa agrícola para o Estado do Amazonas. Comunicado Técnico nº 7. UEPAE Manaus. 7p. agosto 1980.
32. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Coordenadoria Especial para o Fomento de Biomassa. Diretrizes para a área de agroenergia. Brasília, 16p. agosto 1981.
33. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Modelo Energético Brasileiro - Versão II. Brasília, Maio 1981.

34. PIMENTEL, D. e colab. Food Production and Energy crisis. Science. 182:443-449. 1973.
35. PORTO, M.P. e colab. Fase Agrícola e Industrial das Fontes Alternativas para obtenção de álcool hidratado na UEPAE Pelotas (RS). Comunicado Técnico nº 7. Pelotas, 23p. maio 1981.
36. RIO, R.P. Petróleo vegetal, opção para combustíveis e lubrificantes. ENERGIA, 1(2), 1979.
37. SA FILHO, H. e colab. Viabilidade dos óleos vegetais como combustíveis e lubrificantes. ENERGIA, 2(6). 1980.
38. SOUZA, R.F. Aspectos tecnológicos da cultura da mandioca. EMBRAPA, Brasília, 63p. julho 1980.
39. TEIXEIRA, L.B. Energia Solar - Alternativas para Secagem de Alimentos. Comunicado Técnico nº 8. UEPAE Manaus, 3p. setembro 1980.