



***The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library***

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from AgEcon Search may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

AZ

B

# **Department of = AGRICULTURAL ECONOMICS**

## **“Agricultura E Produção De Energia No Nordeste Do Brasil”**

by

**Paulo Roberto Silva**

**Working Paper No. 13**

**COLLEGE OF AGRICULTURE  
The University of Arizona**

**Tucson, Arizona 85721**

**AGRICULTURA E PRODUÇÃO DE ENERGIA  
NO NORDESTE DO BRASIL**

**BY**

**PAULO ROBERTO SILVA**

**Working Paper No. 13**

**Collaboarative research project on energy  
production from the agricultural sector in  
Northeast Brazil. USDA/OICD Contract No.  
CR-3-0 DC2A**

**Banco do Nordeste do Brasil  
Universidade Federal do Ceará  
University of Arizona**

**April 1982**

## PREFÁCIO

Os trabalhos desta série\* são resultantes de um programa de pesquisa e cooperação técnica envolvendo as Universidades do Arizona - USA, o Banco do Nordeste do Brasil (BNB/ETENE) e a Universidade Federal do Ceará (CCA/DEA). Referido programa foi iniciado em Setembro de 1980, e tem, entre outros objetivos, o de estudar os aspectos técnicos e econômicos da utilização da biomassa para fins energéticos.

Além do apoio institucional acima mencionado, conta o programa com o suporte financeiro do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA/USA) e do Conselho Nacional de Pesquisas do Brasil (CNPq/SEPLAN):

Alguns dos trabalhos produzidos serão distribuídos entre pesquisadores e pessoas interessadas na área, e deverão ser publicados em dois idiomas: português e inglês. O conteúdo dos mesmos não apresenta necessariamente a opinião das instituições patrocinadoras, de forma que os conceitos e opiniões emitidos são de exclusiva responsabilidade dos autores.

Esses trabalhos, em sua grande maioria, também se apresentam como versões preliminares, portanto sujeitos a críticas e revisões. Oportunamente, alguns deles deverão ser selecionados para publicação como monografias, ou artigos em revistas especializadas. Quaisquer críticas, sugestões, ou comentários sobre a forma e o conteúdo dos trabalhos divulgados poderão ser dirigidos às seguintes pessoas e endereços:

Dr. Roger W. Fox  
Dept. Agr. Economics  
Univ. of Arizona  
Tucson, AZ 85721  
USA

Dr. Paulo Roberto Silva  
BNB/ETENE  
Caixa Postal 628  
60000 Fortaleza-CE  
Brasil

Dr. Jose V. Bisserra  
UFC/CCA/DEA  
Caixa Postal 354  
60000 Fortaleza-CE  
Brasil

---

\*Outros trabalhos já publicados neste série:

"Net Energy Analyses of Alcohol Production from Sugarcane in the Cariri Region of Ceará, Brazil," by Ahmad Saeed Khan and Roger Fox, Working Paper No. 10, July 1981.

"An Evaluation of the Structural and Economic Effects of the PROALCOOL Program in Northeast Brazil: A Dissertation Proposal," by Zalman Gordin, Working Paper No. 11, August 1981.

"Alimentos e Energia: Como Compatibilizar o Conflito Emergente?" by Paulo Roberto Silva, Working Paper No. 12, September 1981.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	01
2. O MODELO ENERGÉTICO BRASILEIRO E SUAS RE- PERCUSSÕES SOBRE A REGIÃO NORDESTE .....	05
2.1. Considerações Gerais .....	05
2.2 O Programa Nacional do Álcool .....	09
3. BALANÇO ENERGÉTICO REGIONAL: Realidade e Possibilidades .....	20
3.1. Fontes de Produção Interna e Con- sumo de Energia no Nordeste .....	20
3.2. Energia a Partir da Biomassa: Fontes de Produção Alternativa na Região .....	23
3.2.1. Antecedentes Históricos ..	23
3.2.2. Potencial Produtivo da Biomassa no Nordeste .....	26
3.3. Balanço Energético de Algumas Culturas na Produção de Álcool ...	54
4. A BIOMASSA COMO FONTE DE PRODUÇÃO DE ENERGIA VS. PRODUÇÃO DE ALIMENTOS: O Conflito Energente .....	60
5. SUMÁRIO E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	66
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70

## 1. INTRODUÇÃO

A despeito da crise energética mundial ou crise do petróleo terse agravado com a instabilidade política no Oriente Médio em fins de 1973, a sua origem advém na realidade de uma constatação bastante simples: O petróleo é um recurso natural não-renovável, e, mantidas as atuais tendências de produção e consumo, as reservas mundiais existentes esgotar-se-ão no final deste século, ou, segundo as previsões mais otimistas, no ano 2.010(22).

As perspectivas de um colapso mundial no abastecimento de petróleo, a partir do ano 2.000, levaram pânico tanto aos países desenvolvidos como àqueles em desenvolvimento, em geral grandes consumidores do produto e com uma estrutura produtiva fortemente vinculada ao petróleo e seus derivados. Para aquele bloco de países considerados desenvolvidos, a conjuntura, embora adversa, não se afigura tão grave como no mundo subdesenvolvido, onde há escassez relativa do produto e depende significativamente de suprimentos externos. É o caso, por exemplo, do Brasil, cujo volume importado representava em 1978 cerca de 42,0% do total de energia utilizada no país. Em face disso, os gastos com o petróleo eram bastante expressivos, correspondendo a 30,9 e 33,4%, respectivamente, do valor total das importações e exportações brasileiras naquele mesmo ano (42).

Tendo em vista a estreita dependência e a contínua elevação dos preços do barril de petróleo no mercado internacional, a economia brasileira vem-se ressentindo há tempos de uma séria crise,

manifestada através de fortes pressões inflacionárias e acentuado "deficit" no balanço de pagamento. A curto prazo, a única opção viável para superar a crise foi absorver gradativamente os sucessivos aumentos de preços do petróleo importado, haja vista que a produção nacional de comustíveis fósseis (petróleo, gás natural, xisto e carvão mineral), era insuficiente para atender às constantes pressões da demanda no mercado interno. A médio e longo prazo, clamava-se pela reformulação da estrutura energética do país e dentre as inúmeras opções disponíveis pensou-se na utilização de biomassa, que, a exemplo de outros programas do setor, passou a ter prioridade nacional.

Dessa forma, além dos esforços da PETROBRÁS, empresa estatal voltada para a pesquisa, prospecção e exploração do petróleo em nosso país, e dos outros programas do setor, ressurgia a agricultura como uma das estratégicas opções para atenuar e equacionar o grave problema energético brasileiro. Convém lembrar que a participação e contribuição da agricultura como fonte primária de energia no país não se constitui novidade e chegou a ser bastante significativa na década de 60(5). Desde então, e por um longo período de tempo em que os custos de produção de petróleo se tornaram cada vez mais baixos e os seus preços competitivos, o setor agrícola teve de reorientar sua função, concentrando-se primordialmente nos seus objetivos básicos, quais sejam: a produção de alimentos e matérias-primas para o consumo interno e externo.

Em face da contínua escalada dos preços do petróleo e dos graves reflexos da crise energética mundial sobre a economia do país, novas perspectivas reabriram-se para o setor agrícola, o qual

deveria enfrentar o grande desafio do século que é a produção de substitutivos econômicos para o petróleo. Para muitos autores, a biomassa seria uma das fontes alternativas de energia mais viáveis para o nosso país, haja vista que, a partir da mesma, é possível a obtenção, a baixos custos e em grandes quantidades, de combustíveis sólidos, líquidos e gasosos (7, 11, 12, 23, 43, 48). O Brasil, pela abundância de insolação oferece condições excepcionais para o aproveitamento da radiação solar via fotossíntese, um complexo processo químico, através do qual as plantas, ao captar e armazenar energia, podem ser utilizadas para a produção de combustíveis líquidos tais como a álcool etílico, óleos, metanol, etc.. Portanto, a sua condição de país tropical possibilita um rendimento fotossintético bem melhor do que nas regiões temperadas, e, consequentemente, uma maior concentração e acumulação de energia solar para a conversão biológica (50).

Igualmente no Nordeste, que ocupa uma vasta extensão do território brasileiro, presume-se existirem condições amplamente favoráveis à produção de biomassas com fins energéticos. Além da cana-de-açúcar, que já vem sendo largamente utilizada na produção de combustível carburante, a região oferece boas condições para a produção de mandioca, sorgo sacarino, babaçu, marmeleiro, oleaginosas, etc., que são algumas das opções para a produção de álcool, óleo diesel, lubrificantes e o óleo combustível (25).

Tentar-se-á, ao longo desse trabalho, explorar o elenco de possibilidades existentes e as possíveis repercussões de sua utilização para a economia regional e o programa energético brasileiro. Igualmente tenciona-se fazer algumas incursões acerca dos potenciais

"trade-offs" implícitos no uso dos recursos escassos da região para fins energéticos "vis-a-vis" com a sua utilização na produção de alimentos para a população.

Ressalte-se na oportunidade que este trabalho não tem a menor pretensão de ser original. É mais um trabalho de síntese elaborado no sentido de situar o problema no contexto brasileiro e regional, assim como obter uma idéia generalizada acerca da crise e das questões mais pertinentes sobre o setor. Para tanto, serão utilizadas várias fontes de informação, incluindo estatísticas, artigos especializados, anais, livros, publicações avulsas, etc., complementadas naturalmente por algumas incursões de natureza teórica e reflexões do próprio autor.

## 2. O MODELO ENERGÉTICO BRASILEIRO E SUAS REPERCUSSÕES SOBRE A REGIÃO NORDESTE

### 2.1 Considerações Gerais

O modelo energético brasileiro é, como o próprio documento indica, a estratégia básica formulada para o setor de energia em nosso país. Trata-se, na realidade, de um catálogo de intenções manifestadas pelo governo federal e inserido no programa de mobilização energética que foi instituído por decreto-lei em agosto de 1979 (42). Em sua estruturação, o modelo partiu de um diagnóstico da situação energética na época e, em sequida, propôs diretrizes, estratégias e ações voltadas para a produção, conservação e diversificação dos recursos energéticos, objetivando a substituição dos derivados de petróleo.

Conforme se depreende do documento elaborado, a filosofia básica que inspirou e norteou a especificação do modelo energético brasileiro foi a conscientização nacional de que a definição de prioridades objetivando enfrentar a crise energética era inadiável e necessitava redobrada atenção tendo em vista que:

(a) A produção e as reservas internas de petróleo são pequenas em relação às necessidades atuais e futuras de nosso país. Ademais, reconhece-se que as principais fontes de suprimento externo estarão continuamente ameaçadas pelas políticas de preços e produção dos cartéis e a emergente instabilidade política no Oriente Médio.

(b) As estratégias objetivando aliviar as pressões da demanda interna via uma política gradualista de preços e conservação

de energia aparentemente são válidas, mas, a longo prazo, a opção mais lógica seria estimular alterações na estrutura produtiva de economia no sentido de viabilizar a utilização de outros combustíveis substitutos do petróleo e satisfazer as necessidades e crescentes aspirações da sociedade brasileira.

(c) O potencial energético do País, a partir das fontes naturais renováveis, é significativo e a sua utilização poderá ser viabilizada técnica e economicamente a médio e longo prazo, com recursos humanos e tecnologia puramente nacionais.

Dentro dessa ótica, o modelo em apreço enfatiza a necessidade de maximizar as reservas de petróleo já existentes, bem como ampliar a pesquisa exploratória de produção nas bacias sedimentares do Amazonas, Paraná e Plataforma Continental. Além disso, sugere a implantação da indústria de processamento do xisto pirobetuminoso e a ampliação da capacidade de geração elétrica, tendo como fonte primária a energia hidráulica e a nuclear.

A concepção do modelo energético brasileiro foi fortemente influenciada pela atual dependência e escassez do petróleo em nosso país. Daí por que, além de enfatizar a pesquisa exploratória objetivando maximizar a produção interna, o mesmo volta-se fundamentalmente para grandes metas de substituição do produto importado até 1985, via aproveitamento do carvão mineral, da biomassa e de outras fontes não-convencionais, conforme apresentado a seguir:<sup>\*/</sup>

---

<sup>\*/</sup> Previsões obtidas a partir, de (42), pp. 56.

(a) Álcool	170.000 barris/dia
(b) Carvão mineral	170.000 barris/dia
(c) Carvão vegetal	120.000 barris/dia
(d) Xisto	25.000 barris/dia
(e) Outras fontes	15.000 barris/dia

As cinco fontes energéticas antes mencionadas deveriam produzir, segundo as previsões do Ministério das Minas e Energia, 500.000 barris/dia de combustíveis em 1985, o que, somados à produção nacional de petróleo naquela data, propiciaria uma oferta equivalente a 1 milhão de barris/dia<sup>\*/</sup>. Admitindo-se uma taxa de crescimento do consumo de 7% ao ano, a demanda de petróleo em 1985 deveria atingir 1,7 milhão de barris/dia. Com uma economia diária prevista de 200.000 barris/dia, a demanda se reduziria a 1,5 milhão de barris e a dependência externa, a apenas 33% das necessidades do país naquele mesmo ano.

Do ponto de vista de mobilização e utilização de recursos, o modelo energético brasileiro vislumbra a possibilidade de se explorarem as fontes alternativas regionais: o carvão mineral no Sul do país, o carvão vegetal na Amazônia e a biomassa vegetal no Nordeste. Portanto, apesar de ser um modelo concebido globalmente e delineado para atingir grades objetivos nacionais, ele é bastante explícito no que diz respeito aos caminhos e às alternativas mais viáveis para a produção de energia em cada região do país.

---

<sup>\*/</sup>

Para este ano, segundo FASSY (13) a PETROBRÁS espera alcançar a produção de 250 mil barris/dia e para tanto deverá investir cerca de 3 bilhões de dólares.

Neste aspecto em particular, a concepção do referido modelo foi bastante realista, e por que não dizer, teoricamente consistente, haja vista que tenta compatibilizar seus objectivos e metas com a disponibilidade e escassez relativa dos recursos naturais nas várias regiões do país. Assim sendo, ao admitir para cada região alternativas energéticas compatíveis com a sua constelação de fatores, o modelo leva em conta implicitamente o custo de oportunidade dos recursos escassos utilizados na produção, os quais, em princípio, deveriam ser direcionados para aqueles fins e atividades mais produtivas economicamente.

No caso do Nordeste, por exemplo, onde a biomassa se apresenta como uma das alternativas enérgéticas mais promissoras, a operacionalização do modelo ponderá ter profundas repercussões no uso e eficiência dos recursos, sobretudo a terra. É de se esperar ainda que ocorram alterações significativas nos preços de alguns produtos e insumos agrícolas, nas relações sociais de produção no campo, na produtividade e nos índices de capitalização da agricultura regional.

Na prática, os primeiros efeitos advindos da efetiva operacionalização do modelo energético brasileiro na região Nordeste começam a ser visualizados através do PROÁLCOOL que é um programa econômico-social, instituído há cerca de cinco anos. Referido programa foi paulatinamente incorporado ao modelo energético brasileiro e, em princípio, se constitui uma das alternativas energéticas mais promissoras para o país e a região. Não era objetivo desse trabalho realizar uma discussão exaustiva do

PROÁLCOOL, um programa já amplamente debatido tanto a nível nacional como internacional. Dada a sua relevância serão apresentadas algumas considerações sobre a organização, operacionalização e prováveis repercussões do PROÁLCOOL para a economia da região.

## 2.2. O Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL)

Em face da limitada oferta interna de petróleo e das incertezas com relação às políticas de preços e produção dos cartéis internacionais, o governo brasileiro voltou-se para a definição de um programa energético fundamentalmente nacional de forma a reduzir nossa dependência externa e atenuar os efeitos de um colapso iminente no abastecimento mundial de petróleo. Nesse sentido além de ampliar o esforço da PETROBRÁS via prospecção em outras áreas e os contratos de risco, o governo brasileiro criou, em 1975, o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), com a finalidade de incentivar a produção deste combustível, como fonte energética alternativa para o petróleo.

Segundo o Decreto-Lei Nº 76.593 de 14 de Novembro de 1975 que criou o PROÁLCOOL<sup>\*/</sup>, este programa deveria ter como objetivo fundamental "expandir a produção de álcool de cana e outras matérias-primas e viabilizar seu uso como combustível no sentido de atender as necessidades do mercado interno e externo e da

---

<sup>\*/</sup>

Para uma análise pormenorizada acerca dos diversos aspectos do PROALCOOL; veja: (2, 3, 14, 32, 36, 37, 52)

política automotiva do país". Referido Decreto ainda fixou a paridade de preços do álcool com o açúcar e definiu as condições de financiamento à produção, aos projetos visando ao aprimoramento da tecnologia industrial, à pesquisa e à assistência técnica à produção de matérias-primas.

A despeito do Decreto-Lei 76.593 ter enfatizado o uso do álcool puro ou em mistura carburante para a indústria automotiva, o seu aproveitamento como matéria-prima para a indústria química não foi descartado. Também, conforme concebido, o PROÁLCOOL deveria ter uma grande dimensão social, haja vista que, além dos objetivos estritamente econômicos e estratégicos, deveria servir como um instrumento para atenuar ou corrigir as desigualdades regionais e pessoais de renda, reduzindo assim o "gap" que separa as regiões pobres das mais ricas do país.

O PROÁLCOOL é, na realidade, um programa de alcance nacional e hierarquicamente tem como órgão normativo e de coordenação o Conselho Nacional do Álcool (CNAL). Neste nível também atua o Banco Central que é o gestor e supridor dos recursos financeiros destinados ao programa, obedecidas as normas e condições estabelecidas pelo Conselho Monetário Nacional. Como órgãos de execução do PROÁLCOOL incluem-se a Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL), o Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA), a Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio (STI), a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER), o Banco do Brasil e os bancos de desenvolvimento, incluindo o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico (BNDE), o Banco Nacional de Crédito Cooperativo

(BNCC), Banco do Nordeste (BNB), o Banco da Amazonia (BASA), além dos bancos estaduais que possuem carteiras especializadas.

Decorridos cinco anos de sua institucionalização, o PROÁLCOOL caminha para uma fase de plena consolidação, e as perspectivas no momento parecem bastante animadoras (27). Mesmo aqueles mais célicos e que não acreditavam no programa como uma das opções energéticas capazes de reduzir dependência externa do país, estariam agora mais otimistas, vez que os agricultores e industriais atenderam prontamente aos apelos e aos estímulos governamentais, a ponto de se atingirem as metas previstas antes dos prazos préestabelecidos. Desse modo, a meta inicial de três bilhões de litros fixados pelo programa para 1980, em todo o país, ultrapassou as expectativas e já excedeu aquele valor em, aproximadamente, 600 mil litros\*/.

Segundo previsões mais recentes, dever-se-ia atingir uma produção de 10,7 e 14,0 bilhões de litros de álcool em 1985 e 1987, respectivamente, em todo o país. Por sua vez, a Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL/MIC) indicava que, em 14 de janeiro de 1980, com os novos projetos de destilarias enquadrados no programa, a capacidade total do PROÁLCOOL deveria atingir cerca de 5,8 bilhões de litros por safra (36). Em entrevista concedida à imprensa no mês de setembro em São Paulo era o próprio Presidente da República quem anunciava enfaticamente o novo marco do PROÁLCOOL; o qual, com

---

\*/

A evolução da produção de álcool no país tem sido bastante significativa, conforme mostram algumas estatísticas do Ministério da Indústria e Comércio, ou seja, 0,6 bilhões de litros em 1975/76, 0,7 em 1976/77, 1,5 em 1977/78, 2,5 em 1978/79 e, finalmente, 3,6 no período 1979/80.

os seus 298 projetos já aprovados, ampliava a capacidade de produção do início do ano para 6,7 bilhões de litros por safra, dois terços, portanto, da meta prevista para 1985—\*/.

O Banco do Nordeste, o segundo agente financeiro do Programa no país e o primeiro da região, realizou, até dezembro de 1980, trinta e cinco operações de crédito industrial, comprometendo recursos da ordem de Cr \$7,65 bilhões de cruzeiros. Em dezembro deste mesmo ano, vários projetos se encontravam em análise nesse agente financeiro, demandando recursos no valor de Cr \$24,8 bilhões. Em operações agrícolas, o Banco do Nordeste tinha comprometido até 30 de dezembro de 1980, cerca de Cr \$1.552.078,00.

Em fins de janeiro de 1981, o número de projetos para destilarias de álcool enquadrados no programa na região Nordeste era de 111, com uma capacidade total de produção em torno de 2,4 milhões de litros de álcool por safra (tabela 1). Referidos valores representavam na época apenas 32,1 e 33,8%, respectivamente, do total dos projetos e da capacidade de produção instalada no País, onde apenas o Estado de São Paulo, na região Centro-Sul, tinha uma participação mais expressiva do que a região Nordeste\*\*/.

---

\*/ Reportagem publicada no Jornal "O POVO". Fortaleza-Ceará, Setembro 6, 1980.

\*\*/ O número de projetos enquadrados no Estado de São Paulo era de 136 e com uma capacidade de produção estimada em 2,7 milhões de litros por safra, aproximadamente.

TABELA 1

Projetos Aprovados Pela Comissão Nacional do Álcool (posição em 26/01/81)

Estados	Destilarias Anexas		Destilarias Autônomas		Total	
	Nº	Capacidade ( $10^6$ l/safra)	Nº	Capacidade ( $10^6$ l/safra)	Nº	Capacidade ( $10^6$ l/safra)
Maranhão	-	-	4	125,1	4	125,1
Piauí	-	-	3	137,8	3	137,8
Ceará	1	18,0	3	48,2	4	66,2
Rio Grande do Norte	2	23,2	4	90,1	6	113,3
Paraíba	4	34,0	8	168,7	12	202,7
Pernambuco	21	234,8	6	90,0	27	324,8
Alagoas	26	469,8	10	289,4	36	759,2
Sergipe	2	18,0	1	16,2	3	34,2
Bahia	2	35,8	14	582,3	16	618,1
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>833,6</b>	<b>53</b>	<b>1.547,8</b>	<b>111</b>	<b>2.381,4</b>

\*/

Fonte: Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL).

Em que pese à existência de várias culturas potencialmente disponíveis para a produção de álcool no Nordeste, a cana-de-açúcar tem sido a matéria-prima mais expressiva ou por que não dizer, a única beneficiada pelo Programa. Em face disso, a expansão da área colhida durante o período 1975/1980 foi relativamente significativa, ou seja, 6,5%. Em grande parte isto deve ser creditado aos benefícios concedidos pelo PROALCOOL, que, atuando em conexão com o IAA e outros órgãos de execução do programa, vem mantendo uma política paritária de preço realista e crescente estímulo ao produtor rural.

Por enquanto não se dispõe de dados concretos para avaliar o impacto do crescimento da atividade alcooleira sobre a geração de renda e o número de empregos criados na região, mas admite-se que algumas transformações nesse sentido possam ter ocorrido. Segundo algumas projeções realizadas para o período 1987/1988, cerca de 81 mil empregos diretos deveriam ser criados, dos quais 91% na agricultura e 9,7% na indústria<sup>\*/</sup>. Aparentemente, este é um marco significativo e não deixa de ser uma boa perspectiva no mercado de trabalho em especial para a mão-de-obra no campo.

Na prática, o parâmetro normalmente utilizado para se avaliar a eficiência operacional do PROALCOOL são os desvios entre o previsto e o realizado, e, neste aspecto em particular, até mesmo

---

<sup>\*/</sup>  
Veja para detalhes (19) pp. 21.

os mais incrédulos e cáusticos críticos do programa estão sendo surpreendidos porquanto os resultados obtidos até o presente momento superam as previsões mais otimistas. Para os apologistas do programa, diriam os críticos, nada mais cômodo do que centralizar suas atuações nesta metas, mesmo porque já se tornou tradição neste país conceberem-se programas e políticas cujos objetivos fundamentais são, em geral, descartados em detrimento de outros, pelo fato de terem forte conotação social e/ou serem inviáveis politicamente\*/.

Dentro desta ótica não se tem poupado, inclusive o PROALCOOL, o qual, a despeito de suas realizações e do importante papel desempenhado para atenuar a crise energética brasileria, vem sendo causticamente criticado por ter sido desvirtuado em alguns dos seus objetivos iniciais que era direcionar investimentos para as regiões mais pobres, no sentido de reduzir as disparidades inter-regionais e pessoais de renda. Questiona-se, assim, a propalada dimensão social do programa, salientando-se inclusive que, da forma como vem sendo implementado, o mesmo deve acentuar, ao invés de reduzir, as desigualdades sociais, uma vez que discrimina em favor das áreas mais desenvolvidas (15).

Outros críticos são ainda mais incisivos ao enfatizar que a operacionalização do programa não apenas compromete a sua concepção, mas o transforma num desastre social, sobretudo pelo seu caráter elitista, concentrador, inflacionário e discriminatório, contrariando,

---

\*/

Cite-se entre outros o Programa de Redistribuição de Terras no Nordeste (PROTERRA), conforme avaliação procedidas pelo MINTER/BNB (35), e UFPe/PIMES (49).

assim, os interesses maiores da sociedade, inclusive a defesa ambiental. Mais especificamente, argumenta-se que o PROÁLCOOL tem-se restringido à produção de álcool para substituição da gasolina e isto é uma farsa ... "o álcool é para os automóveis e está sobrando gasolina". O álcool, argumentam outros, sendo um produto nobre, a sua utilização, a baixo custo pela frota de automóveis, representa de fato uma economia predatória, uma vez que estimula o transporte individual ao invés do coletivo, penalizando as pessoas mais pobres e privilegiando aquelas classes de renda mais elevada-\*/.

Pelas condições extremamente vantajosas que oferece, o PROÁLCOOL tem favorecido apenas os usineiros e grandes proprietários, especialmente os do Centro-Sul, cuja região tem sido a maior beneficiária do Programa. Com recursos altamente subsidiados, mercado e preço do produto assegurado pelo governo, o programa tem despertado invulgar interesse dos usineiros cuja pressão sobre o mercado de terras tem contribuído para sua corrente valorização e especulação. Ademais, argumenta-se que o processo de modernização da agricultura estimulado pelos benefícios do PROÁLCOOL imprime padrões inadequados de posse e uso da terra assim como nas relações sociais de produção no campo, manifestados em geral pela incorporação das pequenas propriedades e transformação dos pequenos produtores, parceiros e arrendatários em assalariados temporários. Como

---

\*/ Veja, a propósito: (4, 6, 8, 19, 40, 44, 45).

conseqüência disso, induz-se um aumento na concentração da terra e aprofundam-se as desigualdades de renda a nível pessoal e regional (41).

Há quem afirme também que o PROALCOOL não foi programa concebido primordialmente para atenuar os efeitos da crise energética, mas apenas para resolver a crise da indústria açucareira, em face de sua baixa produtividade, elevados índices de capacidade ociosa e a crescente instabilidade do preço do açúcar no mercado internacional. Subsidiariamente, esse programa teria servido ainda para beneficiar as indústrias produtoras de insumos e de bens de capital voltados para a agricultura, e, principalmente, a indústria automobilística, onde se prenunciava uma série crise em face das restrições de suprimento e a contínua elevação dos preços dos derivados de petróleo no mercado internacional.

Ao enfatizar a utilização da cana-de-açúcar como matéria-prima básica, o PROALCOOL estimula a expansão dessa monocultura, que, por ser extensiva, não favorece a criação de empregos no campo. Além disso, enfatiza-se que a expansão da lavoura de cana e a gradual substituição de culturas alimentícias têm um efeito inflacionário o qual se manifesta via sucessivos aumentos no custo de vida com grandes reflexos para as classes trabalhadoras rurais e urbanas.

Por último, questiona-se o impacto negativo do programa sobre o meio ambiente uma vez que o incremento da produção de etanol, para satisfazer a demanda do PROALCOOL, traria inevitavelmente um aumento na poluição hídrica gerada pela descarga contínua dos resíduos de fabricação, além do provável agravamento da poluição

atmosférica nos centros urbanos causando sérios prejuízos à população, aos animais e às próprias plantas (18, 26).

A despeito de todas as críticas, existem aqueles que preferem assumir uma posição defensiva ou talvez mais cautelosa e rebatem todos os argumentos contrários ao programa num só, ao afirmar que "o problema do álcool e portanto do PROÁLCOOL é a produção de álcool..., ela é desejável em si, como produção de álcool, ou combustível..." etc. etc. Dentro desta ótica, defendem o PROÁLCOOL e as suas principais linhas de ação, contestando inclusive as críticas relativas ao seu caráter discriminatório, concentrador e anti-social, as quais, segundo alguns, não seriam problemas inerentes ao Programa, mas, de fato, resultantes de defeitos em nossa estrutura social de produção e, principalmente, da fragilidade de nossa legislação (24).

Em resumo, o cerne das críticas e as dúvidas quanto à real contribuição do PROÁLCOOL ao problema energético brasileiro inserem-se numa dimensão estritamente social. Assim sendo, a despeito de suas realizações e do cumprimento das metas de produção, persistem as insinuações de que o Programa pode causar significativos danos à população, especialmente aos trabalhadores, pequenos produtores e consumidores de baixa renda.

Conquanto algumas das críticas e ataques desferidos ao PROÁLCOOL possam parecer exagero, a verdade é que o problema merece algumas reflexões. Em primeiro lugar, para que, a exemplo de tantos outros programas delineados em nosso país, não se aprofunde o fosso

existente entre a sua concepção e a efetiva operacionalização. E, segundo, porque ajustando-o a uma estrutura social e produtiva compatível com os interesses da sociedade, poder-se-ia minimizar os danos potenciais à população, cujos efeitos poderiam ser bastante negativos e irreversíveis a longo prazo.

No momento, entretanto, seja pelo montante de recursos que mobiliza, e, principalmente, pelos resultados parciais alcançados, a decisão do governo em levar adiante o programa é irreversível, sendo, portanto, infrutífero se questionar a existência ou mesmo a continuação do PROÁLCOOL: Nesse sentido, a única opção disponível seria apresentar alternativas concretas objetivando aperfeiçoá-lo e ajustá-lo aos grandes objetivos regionais, ou seja, a promoção do bem-estar social de toda a população.

Da forma como concebido, o PROÁLCOOL é antes de tudo um programa social, e, assim sendo, poderia funcionar como um instrumento de política econômica capaz de estimular a produção e a utilização de fatores ociosos (especialmente terra e trabalho) bem como a desconcentração da renda a nível pessoal e espacial. Para o Nordeste, especificamente, e da forma como vem sendo operacionalizado, não há claros indícios de que o Programa possa atingir os fins a que se propôs, daí acreditar-se em gestões objetivando seu redirecionamento.

## 3. BALANÇO ENERGÉTICO REGIONAL: Realidade e Possibilidades

## 3.1 Fontes de Produção Interna e Consumo de Energia no Nordeste

A produção regional de petróleo, principal fonte de combustível industrial e automotivo em nosso país, é bastante expressiva. Estatísticas oficiais indicam que, em 1980, a região produziu cerca de 7.095 milhões de toneladas de petróleo e 1,8 milhão de toneladas de gás natural. Da produção de petróleo obteve-se cerca de 1,7 milhão de toneladas de gasolina, 2,2 milhões de toneladas de óleo diesel, 1,8 milhão de toneladas de óleo combustível, além de outros derivados como o querosene, gasolina de aviação e o gás liquefeito de petróleo (tabela 2)\*/.

Além da produção de energia através deste combustível fossil, a região tem-se utilizado de outras fontes alternativas, como a hidrelétrica e a biomassa vegetal. Referida produção, apesar de bastante significativa em relação às nossas necessidades e às outras fontes de combustível, não atingiu seu máximo haja vista o enorme potencial da região.

A tabela 2 também apresenta algumas estatísticas referentes ao consumo de derivados do petróleo, bem como do álcool, lenha e do carvão vegetal no ano de 1980. Pelo que se depreende

---

\*/ O gás natural e os demais derivados estão expressos em toneladas equivalentes de petróleo (TEP).

**Tabela 2**  
**Balanço Energético Regional**  
**NORDESTE/1980**  
**(EM TEP)**

	Produção (A)	Consumo (B)	Balanço (A-B)	Proporção do Consumo em Relação à Produção
<b>Recursos não-Renováveis:</b>				
Gasolina	1.713.528	1.166.000	547.528	68,0
Óleo Diesel	2.277.609	2.051.000	226.609	90,0
Óleo Combustível	1.879.559	1.985.000	-105.441	105,6
Querosene	102.883	142.000	- 39.117	138,0
Gasolina (aviação)	-	6.000	- 6.000	-
Querosene (aviação)	302.262	262.000	140.262	46,4
GLP	600.972	412.000	188.977	68,5
Outros	218.182	-	218.182	-
<b>Subtotal</b>	<b>7.095.000</b>	<b>5.924.000</b>	<b>1.171.000</b>	<b>83,4</b>
<b>Recursos Renováveis:</b>				
Álcool <sup>*/</sup>	492.000	236.000	256.000	47,9
Hidreletricidade	4.845.000	4.013.000	832.000	82,8
Lenha	4.865.000	3.991.000	874.000	82,0
Carvão Vegetal	243.000	243.000	-	100,0
Bagaço de Cana	2.001.400	1.401.000	600.400	70,0
<b>Subtotal</b>	<b>12.446.400</b>	<b>10.120.000</b>	<b>2.326.400</b>	<b>81,3</b>
<b>OUTROS<sup>**/</sup></b>	<b>1.814.000</b>	<b>34.000</b>	<b>1.780.000</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>21.355.400</b>	<b>16.078.000</b>	<b>5.277.400</b>	<b>75,3</b>

FONTES: SUDENE/CHESF - Evolução e Perspectivas do Consumo de Energia no Nordeste. Comissão Regional de Energia - Subcomissão de Mercado e Disponibilidade de Energia. Relatório Final. Recife-Pe, Out. 1981, pp. 30/III e 69/III.  
 Conselho Na. de Petróleo - CNP. Anuário Estatístico. Separata da Revista "Atualidades do Conselho Nacional de Petróleo, Brasília-DF, 1978, pp. 1-48.

NOTAS: <sup>\*/</sup>Inclui o álcool anidro e o hidratado.

<sup>\*\*/</sup>Inclui GNP, e alguns recursos renováveis.

dos dados apresentados, o Nordeste, se considerado isoladamente, seria auto-suficiente na produção de energia, vez que, nesse ano, o excedente exportável poderia representar 5,2 milhões de toneladas equivalentes de petróleo, ou aproximadamente um terço do consumo total da região.

Atualmente, se se pudesse considerar o Nordeste num contexto isolado, a região estaria numa posição privilegiada, tanto em relação ao Brasil, como a vários outros países do mundo. A longo prazo, e dentro de uma perspectiva mais realista, a ameaça de uma séria crise energética perduraria, mormente se se considerassem as tendências de elevação no consumo e a progressiva redução das reservas internas de petróleo na própria região.

Na tentativa de compensar tais reduções e satisfazer a crescente demanda energética a nível regional e nacional, o setor agrícola regional emerge como uma das válidas alternativas, capaz de dar uma contribuição expressiva através de sua biomassa vegetal. Algumas destas possibilidades por sinal já se tornaram realidade, como é o caso do álcool a partir da cana-de-açúcar, hoje largamente utilizado como combustível carburante puro, ou em mistura com a gasolina. A diversificação da biomassa energética para a produção de álcool na região também parece viável, inclusive com a utilização de oleaginosas e outras espécies nativas vegetais para a produção de óleos e lubrificantes.

Nas secções subsequentes serão apresentados perfis mais detalhados de algumas matérias-primas potencialmente disponíveis no Nordeste para fins energéticos. Mais especificamente serão

abordados alguns aspectos relativos às formas de utilização da biomassa, estimativas do seu potencial produtivo, balanço energético, viabilidade técnico-econômica de aproveitamento e prováveis repercussões sobre a expansão do emprego e de renda na região.

### 3.2. Energia a Partir da Biomassa: Fontes de Produção Alternativas na Região

#### 3.2.1. Antecedentes Históricos

A utilização da biomassa ou de espécimes vegetais para a produção de combustíveis líquidos no Brasil remonta ao início do século. Reportando à literatura, constata-se que as principais experiências utilizando álcool de cana como combustível no país datam de 1920<sup>\*/</sup>. No Nordeste, tem-se conhecimento de duas iniciativas pioneiras com álcool-motor: uma em Pernambuco e outra em Alagoas, quando foram lançados dois carburantes à base de álcool, denominados AZULINA e USGA, respectivamente (39).

A AZULINA, que era de fato uma mistura à base de 85% de álcool, 10% de éter etílico, 5% de gasolina e traços de azul metíleno, teve na época grande aceitação em todo o Nordeste, onde sua comercialização atingiu 450.000 litros por mês. Mais tarde, o uso da mistura álcool/gasolina, na proporção de 5% foi institucionalizado e o Decreto-Lei nº 19.717, de 22 de fevereiro de 1931, tornou-a obrigatória em todo o país.

---

\*/

Veja para detalhes: (9), pp. 60-63 e (32) pp. 33.

Além da cana-de-açúcar, que desde a década de 30 vinha sendo utilizada na produção de álcool-motor, a mandioca foi outra espécie vegetal que também teve uma participação histórica bastante significativa na produção de combustível líquido em nosso país. Segundo algumas fontes, entre 1932 e 1943, no município mineiro de Divinópolis, funcionou a primeira destilaria de álcool obtido a partir da mandioca<sup>\*/</sup>. A produção, àquela época, chegou a atingir um maximo de 856 mil litros anuais, mas, em virtude dos seus elevados custos comparativamente aos preços do álcool de cana e dos derivados do petróleo, a empresa foi desativada.

São desconhecidas precisamente as motivações que determinaram àquela época a utilização da mandioca como fonte alternativa para a produção de combustível líquido no país. Quanto à cana-de-açúcar, as experiências objetivando a sua utilização alternativa estiveram sempre associadas às crises cíclicas da indústria açucareira em face das constantes flutuações de preços do açúcar no mercado internacional, ou mesmo ao elevado custo do petróleo no início do século. Há quem afirme inclusive que o Decreto-Lei 19.717, anteriormente mencionado, foi instituído de fato para atenuar a grave crise econômico-financeira do setor açucareiro nacional. Referida crise, que culminou com a criação do Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA) em 1933, teve entre seus prolongamentos um pronunciamento do Presidente do IAA, em 1934, quando este chegou a afirmar que a estabilidade da indústria

---

<sup>\*/</sup>

Veja: (5) pp. 328; (9) pp. 62-63 e (46) pp. 124-128.

açucareira e a solução do problema do açúcar no Brasil estariam indissoluvelmente ligadas à produção, em larga escala, do álcool para combustível\*/.

Com o fim da II Guerra Mundial, ante a imperiosa necessidade de se recuperar rapidamente a economia dos países aliados que formavam o bloco capitalista ocidental, e o advento de novas tecnologias que possibilitaram uma redução nos custos de prospecção, refino e distribuição do petróleo, seu uso generalizou-se, inclusive no Brasil, onde um de seus principais derivados, no caso a gasolina, substituiu e desestimulou o uso do álcool como combustível carburante. Mais tarde, já na década de 50, com o petróleo cada vez mais competitivo e o advento da PETROBRAS, a possibilidade de utilização do álcool como combustível foi virtualmente afastada, vindo a recrudescer somente com a criação do PROÁLCOOL e ante a desfavorável conjuntura energética mundial.

Com relação a outras espécies vegetais de elevado poder calorífico e virtuais fontes de combustíveis líquidos como o babaçu, sorgo sacarino, marmeiro, óleos vegetais, madeira, aguapé etc., não existem na literatura quaisquer indícios de uma participação histórica mais significativa, seja a nível nacional ou regional. Sabe-se, entretanto, que estas matérias-primas, pelas suas próprias características e abundância no país, vêm despondo como excelentes alternativas para a substituição dos derivados do petróleo, especialmente no Nordeste, onde as condições

---

\*/

In: (5) pp. 61 e (2) pp. 14-16.

edafoclimáticas e de insolação favorecem o desenvolvimento dessa culturas, algumas das quais portadoras de apreciável poder energético renovável.

### 3.2.2. Potencial Produtivo da Biomassa no Nordeste

Conforme enfatizado, existem na região várias matérias-primas oriundas da agricultura e potencialmente disponíveis para a produção de energia. Embora variada e complexa, a biomassa do Nordeste se diferencia bastante em termos de composição química, utilização atual e potencial, balanço energético e horizonte de tempo necessário para viabilizar seu integral aproveitamento.

A curto prazo, a possibilidade mais concreta seria ampliar o uso da cana-de-açúcar, que já vem sendo largamente utilizada na produção de combustível carburante. A médio prazo, o babaçu e a mandioca surgem como as alternativas mais promissoras, haja vista tratar-se de matérias-primas abundantes na região e cuja tecnologia de aproveitamento industrial se encontra num estágio relativamente avançado.

Por fim, poder-se-ia relacionar o sorgo sacarino, o marmeleiro, os óleos vegetais, o aguapé, a jojoba e outras plantas nativas terrestres e aquáticas, como os pinhões, avelões, jurema, micro-algas etc., que também oferecem amplas possibilidades de utilização a prazo mais longo. Os restolhos, dejetos de animais e/ou vegetais também se incluiriam neste conjunto, podendo alguns deles inclusive ser aproveitados numa escala doméstica e em prazo não muito longo.

O problema de prazo aqui especificado, embora paraça arbitrário, está associado não só à disponibilidade da matéria-prima mas sobretudo à viabilidade técnico-econômica do seu aproveitamento para fins energéticos em escala comercial. Esta é a razão pela qual se enfatizou em princípio o uso da cana-de-açúcar e a utilização dos óleos vegetais num horizonte de tempo mais longo. Algumas das características, ocorrência, utilização e potencial produtivo destas matérias-primas serão apresentadas de forma resumida a seguir.

a) Cana-de-Açúcar

Esta espécie vegetal é basicamente a única matéria-prima oriunda da agricultura que vem sendo utilizada para fins energéticos na região. Sua utilização pioneira vincula-se primariamente ao fato de ser uma cultura bastante tradicional e, de outra parte, porque já ostenta um certo domínio da tecnologia agrícola e industrial.

A área de produção circunscreve-se ao longo de uma vasta extensão da costa longitudinal do Nordeste, Vale do Ceará-Mirim no Rio Grande do Norte, Recôncavo Baiano e à parte úmida do Brejo Paraibano. No Nordeste, a cana-de-açúcar ainda é cultivada nas serras úmidas e pequenos vales, entre os quais se incluem as serras da Ibiapaba-CE e Triunfo-PE e o Cariri no Ceará, Sertão de Cajazeiras-PB e a região do Baixo Parnaíba no Estado do Maranhão.

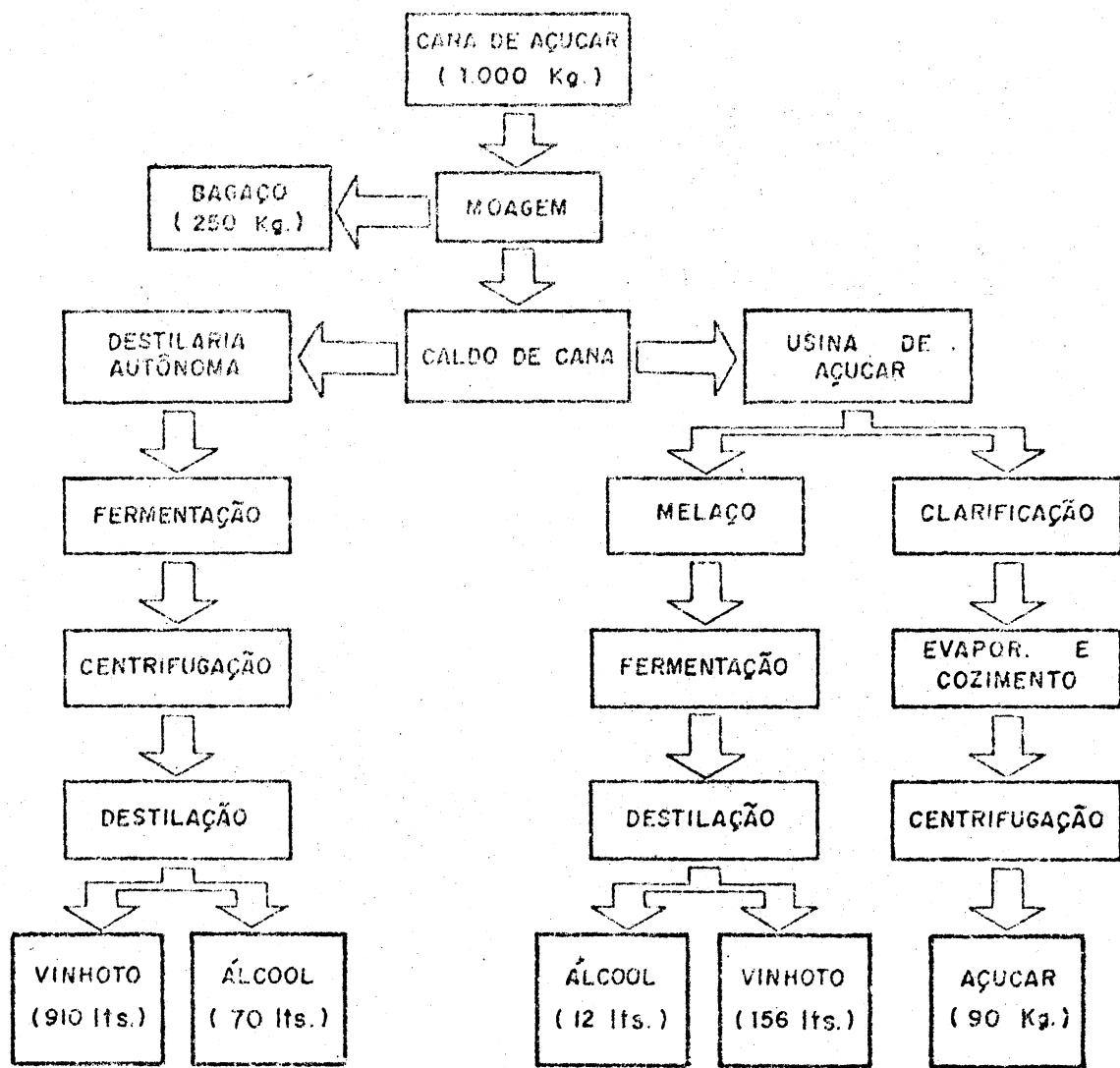
Historicamente, a cana serviu como matéria-prima para a indústria de transformação do açúcar e do álcool. O seu cultivo está inserido dentro de um subsetor moderno da economia agrícola

regional, com predominio de formas capitalistas de produção, uso intensivo de insumos modernos e elevados índices de capitalização. Trata-se de uma matéria-prima rica em açúcares fermentescíveis (monossacarídeos e dissacarídeos), os quais constituem a base para a conversão em álcool etílico ou etanol.

O álcool de cana, que pode ser obtido diretamente em destilarias autônomas ou indiretamente nas destilarias anexas (como um subproduto da fabricação do açúcar) objetiva substituir parcialmente (forma anidra) ou totalmente (forma hidratada) a gasolina como combustível carburante. O etanol, quando aditivado, poderá ser também utilizado como substituto do óleo diesel, havendo ainda a possibilidade de usá-lo como matéria-prima ou combustível para a indústria química (2, 25).

Em média, 1 tonelada de cana-de-açúcar produz (por via direta) 65 litros de álcool e 156 litros de vinhoto, um subproduto altamente poluente, resultante do processo de fabricação do álcool e açúcar, mas que pode ser aproveitado como fertilizante principalmente pela sua riqueza em potássio (veja fluxograma de produção anexo).

Durante o período 1975/80, o incremento da produção de cana-de-açúcar no Nordeste foi de aproximadamente 16 milhões de toneladas, o que corresponde a uma taxa geométrica média de crescimento anual da ordem de 7,9%. Segundo previsões da F.IBGE, a área colhida de cana-de-açúcar no Nordeste, em 1980, será de aproximadamente 1 milhão de hectares, e a produção, da ordem de



REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL ETÍLICO  
A PARTIR DA CANA DE AÇUCAR

50,1 milhões de toneladas<sup>\*/</sup>. Um zoneamento agrícola efetuado pelo PLANALSUCAR indicou entretanto que a área disponível ou potencial para a lavoura canavieira na região seria de, aproximadamente, 8 milhões de hectares (28, pp. 243-253). Admitindo-se que toda esta área fosse efetivamente utilizada e considerando-se ainda uma produtividade média de 50 toneladas por hectare e 65 litros de álcool etílico por tonelada de cana colhida e industrializada, isto resultaria numa produção de 26 bilhões de litros, ou seja, quase o consumo de gasolina projetado para o Brasil em 1985 (20 a 22 bilhões de litros).

Ressalte-se que essa estimativa representaria um valor máximo provável e exclui também as necessidades de consumo (interno e externo) de açúcar, as quais, mantidas as tendências atuais, já em 1985 seriam necessárias à conversão de pelo menos 25,3 milhões de toneladas de cana para atender a demanda prevista<sup>\*\*/</sup>.

Portanto, somando-se as necessidades acima, as previsões de consumo de álcool para a região em 1985 (3 bilhões de litros)<sup>\*\*\*/</sup>, indicam a necessidade de 1,4 milhão de hectares plantados com cana-de-açúcar, o que significa utilizar apenas 17,7% do total da área potencialmente disponível na região.

---

<sup>\*/</sup>

F. IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola-1979/80.

<sup>\*\*/</sup>

Estimativas feitas a partir de dados da F. IBGE, e correspondentes a um nível de consumo (interno e externo) de 2,28 milhões de toneladas.

<sup>\*\*\*/</sup>

Cálculo feito com base na utilização do álcool como combustível puro e a partir das previsões de ALBUQUERQUE, J.L. (1) pp. 36.

A longo prazo, a julgar pela validade das estimativas do PLANALSUCAR e desde que os custos de produção agrícola e industrial do álcool, a partir da cana, sejam competitivos, é possível expandir a área utilizada com cana até o limite máximo indicado, destinando-se a produção excedente a outras regiões do país ou mesmo ao mercado externo. Entrementes, seria oportuno não esquecer os custos de oportunidade envolvidos na utilização e expansão da área em apreço para a produção de cana com fins energéticos vis-a-vis o seu uso na produção de alimentos. Expandir a produção via acréscimos na produtividade talvez fosse mais racional, como também seria comparar os custos e benefícios sociais de se explorar e dinamizar a produção de outras espécies vegetais já cultivadas na região objetivando assegurar um maior suprimento e a diversificação de matérias-primas para a produção de álcool carburante.

b) Mandioca

A mandioca, uma planta da família das "euforbiaceas" e originária do Brasil, vem sendo apontada como uma das matérias-primas alternativas para a produção de álcool, em especial no Nordeste, a principal região produtora do país. O cultivo da mandioca está disseminado em toda a Região, com destaque para os Estados da Bahia, Ceará, Pernambuco e Maranhão que detêm 79,3% da produção regional e representavam em 1978, 42,2% do volume total produzido no país. Tradicionalmente, a mandioca tem sido utilizada para a alimentação humana e animal. Caracteriza-se, em geral,

como uma cultura de subsistência, de baixa produtividade e de grande ocupação de mão-de-obra, sobretudo a familiar\*/.

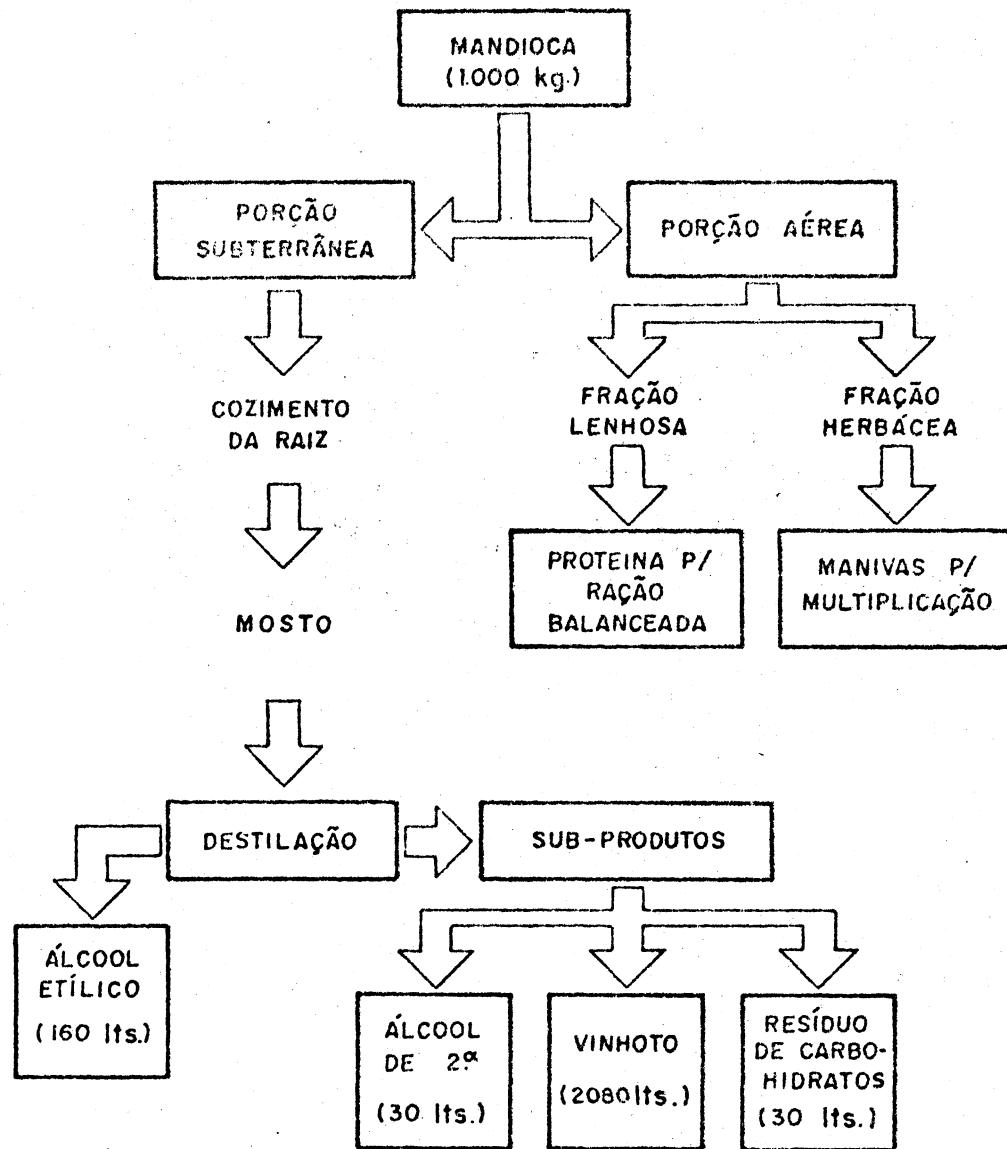
Como fonte energética, as pesquisas tecnológicas indicam que a mandioca pode ser utilizada para a produção de álcool etílico. Do processo resultam vários subprodutos de importância econômica: proteínas para ração balanceada, óleo fusel, álcool de 2a. e o próprio vinhoto que pode ser usado como adubo ou fertilizante (veja fluxograma de produção anexo).

Comparativamente à cana-de-açúcar, a utilização da mandioca para fins energéticos é vantajosa no sentido de que utiliza terras de inferior qualidade, é mais intensiva em mão-de-obra e poderia beneficiar um maior número de agricultores e regiões, sobretudo aquelas mais pobres como o Nordeste, que responde por quase 53,3% da produção nacional. Sua desvantagem mais aparente vincula-se à baixa produtividade física e secundariamente, à disponibilidade de matéria-prima, além de alguns problemas de natureza tecnológica como a sacarificação do amido para a obtenção do álcool, cujos custos de processamento industrial são mais elevados do que a obtenção direta deste combustível a partir de açúcares.

Dados do F.IBGE, para 1980, indicam que a área ocupada com a cultura de mandioca no Nordeste é de aproximadamente 1,3 milhão de hectares. Considerando que a produção estimada para

---

\*/ Segundo estatísticas oficiais, a mão-de-obra familiar representava, em 1979, mais de 90% do pessoal ocupado na lavoura de mandioca. In: (9) pp. 110.



REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL ETÍLICO  
A PARTIR DA MANDIOCA

este mesmo ano seja da ordem de 14,3 milhões de toneladas, isto implicaria num rendimento médio de apenas 11 toneladas por hectare. Convém salientar que parte da produção atual e potencial de mandioca é destinada a outros fins (produção de farinha), haja vista tratar-se de um produto tradicional e largamente consumido pela população nordestina, em especial aqueles segmentos de baixa renda. Nesse caso, utilizando-se 3,7 toneladas de mandioca/tonelada de farinha<sup>\*/</sup>, e admitindo-se um consumo "per capita" anual médio de 47kg<sup>\*\*/</sup>, o consumo total estimado na região seria da ordem de 5,1 milhões de toneladas, o que corresponde a uma área plantada de pouco mais de 464 mil hectares.

Somando-se ao valor acima mencionado mais 616 mil toneladas de mandioca consumida sob outras formas (ex.: fécula, mandioca fresca), dever-se-ia totalizar 630 mil hectares de área plantada para satisfazer esta demanda, ou aproximadamente 48% da área atualmente cultivada na região. Adicionando-se a este valor mais 50% da produção, que normalmente é destinada ao consumo animal<sup>\*\*\*/</sup>, a disponibilidade de área para fins energéticos seria de apenas 2%. Em princípio, foi esta a razão por que não se

<sup>\*/</sup> Fator de conversão utilizado com base em dados da FGV. "Balanço e Disponibilidade Interna de Gêneros Alimentícios de Origem Vegetal". Fundação Getúlio Vargas, Jan 1978, pp. 72-74.

<sup>\*\*/</sup> Estimativa com base no estrato de renda média para o ano de 1974/75 no Nordeste. In: BNB/ETENE "Nutrição e Desenvolvimento Econômico no Nordest". (Trabalho no Prelô). Apêndice B, Tabela 5. p. 113.

<sup>\*\*\*/</sup> Percentual estimado pela Fundação Getúlio Vargas. "Balanço... op. cit. p. 74.

considerou a utilização da mandioca uma alternativa de curto prazo, ou seja, o seu uso para fins energéticos só se faria possível em detrimento da produção de alimentos para a população ou para os rebanhos, haja vista que apenas a médio prazo poder-se-ia conseguir incrementos significativos na sua produção.

Por sua vez um zoneamento edafoclimático de matérias-primas agroindustriais realizado pelo CEPED para o Nordeste e englobando cerca de 27 cultivares, estimou uma área potencial de aproximadamente 9,7 milhões de hectares para o plantio da mandioca e um potencial produtivo da ordem de 144,9 milhões de toneladas<sup>\*/</sup>. Admitindo-se um rendimento industrial de 160 litros de álcool por tonelada de mandioca a área em apreço poderia produzir 24,0 bilhões de litros de álcool/ano.

A longo prazo, dado o enorme potencial de terra disponível na região, parece viável ampliar a produção de mandioca e destiná-la em parte à produção de energia. Aliás, o seu cultivo seria uma excelente alternativa para a cana-de-açúcar, vez que é uma cultura bem adaptável às condições edafoclimáticas da região, absorvedora de mão-de-obra e apresentando uma estrutura social de produção menos concentradora de renda. Desta forma, o estímulo à produção de manioca no Nordeste, seja pela expansão da área cultivada ou via acréscimos na produtividade, certamente teria um grande impacto na renda dos pequenos agricultores, assim como no

---

\*/

Para maiores detalhes veja: CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO (CEPED). Zoneamento Edafoclimático de Matérias-Primas Agroindustriais. Memorando Técnico, Nº 4, pp. 69-76.

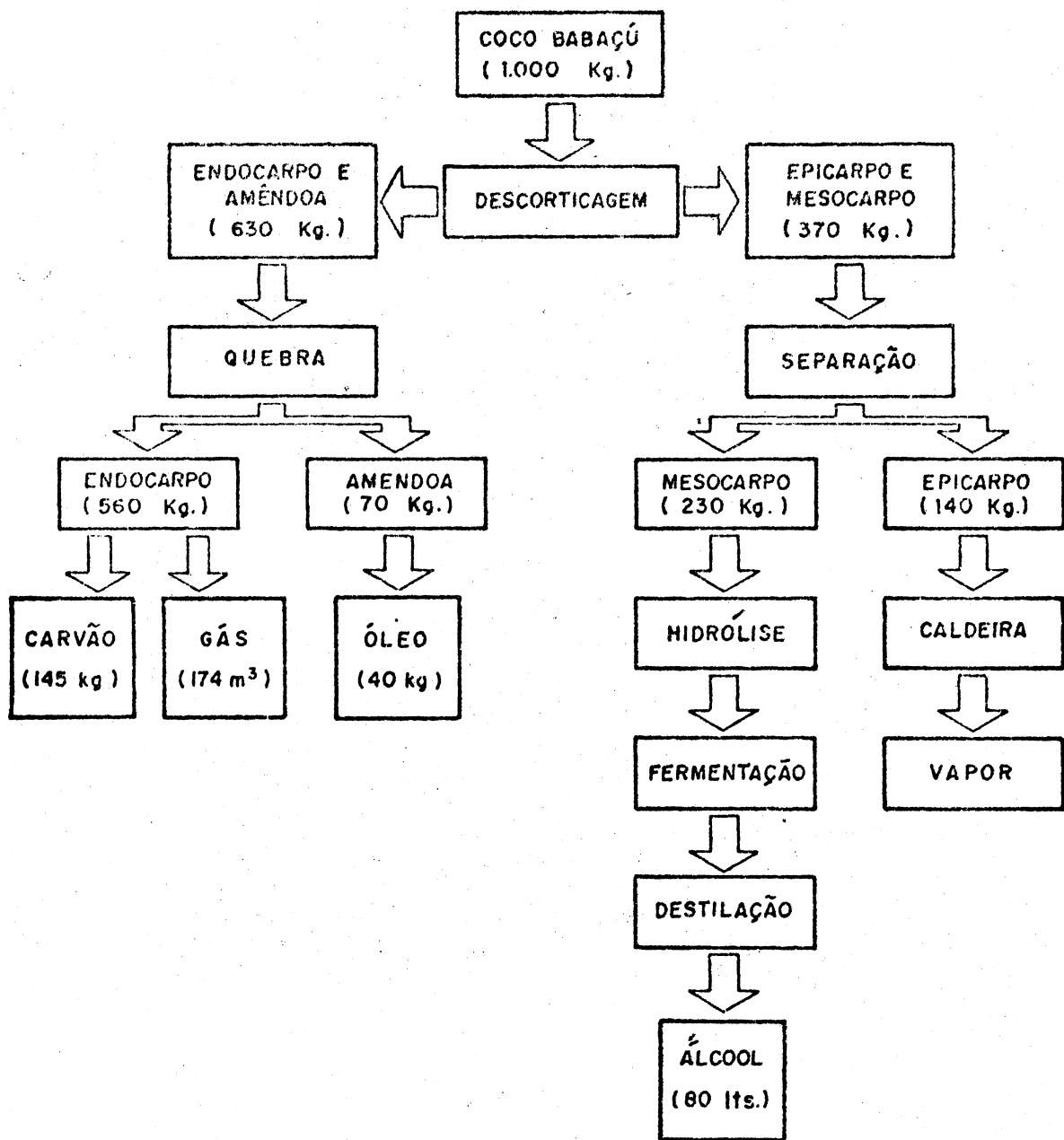
mercado de trabalho, vez que, para cada emprego na cultura da cana-de-açúcar, são criados em média 5,3 empregos para a mesma área de mandioca (37 pp. 21).

c) Coco babaçu

O babaçu é uma planta nativa da família das palmáceas gênero *orbignya*, e considerada uma das fontes energéticas de maior potencial para o país e a região. Sua importância relativa deve-se primeiramente ao potencial produtivo da região, e, em segundo, porque representa uma matéria-prima nobre e que pode ser utilizada para a produção de álcool e vários outros produtos substitutivos do petróleo. Uma tonelada de coco babaçu produz, além do álcool (50 l em média) 40kg de óleo, 174m<sup>3</sup> de gás e 145kg de carvão vegetal, todos estes de grande valor comercial e de estratégica importância na conjuntura energética atual (veja fluxograma de produção anexo).

A propagação do coco babaçu é feita de forma extensiva, e a sua área de ocorrência abrange vários Estados brasileiros, como Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Amazonas, Piauí, Ceará, Bahia, além do Maranhão, que é o principal produtor, respondendo por dois terços da área ocupada e 75% da produção de amêndoas do país (37). O babaçu ainda não é uma planta cultivada em bases racionais. Segundo alguns autores, a disseminação dessa plameira é feita naturalmente através das cheias e enchentes dos rios ou de animais que transportam e disseminam os cocos a grandes distâncias e em todas as direções (10).

O coco, que é na realidade a matéria-prima básica e principal componente da planta, está constituído de três camadas:



REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL ETÍLICO  
A PARTIR DO COCO BABAÇU

uma externa, o "epicarpo", uma porção intermediária e de constituição amilácea, o "mesocarpo", e uma interna, mais dura e lenhosa, o "endocarpo", dentro da qual se insere a "amêndoia". O "epicarpo" representa cerca de 14% do peso total da matéria-prima e é constituído fundamentalmente de celulose, um material que encontra larga aplicação na indústria de papelaria, tapeçaria, movelearia etc., ou mesmo como combustível para a produção de carvão.

O "mesocarpo" corresponde a 23% do peso da matéria-prima e como é constituído em sua maior parte de amido (66% em média) pode ser utilizado para a produção de álcool etílico, mediante a sacarificação deste carbohidrato em açúcares, conforme apresentado no fluxograma a seguir. O "endocarpo" é a parte mais dura do coco (representando 56% do seu peso total) e constitui-se excelente matéria-prima para a produção de carvão vegetal e vários outros produtos químicos como a acetona, ácido acético e o metanol. Por sua vez, a amêndoia, a qual representa 7% do peso total do coco, e contém em média 66% de óleo, produz, além deste, a torta que é um ingrediente de grande valor nutritivo e largamente utilizado como concentrado protéico no arraçoamento dos rebanhos.

Comparativamente à cana-de-açúcar e à mendioca, o coco babaçu é aparentemente um produto mais nobre em termos energéticos, pois além do amido para a produção de álcool, fornece outras matérias-primas energéticas como o óleo, um possível substituto para o diesel, e o carvão, cujas excelentes qualidades podem substituir vantajosamente o carvão metalúrgico importado. Além disso argumenta-se que o

babaçu é uma planta nativa, perene, com safras anuais não exigindo, portanto, investimentos vultosos para plantio e tratos culturais<sup>\*/</sup>.

Em virtude do babaçu ser uma cultura extensiva, as estatísticas referentes a sua produção, área ocupada e produtividade são extremamente descrepantes. Admite-se que esta palmeira nativa ocupe uma área que varia entre 11.5 a 17.5 milhões de hectares (média de 14 milhões de hectares) e a sua produtividade esteja em torno de 2,5 toneladas de coco por hectare/ano<sup>\*\*/</sup>.

Cálculos conservadores em que, além dos indicadores já mencionados, levou-se em conta 60% de álcool no amido e um fator de correção florestal igual a 0,33 para avaliar o percentual de palmeiras relamente produtivas, estimam que o potencial produtivo do babaçu seja o seguinte: 1 bilhão de litros de álcool/ano, 2 milhões de toneladas de carvão, 0,5 milhão de toneladas de óleo, 2 bilhões de m<sup>3</sup> de gás, além de 1,5 milhão de toneladas de epicarpo para utilização direta como combustível primário<sup>\*\*\*/</sup>.

Convém lembrar que o valor calculado acima é bem inferior às estimativas realizadas por outros autores os quais chegaram a indicar que a produção de álcool, a partir do babaçu, seria superior a 3 bilhões de litros/ano<sup>\*\*\*\*/</sup>. Fidedignas, ou não, tais estimativas dão algumas indicações vez que a inexistência de um zoneamento

<sup>\*/</sup> Conforme salientado em (33) pp. 10.

<sup>\*\*/</sup> Veja, por exemplo (5), pp. 26.

<sup>\*\*\*/</sup> Estimativas obtidas a partir de: MENDES (30) e Ministério da Indústria e Convênio/Secretaria de Tecnologia Industrial (33) p. 7.

<sup>\*\*\*\*/</sup> Indicado por HOLANDA (=9) pp. 29.

dessa cultura, objetivando identificar a densidade das plantas e a cobertura vegetal, impossibilita a realização de cálculos e projeções acuradas sobre o potencial produtivo do babaçu na região e no país. Admite-se, entretanto, que, com a perspectiva de novos mercados e a sua utilização para fins energéticos, a racionalização do sistema de produção agrícola, a melhoria nos sistemas de coleta, beneficiamento do coco e nas vias de acesso às áreas produtoras, objetivando eliminar os desperdícios e um melhor rendimento agrícola, confirmarão as previsões mais otimistas e o enorme potencial desta palmeira como fonte não-convencional de energia.

Do ponto de vista da utilização do babaçu para fins industriais e energéticos, as pesquisas realizadas nesta área são promissoras prevendo-se inclusive o aproveitamento integral desta matéria-prima num prazo não muito longo. Assim é que, além das iniciativas privadas nesta área, o Instituto Nacional de Tecnologia do Ministério da Indústria e Comércio (INT/MIC) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - I.P.T., órgão subordinado à Secretaria de Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, vêm desenvolvendo vários projetos no campo da tecnologia industrial, bem como pesquisas objetivando avaliar seu potencial produtivo e produtividade, linhas alternativas de produção industrial, mercado atual e potencial, além do impacto social advindo de possíveis modificações na estrutura social de produção (21).

Por fim, ressalte-se que, a exemplo da mandioca, os grandes desafios relativos à exploração racional do babaçu estão inseridos a nível da produção agrícola, onde pouco se conhece sobre

as suas funções de produção e comercialização agrícola, rentabilidade da exploração e viabilidade técnico-econômica do seu aproveitamento atual e potencial. Sua exploração é tipicamente extrativista e assentada numa incipiente tecnologia. O aproveitamento da planta restringe-se basicamente à produção de amêndoas, cujo processo de aproveitamento é artesanal e de baixíssima produtividade. Como as pesquisas tecnológicas nas áreas de processamento e aproveitamento industrial da matéria-prima já atingiram um estágio relativamente avançado, é estratégico voltar-se para os trabalhos de experimentação agrícola, como forma de estimular a produtividade desta cultura e elevar os níveis de renda e de emprego daqueles que vivem neste subsetor.

d) Sorgo Sacarino

O sorgo sacarino é uma planta da família das gramíneas, bastante rica em carboidratos e que vem sendo insistentemente cogitado como uma fonte alternativa para a produção de álcool carburante\*/.

Quimicamente, o sorgo sacarino pode ser considerado uma matéria-prima mista, vez que combina um elevado teor de açúcares nos colmos e de amido ou polissacarídeos nos grãos. Assim sendo, o álcool poderá ser obtido tanto a partir dos açúcares mais simples (como a sacarose, a frutose e a glucose) como do amido, com base nas técnicas de processamento tradicionalmente já utilizadas para

---

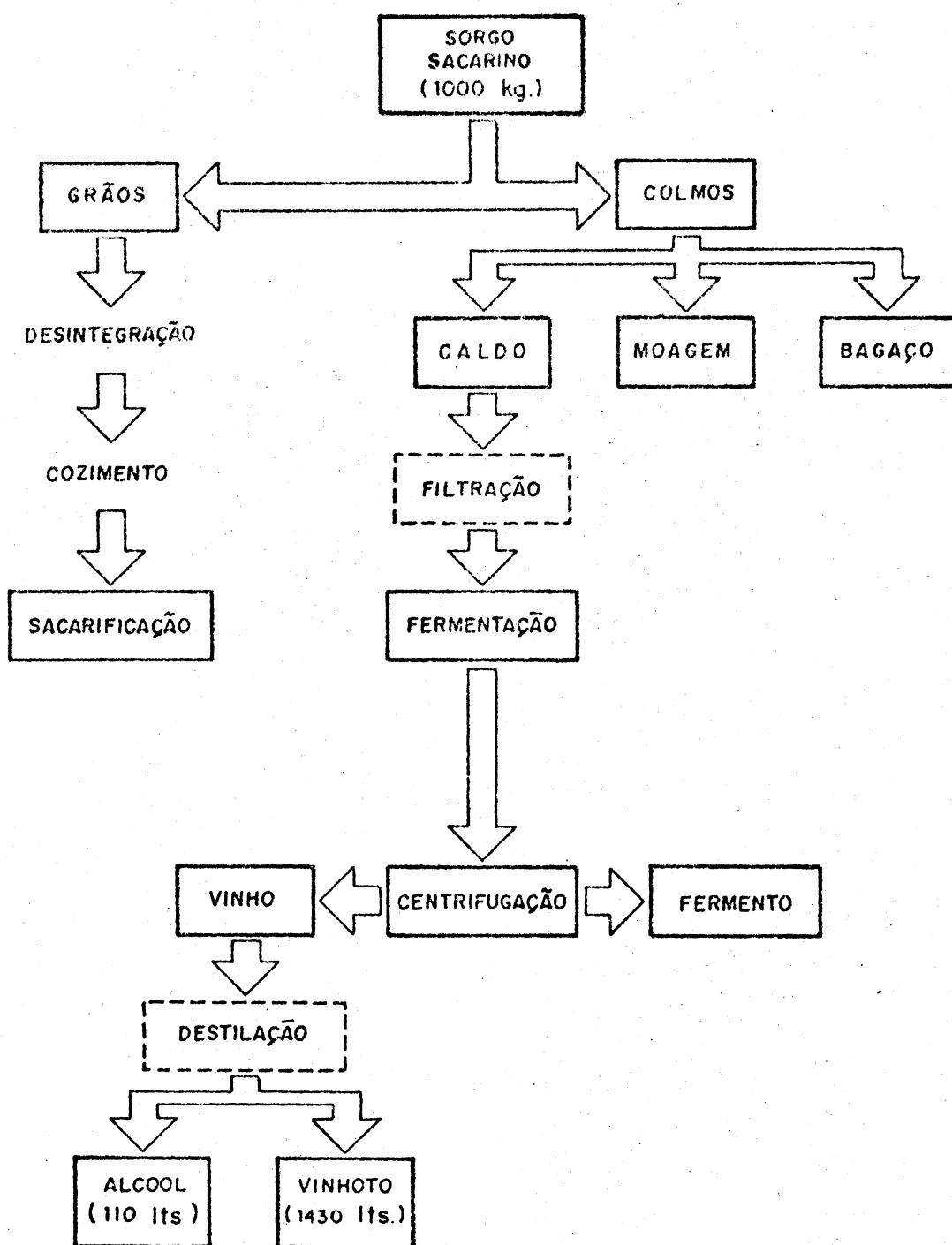
\*/ Veja a propósito: TEIXEIRA, C.G. et alii. "Produção de Álcool Etílico de Sorgo Sacarino" e SERRA, G.E. "O Sorgo Sacarino Como Materia-Prima Para a Produção de Álcool Etílico". Anais do I Simpósio Brasileiro de Sorgo, Brasília-DF, 22-29 Março 1979.

os açúcares ou para as matérias-primas amiláceas (veja fluxograma de produção a seguir).

Segundo alguns autores, o sorgo sacarino é uma planta originária da África mas não há indícios sobre a época em que foi introduzida no Brasil. No Nordeste, os primeiros experimentos com a cultura do sorgo foram feitos em Pernambuco, no ano de 1953, estendendo-se posteriormente a outros Estados da Região como a Bahia, Ceará, Alagoas e Rio Grande do Norte (30). Tais experimentos, por sua vez, se restringiram basicamente às variedades graníferas e forrageiras, aparentemente boas sucedâneas do milho na alimentação humana ou como matéria-prima para a alimentação animal.

Uma das características marcantes desta cultura é o seu rápido ciclo vegetativo (100 a 130 dias), o que permite duas colheitas por ano e, consequentemente, um alto rendimento por hectare/ano em colmos e grãos, as duas principais fontes ou matérias-primas destinadas à conversão em álcool ou produção de energia. Ademais, é uma planta que se adapta bem às condições edafo-climáticas da região, podendo inclusive ser cultivada sob condições de reduzida precipitação pluviométrica. Vê-se, assim, que a região do semi-árido com seus milhões de hectares de terra e precipitação pluviométrica média anual oscilando entre 500 a 1.000mm poderia constituir-se uma boa opção para o cultivo do sorgo sacarino.

No Brasil, o cultivo do sorgo sacarino ainda não está organizado em bases comerciais. No Nordeste, não há sequer dados sobre a área efetivamente ocupada, embora suponha-se que existam



REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL ETÍLICO  
A PARTIR DO SORGO SACARINO

cerca de 2 milhões de hectares disponíveis para essa cultura na região<sup>\*/</sup>. Considerando-se uma produtividade média de 35 toneladas por hectare (colmo + grãos) e duas colheitas por ano, isto implicaria um potencial produtivo da ordem de 70 milhões de toneladas/ano. Por sua vez, dado que 1 tonelada de sorgo produz em média 110 litros de álcool, a produção total (potencial) estimada na região poderia atingir cerca de 15,4 bilhões/ano.

Além das vantagens já mencionadas para o cultivo do sorgo sacarino na região Nordeste, duas outras são comumente destacadas: a grande produção de bagaço, excelente fonte produtora de energia para a indústria, e o seu caráter complementar à cana-de-açúcar, já que pode ser aproveitada como matéria-prima de entressafra, eliminando, assim, a capacidade ociosa das destilarias<sup>\*\*/</sup>. A despeito destas e de outras características vantajosas, as funções de produção agrícola e de processamento industrial do sorgo sacarino ainda não são bem conhecidas, como também se desconhecem as subregiões ecológicas mais apropriadas à sua implantação e expansão em bases racionais.

O Banco do Nordeste do Brasil, em convênio com o Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (CCA/UFC), a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA/EMBRAPA) e

<sup>\*/</sup> Segundo estimativas do trabalho: "Biomassas Para Fins Energético" preparado por um grupo de trabalho da Federação das Indústrias e do Núcleo de Fontes Não Convencionais de Energia da Universidade Federal do Ceará (FIECE/NFNCE). Fort-Ce, set. 1979.

<sup>\*\*/</sup> Veja, a propósito: GOMES DA SILVA (16) pp. 452-465.

a Escola Superior de Agricultura de Moçoró (ESAM), desenvolveu, nestes últimos 10 anos, um amplo programa de pesquisas objetivando a implantação e difusão da cultura do sorgo no Nordeste. As pesquisas realizadas até então relacionam-se, via-de-regra, com os aspectos agronômicos da cultura (seleção de variedades, resistência a pragas, espaçamento, adubação etc ...). Conquanto sejam os resultados alcançados bastante promissores, eles não podem ser extrapolados, pois se restringem fundamentalmente às variedades graníferas e forrageiras.

Na realidade, algo chegou a ser testado com relação ao sorgo sacarino, mas os primeiros resultados obtidos, além de não serem definitivamente conclusivos, mostraram-se pouco animadores. Preliminarmente, chegou-se à conclusão de que algumas das variedades testadas eram extremamente sensíveis ao fotoperiodismo, com reflexos negativos sobre a produção e a produtividade. Atualmente, no Centro Nacional da Cultura do Milho e Sorgo em Sete Lagoas-MG, bem como no IPA em Pernambuco, prosseguem os trabalhos de pesquisa nessa área, onde se tenta, através do melhoramento genético (hibridação), a adaptação de variedades menos sensíveis e mais resistentes aos efeitos de uma maior incidência da luminosidade. Aqui é o exemplo do que ocorreu com o babaçu e a própria mandioca, a pesquisa agrícola ainda é bastante incipiente, daí por que os prognósticos e as estimativas sobre o potencial produtivo da cultura do sorgo sacarino no Nordeste devem ser encarados com as devidas precauções.

Não havendo estatísticas nem dados experimentais conclusivos, pouco se pode precisar, muito embora se admita que haja grande potencialidade para a exploração desta cultura na região, e o posterior aproveitamento como matéria-prima energética para a produção de combustível carburante. Nesse sentido a decisão de investir em pesquisa agrícola do sorgo sacarino constitui o grande desafio, e não deve ser postergada sob pena de se comprometer o uso de extensas áreas agricultáveis potencialmente adaptáveis a esta cultura e ineficientemente utilizadas com outras explorações.

e) Marmeiro e Óleos vegetais

O marmeiro (*croton soderianus*) é uma planta nativa, de ocorrência generalizada em todo Nordeste, e que desponta como uma das espécimes vegetais potencialmente aproveitáveis para a produção de metanol, etanol, óleo combustível e carvão (veja fluxograma de produção anexo).

O Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, com o apoio técnico-financeiro de outras instituições, desenvolveu um programa de pesquisa e experimentação com esta "euforbiácea" na tentativa de obter algumas informações sobre o seu crescimento, propagação, caracterização pedológica, produtividade física e rendimento em óleo, celulose e matéria seca. Segundo os resultados da pesquisa, é possível obter-se, a partir do marmeiro, uma produção de biomassa da ordem de 10,2t/ha, e uma percentagem de óleo variando de 0,2 a 1,7% (média de 1%)\*/.

\*/ Dados obtidos num Relatório Técnico, da Universidade Federal do Ceará/Centro de Ciências Agrárias/Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura, como parte de um Convênio firmado com o CNPq/FCPC/FDTV/EBTU, para "Pesquisa e Experimentação Agronômica Para Domesticação de Plantas Nativas do Nordeste". Fort. CE, 1979, 69 p.

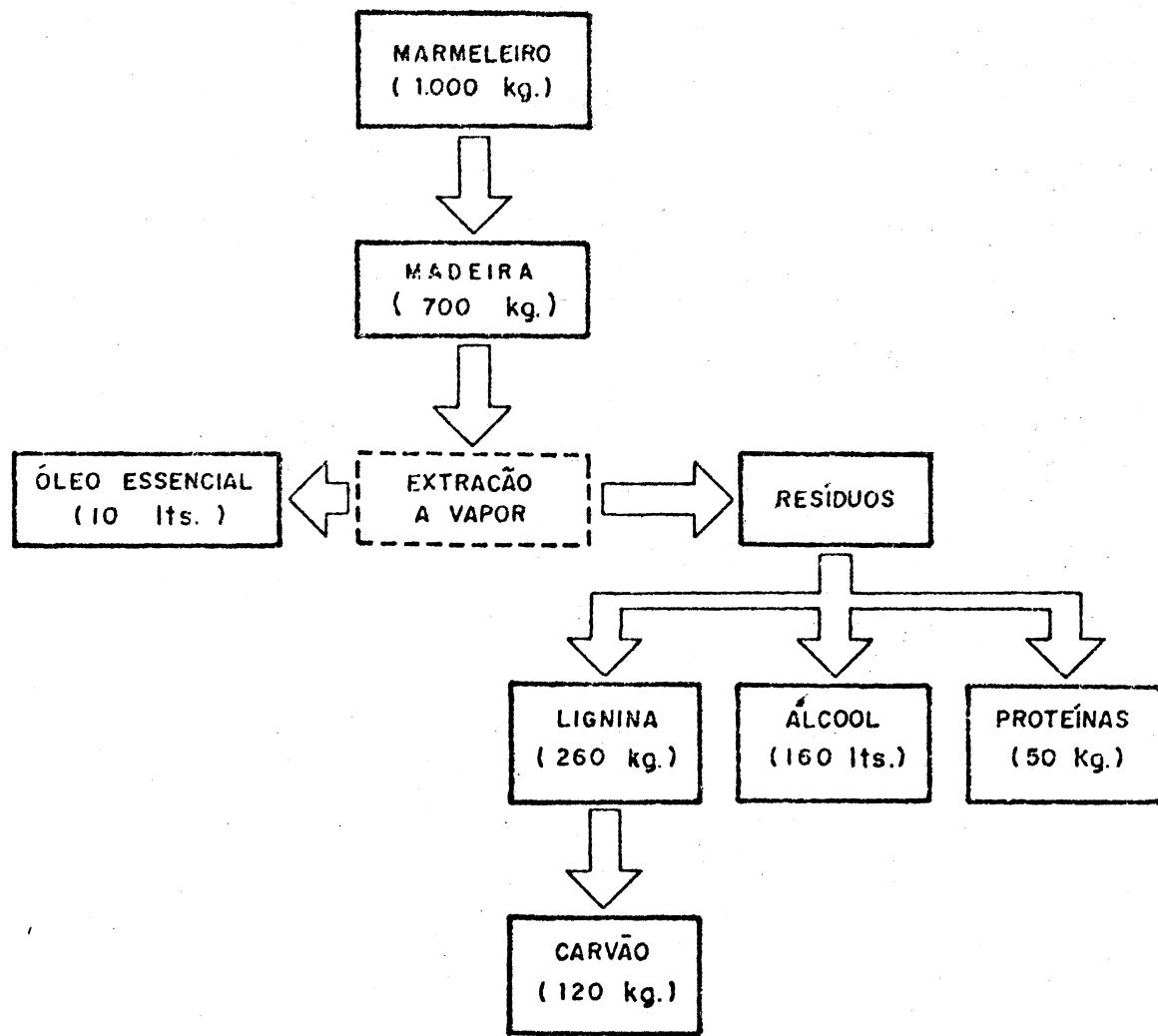
Como uma tonelada de marmeleiro produz em média 150 lts de etanol, 10 lts de óleo essencial e 120kg de carvão vegetal, admitindo-se uma área potencial de 6 milhões de ha<sup>\*/</sup> para a exploração dessa espécie vegetal no Nordeste, poder-se-ia estimar um potencial produtivo de 9.7 bilhões de litros de álcool, 0,6 bilhões de diesel e 7,3 milhões de toneladas de carvão. Ressalte-se na oportunidade, que estas estimativas são aproximadas, pois, a rigor, o marmeleiro é uma planta nativa, invasora, não se dispõendo de estatísticas sobre a produção e área cultivada. Entretanto dada a sua fácil adaptação ao meio, é razoável supor-se que esta planta encontre para sua multiplicação um "habitat" muito favorável em toda zona semi-árida do Nordeste.

Uma outra contribuição significativa reservada ao setor agrícola pode ser a produção de oleaginosas, cujo óleo em geral é bom sucedâneo de alguns derivados do petróleo como o óleo combustível, o diesel e os lubrificantes. Segundo se sabe, os óleos de origem vegetal têm propriedades químicas tão boas ou até mesmo superiores aos óleos minerais, destacando-se entre estes o óleo de mamona, que, pela sua viscosidade e baixo ponto de congelamento, vem sendo há muito tempo utilizado na indústria aeronáutica e espacial.

A nível nacional registre-se que o Ministério da Agricultura submeteu recentemente à Comissão Nacional de Energia um programa de produção de óleos vegetais, como alternativa para

---

<sup>\*/</sup> Estimativa da FIECE/NFNCE op. cit. pp. 6.

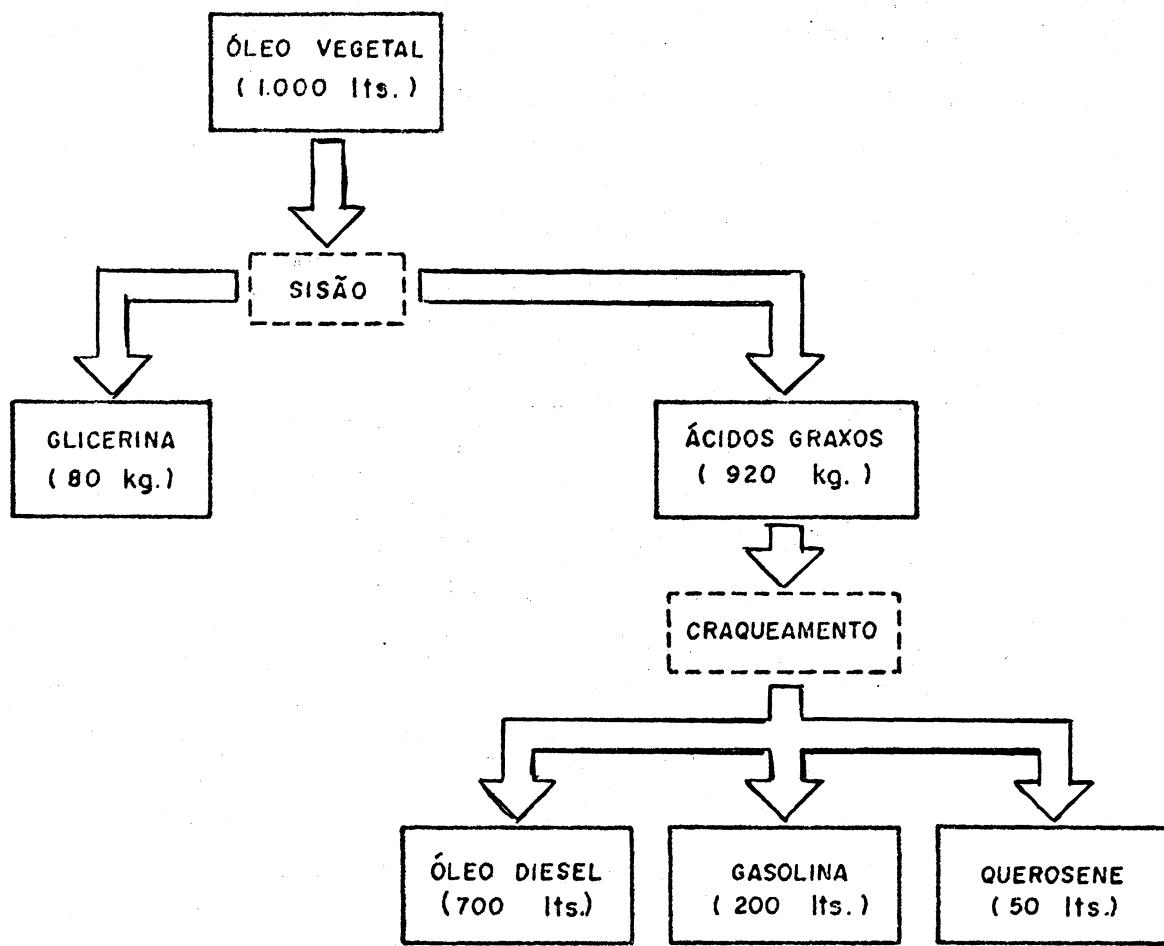


REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA PRODUÇÃO DE ALCOOL ETÍLICO  
E ÓLEOS ESSENCIAIS A PARTIR DO MARMELEIRO

substituição do óleo diesel em todo país (31). Entre as oleaginosas sugeridas incluem-se a soja, o amendoim, a colza e o girassol. A idéia básica era garar um excedente de óleos vegetais como reserva estratégica de óleo diesel em todo país.

No Nordeste, o babaçu, o algodão, o amendoim, a oiticica e o tucum seriam presumivelmente melhores alternativas, e algumas destas oleaginosas como o algodão, babaçu etc., já vêm sendo utilizadas experimentalmente e oferecendo ótimos resultados. Numa experiência pioneira, o Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC), órgão vinculado à Secretaria de Indústria e Comércio do Estado do Ceará, em convênio com a Universidade Federal do Ceará, realizou pesquisas e testes experimentais no óleo PRODIESEL, objetivando estudar a viabilidade de sua utilização como sucedâneo do diesel (38).

Conforme definido pelo NUTEC, o "PRODIESEL é um produto derivado de óleos vegetais fixos, de qualquer natureza, obtido através de uma alcoólise catalítica e com propriedades de combustão semelhantes às do óleo diesel". A despeito dos resultados obtidos pelo NUTEC não serem conclusivos e necessitarem de testes adicionais objetivando avaliar a eficiência técnico-econômica do processo e sua exploração em escala comercial, representam um passo significativo para a utilização de algumas oleaginosas cultivadas na região. O Núcleo de Fontes Não Convencionais de Energia da Universidade Federal do Ceará, também vem desenvolvendo várias pesquisas tentando obter alternativas para o óleo diesel e o óleo combustível a partir de plantas oleaginosas da região. E, segundo informações



REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA PRODUÇÃO DE ALCOOL ETÍLICO  
E GASOLINA A PARTIR DE ÓLEOS VEGETAIS FIXOS.

colhidas junto àquele Núcleo, as experiências realizadas até então, se mostram bastante promissoras, destacando-se entre outras as análises relativas à produção de diesel de origem vegetal a partir do babaçu, tucum e do algodão. (Veja fluxograma de produção anexo).

A despeito de não existirem no curto prazo maiores entraves de ordem tecnológica para a produção do diesel de origem vegetal, dois problemas de natureza econômica dificultam e inviabilizam o uso das oleaginosas produzidas no região para fins energéticos: O primeiro está relacionado com a utilização desses óleos para fins comestíveis, cuja demanda, tanto a nível doméstico como no mercado externo é bastante significativa. O segundo, é mais um corolário do primeiro, e refere-se aos preços vigentes no mercado, cujos níveis, principalmente no mercado externo, são comparativamente vantajosos em relação a sua utilização alternativa como energético ou mesmo aos custos do diesel mineral importado.

No longo prazo, pode ser viável estimular a produção interna, a fim de se gerar um grande excedente de óleos vegetais. Assim sendo, embora tecnicamente viável, a conversão de óleos vegetais em diesel ou combustível, só teria vantagem para a região, na medida em que a relação de preços do diesel vegetal/diesel mineral importado fosse favorável e, paralelamente, que a sua utilização alternativa não viesse se efetivar em detrimento do consumo interno para fins comestíveis.

Por fim mencione-se que um programa de produção de óleos vegetais no Nordeste objetivando estimular e diversificar a oferta

de matérias-primas poderia ter repercussões bastante favoráveis tanto para o setor agrícola como para o equacionamento do problema energético nacional. Com a dinamização dos pólos têxteis da região, a produção do algodão pode ser rapidamente incrementada, e juntamente com a de babaçu poderiam representar as matérias-primas básicas para a conversão em diesel vegetal. Concomitantemente, tentar-se-ia viabilizar o mais rápido possível a produção e o uso de outras plantas nativas como o marmeiro, cujo óleo também pode substituir com grande vantagem o óleo diesel importado, além de fornecer outros produtos como o carvão vegetal e o etanol.

#### f) Outras Matérias-Primas

Dentre as inúmeras opções de longo prazo apresentadas para a região, devem ser mencionadas ainda algumas plantas nativas e cultivadas como a "jojoba, alguns cereais, os pinhões, avelós, jurema, sabiá, excrementos de animais e resíduos de vegetais, além da "aguapé", uma planta de "habitat" aquático e bastante comum nas bacias de irrigação dos açudes públicos e particulares do Nordeste.

Referidas plantas podem ser utilizadas para a produção de substitutos de alguns combustíveis derivados do petróleo como os óleos diesel e combustível, etanol, metanol, graxas, lubrificantes, etc. É o caso, por exemplo, do "aguapé", o qual, segundo se supõe, se aproveitados pelo menos 10% das bacias hidráulicas dos açudes públicos da região (ou seja 50.000 hectares), poder-se-ia obter 4 bilhões de metros cúbicos de biogás/ano (47) ou

1,7 milhões de toneladas equivalentes de petróleo<sup>\*/</sup>. Ressalte-se que, no caso específico, enquanto alguns sugerem uma exploração racional, objetivando assegurar uma nova forma de utilização econômica desse vegetal, outros apresentam contra-indicações em face dos problemas de saúde e de natureza ecológica que poderia acarretar<sup>\*\*/</sup>.

Com relação às demais espécimes vegetais ou matérias-primas, passíveis de utilização para fins energéticos, o seu potencial de aproveitamento se restringe ao plano tecnológico, porquanto é muito difícil estimar a produção atual ou se fazerem estimativas sobre o potencial produtivo da região. Dentro deste elenco destaque-se a jojoba, uma planta cultivada no deserto, de alta produtividade, com elevado teor de óleo de boa qualidade e excelentes propriedades químicas, mas que ainda se encontra em fase de experimentação agrícola na região. Igualmente fica difícil avaliar quantitativamente o potencial produtivo do avelôs, pinhão, jurema, sabiá etc. e até mesmo a energia obtida através da conversão de resíduos orgânicos de origem vegetal e animal em biogás, porquanto as estatísticas disponíveis não indicam com exatidão a extensão de suas ocorrências nem o total produzido na região.

---

<sup>\*/</sup> Veja: FIECE/NFNCE op. cit. p. 6.

<sup>\*\*/</sup> Entre outros, citam-se a proliferação de mosquitos e caramujos, obstrução dos rios e redução da aeração da água dificultando, portanto, a sobrevivência dos peixes. In: "Seminário Sobre o Modelo Energético Brasileiro". Palestra proferida pelo Dr. Oswaldo Palma. Fortaleza-CE, Outubro 12, 1979, 13 p. (mimeografado)

### 3.3 Balanço Energético de Algumas Culturas na Produção de Álcool

A indicação de prioridades ou seleção de matérias-primas alternativas para conversão em energia tem sido comumente orientada em termos de balanço energético<sup>\*/</sup>. Referido balanço consiste fundamentalmente na "diferença entre a energia produzida e aquela consumida em todas as etapas do processo produtivo, incluindo a fase agrícola e a industrial". Dentro desta ótica é evidente que se os insumos energéticos necessários a um processo produtivo qualquer, obtiverem, no final, menos energia na forma de combustível do que foi utilizada, não faz sentido investir. Por outro lado, se o balanço energético é favorável, e existem no caso mais de uma opção ou matérias-primas alternativas, a escolha deveria recair naquela cujo saldo energético anual fosse o máximo.

Vários autores calcularam o referido balanço para diversas matérias-primas. Dentre outros, mencione-se um trabalho realizado no Estado de São Paulo por um grupo de pesquisadores, onde se tentou avaliar e comparar a energia líquida produzida pela cana-de-açúcar, mandioca e sorgo sacarino que são supostamente aquelas culturas que maiores possibilidades oferecem para a produção de álcool em nosso país (16). Em que pese às limitações do estudo, ele apresenta alguns resultados interessantes, os quais estão sumariados na tabela seguinte.

---

<sup>\*/</sup>

Veja por exemplo o trabalho de GOMES da SILVA (16) pp. 8-21 e GUILHON (17) pp. 13-22.

TABELA 3  
Balânco Energético Cultural da Produção de Álcool Etílico a Partir da  
Cana-de-Açúcar, Mandioca e Sorgo Sacarino

Culturas	Rendimento		Produção de Álcool			Energia Produzida			Energia Consumida			Saldo Mcal/ha/ano
	1/ha	t/ha/ano	1/t	1/ha	1/ha/ano	Álcool	Resíduos	Total	Fase Agric.	Fase Indus- trial	Total	
Cana-de-Açúcar	72	5,4	66	4.752	3.564	18.747	17.550	36.297	4.226	10.814	15.040	+ 21.257
Sorgo Sacarino	-	-	-	3.775	3.775	19.856	11.830	31.686	4.667	11.883	16.550	+ 15.136
Mandioca*/	29	14,5	174	5.046	2.523	13.271	9.112	22.283	4.042	8.883	12.925	+ 9.353
Mandioca**/	29	14,5	174	5.046	2.523	13.271	4.556	17.827	3.397	8.883	12.280	+ 5.547
Mandioca***/	29	14,5	174	5.046	2.523	13.271	-	13.753	2.753	8.883	11.636	+ 1.635

Fonte: Brasil Açucareiro. Dez/1976, pp. 464

\*/ Considerando utilização total das ramas.

\*\*/ Considerando utilização de 50% das ramas.

\*\*\*/ Considerando nenhuma utilização das ramas.

Com base nestes dados vê-se claramente que a mandioca é a matéria-prima que apresenta o balanço energético mais desfavorável; o sorgo sacarino apresenta um retorno maior do que a mandioca mas o seu saldo energético anual ainda é inferior ao da cana-de-açúcar. Convém lembrar que os cálculos em apreço levam em conta a energia consumida em todo processo produtivo (agrícola e industrial), assim com toda aquela que é produzida pela matéria-prima principal ou resultante do aproveitamento de subprodutos\*/.

A julgar pela validade dos dados apresentados, pode-se concluir que a mandioca é a matéria-prima com menor retorno do ponto de vista energético, vez que, para cada unidade de energia efectivamente produzida, consumiu no processo de produção e conversão da matéria-prima cerca de 0,58 unidade, o que representa um retorno de apenas 42%. Para o sorgo sacarino e a cana-de-açúcar, estes índices form 0,52 e 0,41 com retornos de 48 e 59%, respectivamente. Convém lembrar que, para a mandioca, caso não se considere o aproveitamento das ramas ou a sua utilização parcial na base de 50%, os retornos ficariam reduzidos apenas a 32 e 14%, respectivamente. Conclui-se assim, que, do ponto de vista "estritamente energético", a mandioca, comparativamente às outras culturas, não seria uma opção viável para a produção de álcool carburante.

---

\*/ Veja, por exemplo, que no caso da mandioca em que a energia total produzida ora admite uma total utilização das ramas, ora 50%, e às vezes nada.

Desnecessário dizer que estas comparações, embora sugestivas, não podem nem devem ser utilizadas como um indicador de escolha ou critério de decisão final na seleção das prioridades ou alternativas, uma vez que encaram o problema dentro de uma dimensão estritamente tecnológica. Mesmo em se tratando de um indicador de natureza física bastante aceitável, o balanço energético cultural nada mais é do que um critério de avaliação privada e, portanto, pouco representativo quando avaliado vis-a-vis aos objetivos globais da sociedade, inclusive os do programa do álcool que têm uma conotação eminentemente social.

Frise-se, na oportunidade, que os cálculos anteriores, os quais inviabilizariam teoricamente o uso da mandioca para fins energéticos, referem-se particularmente ao Estado de São Paulo. Entretanto mesmo que fossem para o Nordeste, a exclusão desta cultura ainda não se justificaria, a menos que a relação custos/benefícios sociais também fosse desfavorável. Dentro de um contexto mais amplo seria evidentemente uma incoerência se incluir ou excluir essa ou aquela cultura mediante uma simples indicação do seu balanço energético. Convém lembrar que o próprio modelo energético brasileiro enfatizou a necessidade de se aproveitarem as vocações e peculiaridades regionais, e ao PROÁLCOOL não se reservou apenas coerência com os objetivos de uma política pouparadora de energia, mas, antes de tudo, sua inserção dentro dos grandes objetivos nacionais\*/.

---

\*/ Veja, a propósito: MIC/STI (34) pp. 31-38.

A ideia básica, portanto, é que na seleção de prioridades ou das matérias-primas não se deve ficar restrito ao saldo energético anual, mas levarem-se em conta sobretudo, os benefícios e os custos sociais advindos de sua utilização. Assim sendo, na industrialização da mandioca para produção de álcool dever-se-ia considerar, por exemplo, que a dinamização desta cultura teria repercussões bastante positivas sobre o nível de renda e de emprego no campo e, provavelmente, menores custos sociais do que a cana-de-açúcar, por ser bem menos atenuado o seu impacto sobre o meio ambiente.

O mesmo poderia ocorrer com relação ao sorgo sacarino, cujo balanço energético, embora seja inferior ao da cana-de-açúcar, poderia, pelas suas características e adaptabilidade às condições edafo-climáticas da região, apresentar uma relação custo/benefício social relativamente bem mais favorável. Para o babaçu, não há estudos mais detalhados sobre a diferença entre a energia produzida e a consumida para a produção de combustíveis. Considerando-se as características da exploração babaqueira, é fácil antever que as repercussões sócio-econômicas, medidas pelo volume de emprego e renda gerados neste subsetor, se sobrepujariam a quaisquer indicadores físicos ou saldo energético por acaso desfavorável em relação a outras culturas, principalmente a cana-de-açúcar.

Dentro desta ótica, portanto, não se poderia descartar em princípio quaisquer possibilidades antes de se avaliarem criteriosamente os benefícios e custos sociais da decisão. Os indicadores utilizados até então, como balanço energético cultural,

domínio da tecnologia, etc, são obviamente relevantes. A longo prazo, entretanto, estes não se constituem condição necessária nem suficiente para determinarem diretrizes ou proporem alternativas de produção de energia, mormente numa região que se caracteriza pelos altos índices de desemprego, subemprego e acen-tuadas disparidades sociais.

4. A BIOMASSA COMO FONTE DE PRODUÇÃO DE ENERGIA VS. PRODUÇÃO DE ALIMENTOS: O Conflito Emergente.

A ênfase e as preocupações relativas ao aproveitamento da biomassa para fins energéticos em nosso país reposam fundamentalmente nas seguintes áreas: a) produção e área adicional necessária ao cultivo de matérias-primas energéticas; b) tecnologia industrial de aproveitamento da matéria-prima para a produção de combustível; c) zoneamento e escala ótima de produção industrial e; d) possibilidades de aproveitamento dos subprodutos resultantes da industrialização e seus eventuais impactos sobre o meio ambiente.

A despeito de todas estas questões serem relevantes e até certo ponto interdependentes, esta secção destacaria primordialmente o primeiro aspecto haja vista sua estreita relação com o conflito emergente que é a utilização de áreas agricultáveis marginais para produzir biomassas energéticas em detrimento, talvez, da produção de alimentos.

Inicialmente, ressalte-se que a estratégia de ação e a perspectiva otimista de viabilizar a utilização da biomassa para fins energéticos, em nosso país, reposam de fato em algumas premissas ou postulados básicos que governam o futuro da própria humanidade. A primeira delas, já bastante enfatizada, é de que as reservas internas e externas de combustíveis fósseis estão em constante declínio e deverão esgotar-se num futuro bem próximo. Nesse sentido, e para superrar o impasse, optou-se por uma fonte

de energia renovável como a biomassa, em face das condições amplamente favoráveis em nosso país.

A segunda é mais específica e implicitamente ignora algumas hipóteses sobre os limites de crescimento da humanidade, numa clara alusão e refutação à teoria malthusiana de que os recursos e a tecnologia não poderão ser mobilizados com suficiente rapidez para atenderem as crescentes necessidades e aspirações da sociedade<sup>\*/</sup>. Resiste-se, pois, à idéia de que o estado atual de subnutrição energética que assola muitos países possa converter-se em subnutrição alimentar, pois, última instância, a tecnologia deveria resolver o problema, inclusive o da escassez da terra, que seria obviamente compensada pela introdução de inovações tecnológicas.

No Brasil, e mais particularmente no Nordeste, a maioria das previsões sobre o potencial produtivo da biomassa parte da pressuposição implícita de que a terra não é um fator escasso para a produção de matérias-primas energéticas, e, consequentemente, a sua utilização ou custo de oportunidade é zero. Dentro desta ótica, o problema de alocar terra e outros fatores escassos para a produção de alimentos ou para fins energéticos é irrelevante, muito embora persista o dilema de como hierarquizar as prioridades no tempo.

---

<sup>\*/</sup> Veja a propósito VAZ DA COSTA (51) pp. 1-15.

Embora pouco provável, pode-se admitir na prática a existência de fatores de produção ociosos para a produção de energia na região, principalmente terra. Contudo, sua progressiva utilização atingirá uma faixa de competitividade além da qual não se poderia expandir o seu uso para a produção de energia, sem incorrer num custo social implícito para toda a sociedade. Este dilema é facilmente visualizado com o auxílio da figura 1, a seguir, a qual é apenas uma versão ampliada da estática curva de possibilidades de produção convencionalmente utilizada na teoria microeconómica para mostrar o conflito resultante da escassa disponibilidade de recursos produtivos numa economia.

Alimentos

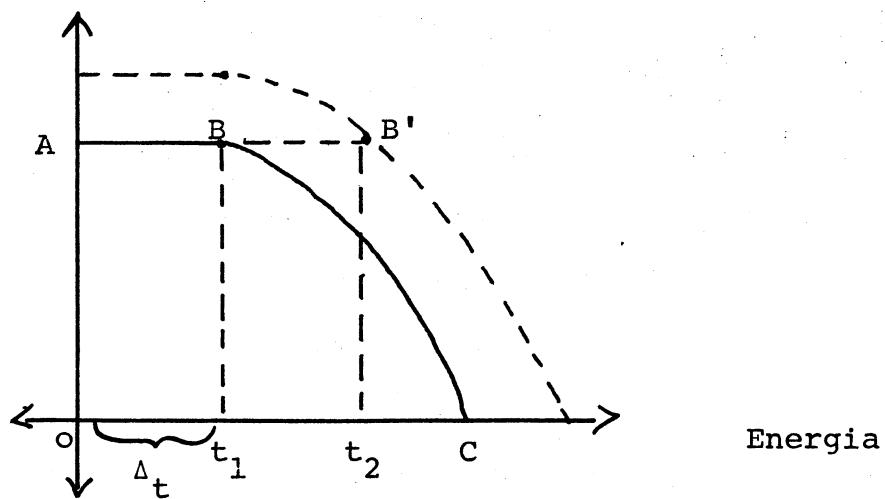


FIG. 1 - Curva de Possibilidades de Produção

Conforme ilustrado na figura 1, admite-se que a terra seja o único fator de produção relevante, e, conforme se vê, dentro da amplitude AB o mesmo não seria um recurso competitivo seja para a produção de alimentos ou de energia. Quer dizer: a utilização de uma quantidade marginal de terra ( $\Delta t$ ) para a produção de energia não deveria ter qualquer impacto sobre a produção de alimentos. A partir daí, entretanto, ou seja, no intervalo BC, a produção de alimentos ou de energia competem pelo uso do mesmo recurso, e não haveria como incrementar a produção de um deles sem diminuir a do outro, a não ser via acréscimos na produtividade (ponto B', na linha pontilhada)\*/.

Portanto, além do ponto B, a produção de qualquer unidade marginal de energia implica necessariamente um custo social, o qual é representado por aquilo que se deixou de produzir de alimentos para toda a sociedade. Dentro da terminologia convencional, a unidade extra de alimento que não foi produzida, tendo em vista a necessidade de se deslocar parte dos recursos escassos para a produção de uma unidade extra de energia, reflete a taxa de transformação de alimentos em energia ou o seu custo de oportunidade, e que no caso, é obviamente maior do que zero. E, evidentemente, tal custo de oportunidade será tanto mais alto quanto maior for a escassez deste fator de produção e, simultaneamente, a sua produtividade na melhor utilização alternativa.

---

\*/

Teoricamente seria admitir que toda curva de possibilidades de produção se deslocasse para a direita.

Numa região como o Nordeste, onde a população é crescente, pobre e subnutrida, o problema de destinação do solo para a produção de biomassas energéticas não pode estar dissociado do seu uso alternativo ou de um conflito emergente ainda mais sério que é o problema alimentar. Por conseguinte, as metas e objetivos governamentais de auto-suficiência energética, sejam para a produção de álcool ou outros substitutivos do petróleo, devem ser analisados num contexto mais amplo, a fim de se avaliarem amplamente seus verdadeiros custos e benefícios sociais.

Do ponto de vista econômico e social, é duvidoso que a maioria dessas previsões acerca da utilização e expansão de áreas marginais para a produção de algumas matérias-primas energéticas possa ter um balanço líquido positivo para toda a sociedade. Afinal de contas, não seria grande vantagem diminuir a importação de petróleo, em detrimento da importação de alimentos básicos para a população, sejam eles de origem vegetal ou animal.

Muitas alternativas e prospecções que têm sido feitas sobre os incrementos de área e produção necessária para fazer face a determinadas metas de auto-suficiência energética ignoram o mais essencial que é o seu potencial impacto sobre a produção de alimentos para a população. É o caso, por exemplo, de alguns óleos vegetais e, principalmente, da cana-de-açúcar, cujas áreas de produção no Nordeste se restrigem às manchas de terras mais férteis, e, portanto, com um custo de oportunidade bem significativo. Orientado neste princípio, poder-se-ia pensar noutras opções, e, através de políticas mais criteriosas, induzir e orientar a seleção de

matérias-primas que pudessem preservar as áreas nobres ao invés de reparti-la com a produção de biomassas para fins energéticos.

Dentro de um contexto mais global, não se pode nem se deve ignorar a possibilidade de utilização alternativa dos recursos ou fatores de produção tecnicamente disponíveis para a produção de energia, sob pena de causar sérios prejuízos e comprometer os interesses comuns da sociedade e da região. Os cálculos e estimativas referidas anteriormente, ainda que significativas em termos físicos, não devem prevalecer como critério alocativo ou base para previsões, já que se inserem num marco estritamente tecnológico, desvinculado, portanto, do contexto econômico e social.

Não se sabe por que, mas a grande maioria dos estudos voltados para estimativa e previsões do potencial da biomassa para fins energéticos no país e na região tem ignorado ou, pelo menos, subestimado tais aspectos. A longo prazo, entretanto, não se pode ignorar os "trade-offs" implícitos nestas decisões, uma vez que a oferta de terra de boa qualidade para produzir biomassa e/ou alimentos e a alocação desse fator escasso entre fins alternativos configuram e se revestem, de fato, num clássico problema econômico e via-de-regra de difícil solução.

## 5. SUMÁRIO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma apreciação global dos dados apresentados ao longo deste trabalho leva a indicar que a contribuição do Nordeste para o equacionamento do problema energético nacional continuará sendo das mais expressivas. Além de se destacar pelo elevado percentual do petróleo produzido no país a mesma desponta no cenário energético nacional como uma das áreas de grande potencial para a produção de biomassas com fins energéticos como a cana-de-açúcar, mandioca, coco babaçu, sorgo sacarino, óleos vegetais, etc.

O aproveitamento deste potencial deve ser criteriosamente julgado à luz dos custos e benefícios sociais implícitos na seleção e escolha das diversas alternativas. Dentro desta ótica, enfatize-se que os programas de aproveitamento da biomassa não devem ser implementados e avaliados "de per si", mas sim dentro de um contexto global e vinculado à problemática mais geral que é o próprio desenvolvimento regional. Assim sendo, deve-se ter em mente o potencial impacto de cada estratégia ou programa sobre a estrutura de renda, do emprego nos preços dos fatores e do produto a nível nacional e internacional. Igualmente, os mesmos deveriam compatibilizar toda uma estrutura industrial emergente com a estrutura social de produção no campo, no sentido de distribuir melhor os benefícios do processo econômico, elevar o produto "per capita" do setor agrícola e possibilitar sua ampla modernização.

Os estudos tecnológicos objetivando conhecer o rendimento físico e formas alternativas de aproveitamento dos produtos e subprodutos da biomassa vegetal existente na região, embora se encontrem num estágio avançado, não são conclusivos, pois carecem de testes adicionais que justifquem o seu uso e a viabilidade técnico-econômica de aproveitamento dessa matérias-primas em escala comercial. Igualmente, ressalte-se que os estudos sobre balanço energético não podem nem devem ser os únicos critérios a nortear a escolha e a seleção das matérias-primas para a produção de energia. Por se tratar de um indicador meramente físico, ele é tendencioso, vez que ignora muitos dos benefícios e custos sociais resultantes da utilização de matérias-primas alternativas disponíveis na região.

Os cálculos e projeções usualmente feitos para indicar o potencial produtivo da biomassa vegetal do Nordeste não devem ser superestimados. Em primeiro lugar, porque, a rigor, estas estimativas deveriam estar assentadas num zoneamento edafo-climático mais detalhado, a fim de que se pudesse identificar e selecionar com maior precisão as áreas potencialmente produtoras de matérias-primas energéticas na região. Ademais, ressalte-se que a maioria desses cálculos e previsões pressupõem que os fatores de produção, especialmente a terra, têm um custo de oportunidade igual a zero. Dessa forma, partindo-se da disponibilidade física do fator, admite-se simplesmente que ele não tenha nenhuma forma de utilização alternativa e possa ser ocupado paulatinamente em toda a sua extensão.

Numa região como o Nordeste, onde os padrões alimentares são precários e a terra de boa qualidade é um fator extremamente escasso, não se pode nem se deve, a "priori", destinar seu uso para esse ou aquele fim, sem antes avaliar criteriosamente os custos e benefícios sociais advindos de sua utilização. A longo prazo, é provável que o estado de "subnutrição" alimentar seja muito mais crítico do que a crise energética desenhada na conjuntura atual e, neste caso, uma ineficiente alocação de recursos no tempo e no espaço pode representar elevados custos para a sociedade e um pesado ônus para o país e a região.

Conquanto haja inúmeros argumentos a favor, não há como justificar tanta ênfase e estímulo ao PROÁLCOOL em detrimento de outros programas no setor principalmente da forma como o mesmo vem sendo operacionalizado. O problema mais crucial não é a produção de gasolina, mas sobretudo a do diesel e óleo combustível, dois dos principais ingredientes na estrutura produtiva de nossa economia. Igualmente ressalte-se que os grandes desafios do programa energético brasileiro não estão reservados à área de pesquisa tecnológica e processamento industrial, mas sobretudo ao setor agrícola, onde a oferta de terras para produção de biomassas vis-a-vis sua utilização alternativa, pode se constituir um fator bastante limitativo na região.

Dentro deste contexto, necessita-se urgentemente investir em pesquisa agrícola, especialmente nas culturas da mandioca, sorgo sacarino, marmeiro, coco babaçu e algumas oleaginosas as quais seriam a "priori" as matérias-primas de maior potencial energético na região, a médio e longo prazo. Complementarmente, deve-se

avaliar com profundidade os custos de processamento industrial e de produção de energia a partir destas matérias-primas em escala comercial, enfatizando-se, inclusive, os custos e benefícios indiretos de sua utilização.

Na área sócio-econômica, dois tópicos também merecem profunda reflexão. O primeiro é o clássico problema de utilização alternativa dos fatores de produção, especialmente as terras férteis, as quais vêm sendo usadas ou estão em processo de continua ocupação para a produção de cana-de-açúcar, uma das matérias-primas comumente utilizada na produção de combustível carburante ou alimentos. Além disso, merecem atenção especial estudos comparativos que possibilitem avaliar o uso de matérias-primas alternativas para a produção de energia, além dos seus prováveis reflexos sobre a produtividade, nível de renda, e emprego em cada um dos subsetores da economia agrícola regional.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, J.L. "O Programa Nacional do Álcool e Suas Perspectivas Para o Nordeste". Anais do I Simpósio Sobre a Produção de Álcool no Nordeste, patrocinado pelo MINTER/SEPLAN/SUDENE/BNB. Fortaleza-Ce, 10-12 Agosto 1979, pp. 35-65.
2. ALMEIDA, H. "Política Nacional de Álcool". Brasil Açucareiro. Ano XLVII, Vol. XLIV, Set. 1979. pp. 13-20.
3. BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. "PROÁLCOOL: Mecânica Operacional e Condições de Financiamento". Departamento Industrial e de Investimentos, Fortaleza-Ce., Março de 1977, pp. 1-28.
4. BITTAR, J. "O Álcool Como Alternativa de Petróleo". Reforma Agrária, Ano X, Nº 1, Jan/Fev 1980 pp. 13.
5. BOTO DANTAS, R.B. "Álcool e Outras Fontes Alternativas de Energia Como Substitutivas do Petróleo". Brasil Açucareiro. 1978 (1a. parte, pp. 21-41) e (2a. parte, pp. 26-42).
6. BUENO, R. "PROÁLCOOL: Rumo ao Desastre". Ed. Vozes Ltda. Petropolis-RJ. 1980, pp. 1-70.
7. CALS, C. "Fontes Alternativas de Energia Elétrica". Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará. Setembro de 1977, pp. 1-39.
8. CONCEIÇÃO TAVARES, M. "Modelo, Energia e Desnacionalização". Reforma Agrária. Ano X, Nº 1 Jan/Fev. 1980, pp. 21.
9. CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS "Avaliação Tecnológica do Álcool Etilico". Brasilia-DF. 1979, pp. 14-22, 67-73, 233-278 e 313-328.
10. CARIOCA, O.B. e SOARES, J.B. "Babaçu - Uma Fonte Não Convencional de Energia". Anais do I Simpósio Sobre a Produção de Álcool no Nordeste patrocinado pelo MINTER/SEPLAN/SUDENE/BNB. Forte-Ce, Agosto 10-12, 1979, pp. 179-200.
11. DANTAS, B. "Contribuição da Lavoura Para a Produção de Combustível Líquido". Brasil Açucareiro, Maio 1977, pp. 242-254.
12. FASSY, A.S. "Cana-de-Açúcar, Grãos, Cereais, Madeira. Qual a Melhor Saida?" Rumos do Desenvolvimento. Ano 3, Nº 18, Julho/Agosto 1979, pp. 12-14.

13. FASSY, A.S. "Opções para Reduzir a Dependência". Rumos do Desenvolvimento. Ano 3, Nº 14, Nov/Dez 1978, pp. 5.
14. GARNERO, M. "Energia: O Futuro e Hoje". ANFAVEA, 2a. Ed. São Paulo-SP. 198 p.
15. GOMES, J.B. "O PROÁLCOOL Discrimina os Menos Desenvolvidos". Rumos do Desenvolvimento. Ano 4, Nº 23, Maio/Jun 1980, pp. 16-18.
16. GOMES DA SILVA, J. et. alii. "Balanço Energético Cultural da Prudução de Álcool Etílico de Cana-de-Açúcar, Mandioca e Sorgo Sacarino - Fase Agrícola e Industrial". Brasil Açucareiro. Dez 1976, pp. 452-465.
17. GUILHON, C.V. "A Agricultura e a Crise Energética". Energia Vol. 1. Nov/Dez 1979, Nº 5, pp. 13-22.
18. HESPAÑHOL, I. "Os Efeitos do Programa Nacional do Álcool Sobre o Meio Ambiente". Energia. Nov/Dez 1979, Vol. 1, Nº5, pp. 23-44.
19. HOLANDA, N.C. "Efeitos Sócio-Econômicos do Programa Nacional do Álcool". Anais do I Simpósio Sobre a Produção de Álcool no Nordeste patrocinado pelo MINTER/SEPLAN/SUDENE/BNB. Fort. CE, Agosto 10-12, 1979, pp. 17-34.
20. HOMEM de MELO, F.B. "A Crise Energética e o Setor Agrícola no Brasil". XVIII Congresso Brasileiro da SOBER. Rio de Janeiro-RJ. Julho 1980, 18 p.
21. INSTITUTO de PESQUISAS TECNOLÓGICAS. "O IPI e o Problema Energético". São Paulo-SP, 1979, 26 p.
22. IPEA. "Boletim Econômico". Bimestral Nº 176. Rio de Janeiro, Jan/Fev 1976, pp. 10.
23. JORNAL DE BASÍLIA. "Óleo Combustível Pode ser Substituído por Madeira". Brasília-DF, Agosto 6, 1980, pp. 8.
24. LEITE, R.C. "As Fontes Alternativas de Energia na Sociedade do Futuro". Reforma Agrária. Ano X. Nº 1, Jan/Fev 1980, pp. 26-31.
25. LUCENA, V.G. "Alcoolquímica: Pós-Graduação em Agroenergética". Rumos do Desenvolvimento. Ano 4, Nº 19, Set/Out 1979, pp. 39-41.
26. LUTZBEMBERG, J.A. "O Programa Energético Brasileiro e o Meio Ambiente". Reforma Agrária. Ano X, Nº 1, Jan/Fev 1980, pp. 37-48.

27. MELLO, J.H.M. "PROÁLCOOL Supera Problemas Iniciais". Rumos do Desenvolvimento. Ano 5, Nº 25, Set/Out 1980, pp. 4-8.
28. MELO, A.J. e BARRERA, D. "Zoneamento Agrícola da Cana-de-Açúcar". Anais do I Simpósio Sobre Produção de Álcool no Nordeste, patrocinado pelo MINTER/SEPLAN/SUDENE/BNB. Fort-Ce, 10-12 Agosto 1979, pp. 243-253.
29. MENDES, A.M.C. "Zoneamento de Ocorrência do Babaçu". Anais do I Simpósio Sobre a Produção de Álcool no Nordeste, patrocinado pelo MINTER/SEPLAN/SUDENE/BNB. Fort-CE, A Agosto 10-12, 1979, pp. 322-323.
30. MENEZES, T.J.B. et alii. "Possibilidades de Produção de Álcool a Partir do Sorgo Sacarino". Anais do I Simpósio Sobre a Produção de Álcool no Nordeste, patrocinado pelo MINTER/SEPLAN/SUDENE/BNB. Fort-Ce, 10-12 Agosto 1979, pp. 211-229.
31. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. "Plano de Produção de Óleos Vegetais Para Fins Energético". Documento Submetido a Comissão Nacional de Energia. Brasília-DF Out 1980, 11 p. (mimeografado)
32. MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO. "Programa Tecnológico Industrial de Alternativas Energéticas de Origem Vegetal". Secretaria de Tecnologia Industrial Anexo I (Programa Tecnológico do Etanol) Brasilia-DF, 1979, pp. 23-31.
33. "Coco de Babaçu: Materia-Prima Para a Produção de Álcool e Carvão". Secretaria de Tecnologia Industrial. Brasilia-DF, Julho 1977, pp. 22-29.
34. MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO. "O Etanol Como Combustível". Secretaria de Tecnologia Industrial. Brasilia-DF, Set. 1979, pp. 31-38 - documento reservado (mimeografado).
35. MINTER/BNB. "Desenvolvimento do Nordeste: Diagnóstico e Sugestões de Políticas". Revista Econômica do Nordeste, Nº2, Abril/Jun 1979, pp. 258-260.
36. "O Crédito e o Desenvolvimento de Fontes Renováveis de Energia". Departamento Industrial e de Investimentos. Fort-CE., Março 1980, pp. 11-38.
37. MINTER/SEPLAN/SUDENE/BNB. "I Simpósio Sobre Produção de Álcool no Nordeste". Fort-CE, 10-12 de Agosto de 1977, 452 p.
38. NUTEC/ASTEF/UFC. "PRODIESEL: Características, Propriedades e Performance". Fortaleza-CE, 1980, 3 p. (folder).

39. OITICIA, J. et alii. "Possibilidades de Produção de Álcool a Partir da Cana-de-acúcar". Anais do I Simpósio Sobre a Produção de Álcool no Nordeste, patrocinado pelo MINTER/SEPLAN/SUDENE/BNB. Fortaleza-CE, 10-12 Agosto 1979, pp. 89.
40. PASSONI, I. "O PROÁCOOL do Ponto de Vista do Consumidor". Reforma Agrária. Ano X, Nº 1 Jan/Fev 1980, pp. 47.
41. PINTO, L.C.G. "O Programa Nacional do Álcool, Seus Reflexos na Concentração de Terra e da Renda". Reforma Agrária. Ano X, Nº 1, Jan/Fev 1980, pp. 32-36.
42. REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL/MINISTÉRIO DAS MINAS ENERGIA. "Modelo Energético Brasileiro". Brasília-DF, Nov. 1979, pp. 15.
43. RODRIGUES, C. "Álcool, Lenha, Carvão e Óleos Vegetais". Silvicultura. Maio/Junho 1977, pp. 61-64.
44. SILVA, J.F. "O Programa Energético e os Trabalhadores Rurais". Reforma Agrária. Boletim do ABRA Ano X, Nº 1, Jan/Fev 1980, pp. 9-12.
45. SIMOES, S. "Bagaço de Cana-Energia que o Nordeste Joga Fora". Confidencial Econômico. Maio 1980, pp. 25-27.
46. SOUZA LIMA, J.B. "Possibilidade de Produção do Álcool a Partir da Mandioca". Anais do I Simpósio Sobre Produção de Álcool no Nordeste, patrocinado pelo MINTER/SEPLAN/SUDENE/BNB. Fort-CE, 10-12 Agosto 1979, pp. 124-128.
47. TÁVORA, V. "As Biomassa: Uma Fonte Alternativa de Energia Para o Desenvolvimento Brasileiro". In: Seminário Sobre o Modelo Energético Brasileiro. Fort-CE, Out 1979, 8 p. (mimeografado)
48. TORIBIO, L.A. "Energia a Partir de Óleos...". Gazeta Mercantil. São Paulo, Jan 8, 1980.
49. UFPe/PIMES. "Estado Atual e Evolução Recente das Desigualdades Regionais no Desenvolvimento Brasileiro". Recife-PE, 1979.
50. VARGAS, J.I. e VEADO, J.T. "Energia Fotossintética". Revista da Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte-MG, 6(4) Abril 1976, pp. 10-14.
51. VAZ da COSTA, R. "A Ordenação Econômica Num Mundo com Recursos Naturais Finitos". Simpósio Interamericano Sobre o Desenvolvimento de Fontes Alternativas de Energia. 3a. Reunião Plenária. São Paulo-SP, Set. 1980, 15 p. (mimeografado)

52. YANG, V e TRINDADE, S.C. "The Brazilian Gasohall Program".  
Development Digest. Vol. XVII, Nº 3 Julho 1979,  
pp. 12-24.