

CEDI - P. I B	
DATA	
COU	R 200005

O potencial energético da floresta tropical e subtropical brasileira é capaz de fornecer, em produção sustentada, combustíveis para diminuir a dependência externa brasileira de combustíveis líquidos e sólidos.

The energetic potential of the Brazilian tropical and subtropical forest is able to secure a sustained production of fuels in order to diminish the Brazilian dependence on outside liquid and solid fuels.

Contribuição energética das florestas brasileiras*

Recebido para publicação em 23/7/1976

PAULO AZEVEDO BERUTTI, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal.

I — INTRODUÇÃO

É COM O MAIOR PRAZER QUE ACEITANDO O convite da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, compareço a esta importante XXVIII Reunião Anual da SBPC cujos trabalhos vêm sendo considerados pelos estudiosos como da maior seriedade, e que, infelizmente, ainda não foram bem avaliados pela comunidade brasileira.

É para mim motivo de satisfação poder destacar, nesta oportunidade, a importância deles, valendo destacar, entre outros, os estudos apresentados nos Simpósios desenvolvidos durante a XXVII Reunião Anual da SBPC, realizada em Belo Horizonte, em 1975 que trataram das "Áreas Naturais, Preservação da Paisagem, Parques Nacionais e Reservas Equivalentes".

Muitas das teses desenvolvidas nesses estudos estão servindo de base para a formulação da política conservacionista brasileira, especialmente pelo IBDF, que, como todos sabem, é o órgão que tem, sob seu encargo, a formulação da utilização racional das florestas e a preservação do patrimônio biótico e paisagístico do país.

A política conservacionista do Governo está bem definida no II PND, sendo de destacar as medidas que visam Consolidar e Implantar os Parques Nacionais e Reservas Equivalentes já criados e o estabelecimento de novas uni-

dades com o objetivo de proteger e conservar outras áreas representativas de nosso patrimônio ecológico.

Importante é salientar que a atual política brasileira sobre recursos naturais renováveis distingue bem o que seja conservação e preservação desses recursos. Assim no campo da conservação, os objetivos são substituir os processos de exploração predatória, meramente extrativistas, por outros de exploração sustentada e proteção ambiental. No que diz respeito à preservação dos recursos naturais, procura o IBDF ampliar a proteção das áreas naturais importantes do país, consolidando e criando Parques Nacionais e Reservas Equivalentes. Estes estabelecimentos, verdadeiras ilhas de preservação da flora, da fauna e das belezas naturais, contribuem para a inspiração, a cultura e o bem-estar da humanidade e são valiosos patrimônios, não apenas por razões econômicas, mas igualmente científicas e culturais.

A contribuição de organismos científicos é, pois, muito importante, sobretudo de órgãos como a SBPC que, por suas realizações e atuações de seus 10 mil associados, já é considerada hoje a maior sociedade científica da América Latina.

Concluindo esta breve introdução, seja-me permitido enfatizar que o tema proposto — Contribuição Energética das Florestas Brasileiras — não é apenas vasto e apaixonante, demandando estudos apurados em campos diversificados, mas envolve aspectos muito peculiares das perspectivas futuras do desen-

* Palestra realizada na XXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, em Brasília, julho de 1976.

volvimento tecnológico brasileiro, com reais reflexos, inclusive, na própria conjuntura internacional.

II — AS FONTES ATUAIS DE ENERGIA NO MUNDO E NO BRASIL

Panorama energético mundial

A evolução das principais fontes de energia no mundo, principalmente no modelo de civilização resultante da revolução industrial, tende para uma crescente utilização de energia originada sobretudo de combustíveis fósseis, como o carvão mineral, o petróleo e o gás natural.

Em recente mesa redonda, patrocinada pelo *O Globo*, no Rio de Janeiro, que estudou profundamente o problema, ficou evidenciada a grande dependência brasileira das fontes externas e ressaltada a necessidade de ser definida uma política para maior utilização das potencialidades internas, oriundas de recursos renováveis ou não.

Naquela mesa redonda, foram citados dados das Nações Unidas sobre a evolução das fontes de energia, a saber:

QUADRO I — Fontes de energia

	Consumo no mundo %			Consumo nos EUA %		
	1960	1967	1973	1960	1967	1973
Combustíveis sólidos (carvão, antracilite etc)	52	38,7	30	23,3	21	17,8
Combustíveis líquidos (gasolina, óleos, etc.)	31	39	43,7	41,6	40	42
Gás natural	14,6	19	23	31,6	34,8	34,8
Hidráulica e nuclear	2,1	2,3	3,4	3,6	4,1	5

Pelo quadro acima, verifica-se que a participação da energia hidráulica é muito pequena no mundo e provavelmente não poderá crescer muito. A importância de energia nuclear aumenta a cada dia e, a médio e longo prazo, constituirá excepcional fonte de energia.

Existia no período levantado uma tendência para aumentar a participação dos combustíveis líquidos e do gás natural, sobre os quais, entretanto, pesam enormes preocupações para o futuro, pelo espantoso do rápido esgotamento desses recursos.

A tendência de queda observada na participação dos combustíveis sólidos deve-se principalmente a problemas trabalhistas, de transportes e controle da poluição. Mesmo assim, é ainda, no mundo, a fonte tradicional mais segura, especialmente no hemisfério norte, onde as reservas são abundantes e de melhor qualidade.

Situação energética brasileira

A evolução das fontes de energia no Brasil, para o período considerado, foi citada, na referida mesa redonda, como sendo:

QUADRO II — Fontes de energia

	Participação relativa no Brasil (em %)		
	1960	1967	1973
Combustíveis sólidos (carvão mineral etc.)	3,6	3,9	3,2
Combustíveis líquidos (derivados do petróleo)	37,6	39,4	48,4
Gás natural	0,1	0,2	0,3
Hidráulica e nuclear	14,1	15,7	20,7
Fotossintética (lenha, carvão vegetal, bagaço de cana etc.)	44,6	48,4	27,4

Fonte: **Comité Brasileiro de Energia**
Bol. n.º 17 — 1973

Pelos dados do Quadro II, verifica-se a baixa participação no Brasil dos combustíveis sólidos e do gás natural. Praticamente todo este consumo é devido à siderurgia a coque, na produção de aços planos, e pela geração termoeleétrica.

Ressalta também este quadro que o percentual brasileiro de consumo de combustíveis líquidos é superior ao da média mundial, e inclusive, ultimamente, ao dos EUA, que possuem grandes reservas.

Felizmente, devemos ressaltar que a percentagem de uso da energia hidráulica no Brasil é das mais elevadas no mundo, compensando grande parte de nossas deficiências

nos demais setores provenientes de fontes não renováveis.

No Brasil, a energia elétrica de origem hidráulica corresponde a 80% e a de natureza termoelétrica a 20%. Em 1980, é esperado que 83,60% seja hidráulica e 14,4% térmica convencional, havendo uma participação de 2% de energia nuclear. Haverá, assim, uma maior participação de energia hidráulica, sobre a termoelétrica, todavia, essa participação deverá manter-se ao nível de 20% sobre o total de energia consumida no País.

A contribuição relativa advinda de fontes renováveis, de origem fotossintética, acusa no Quadro II um acentuado decréscimo devido a várias causas.

Vale lembrar que, em 1968, entrou em vigor a Portaria do IBDF sobre reposição florestal obrigatória pelos consumidores de produtos florestais, prevista no Código Florestal, atingindo também os usuários de lenha e carvão vegetal.

O consumo nacional de carvão vegetal para siderurgia passou, em seguida, a ser disciplinado com bases em estudos realizados pelo IBDF e CONSIDER, objetivando promover a racionalização da exploração da carbonização e dos processos siderúrgicos. Convém lembrar que se consomem, hoje, 3 vezes menos lenha, por tonelada de gusa, que 20 anos atrás, esperando-se novas melhorias tecnológicas para o futuro próximo.

Além disso, a energia consumida pela indústria no Brasil provém, na sua grande maioria (70%), de fontes não renováveis e esta é quase totalmente dependente do exterior, o que nos coloca em situação estratégica inconveniente. Dos 30% restantes, parte é de energia hidráulica, bem programada, e parte de origem vegetal, que ainda utiliza prática de extração e processamento que deixam muito a desejar.

A contribuição da floresta brasileira, pelos dados citados, já é grande, pois situa-se aos níveis de 20 a 30% do consumo global.

III — POTENCIAL DAS FLORESTAS NO BRASIL

A magnitude dos recursos florestais brasileiros, conseqüência lógica da extensão territorial e da situação tropical predominante é muito pouco aproveitada em função do potencial que representam.

Indubitavelmente, as florestas pluviais tropicais e subtropicais, caracteristicamente heterogêneas, têm se constituído num grande problema, especialmente na exploração e conseqüente condução da sucessão.

É sabido que a intervenção na floresta heterogênea produz modificações muito complexas, dada a delicadeza dos sistemas interdependentes, disto resultando, muitas vezes, deterioração irreversível do meio ambiente.

Entretanto, como as nossas florestas se situam na faixa ecológica do globo terrestre onde os processos biológicos são mais acentuados e a produtividade primária dos ecossistemas alcança seus valores mais elevados, podem-se tirar vantagens destes fatos e estabelecer sistemas de exploração empregando o corte raso, com aproveitamento total da biomassa, seguido de regeneração conduzida, visando revestir o próprio local da exploração no mais curto espaço de tempo. O novo povoamento, então formado, através de intervenções sucessivas, pode vir a ser manejado por cortes seletivos, passando a produzir sustentadamente a lenha.

Importante é também mencionar que os variados ambientes ecológicos encontrados no Brasil deram lugar ao aparecimento de distintos tipos florestais naturais, cada um distinguindo-se por ampla gama de formações que, consideradas em conjunto, representam enorme potencial, voltado para as mais diferentes destinações.

Em linhas gerais ocorrem no Brasil as seguintes formações florestais:

QUADRO III — Paisagem florística brasileira

	Participação no território	
	Primitiva %	Atual %
1. Florestas		
1.1. Floresta Amazônica	40	36
1.2. Floresta Atlântica	10	1
1.3. Floresta Araucária	5	0,5
Subtotal	55	37,5
2. Outras formações		
2.1. Cerrado	20	12
2.2. Caatinga	8	3
2.3. Campo	5	—
Subtotal	33	15
Total	88	52,5

Outras formações, pantanal, áreas costeiras, afloramentos rochosos e zonas de transição, completam a área do território brasileiro.

A visão global da paisagem florística brasileira mostra que a floresta conceitual cobria primitivamente apenas 55% do território e que a grande transformação se deu na Floresta Atlântica e na Floresta da Araucária, onde os resíduos existentes são calculados em somente 10% da área anterior efetiva e são representados por pequenas áreas das primitivas e por diversos estágios de formações secundárias (capoeiras e capoeirões).

O uso alternativo da floresta nessa área corresponde exatamente à ocupação espacial pela população brasileira e foi feito sem nenhuma preocupação pelo conceito de capacidade de uso da terra, para dar suporte aos diversos ciclos econômicos de usos alternativos da terra (pecuária extensiva, café, cana e outros).

O uso indiscriminado da floresta foi pois conseqüência de vários fatores inerentes ao próprio desenvolvimento da economia nacional. Em razão disto, muito pouco foi devido à exploração florestal, que se limitou ao aproveitamento de algumas espécies nobres e ao uso local para energia sem preocupação de produção sustentada. Aplica-se perfeitamente a teoria dos fatores abundantes, no caso a floresta e seus produtos, que eram sacados para possibilitar outros produtos de interesse imediato.

A grande preocupação atual dos responsáveis pela política florestal é com a utilização racional, principalmente da grande floresta amazônica e da cobertura específica da região do Cerrado, para que não permaneça a atitude tradicional extrativista.

O problema na região amazônica se afigura complexo e de solução difícil, principalmente se continuarmos a adotar os mesmos modelos de acesso à terra e sistemas de exploração.

Características da Floresta Amazônica

A Amazônia legal cobre cerca de 50% do território nacional.

Sob o ponto de vista ecológico e econômico, a floresta amazônica se distingue em dois tipos principais: Mata de várzea e Mata de terra firme.

A mata de várzea, que cresce em solos periodicamente alagados, tem quanto à com-

posição arbórea, muito mais homogeneidade que a mata de terra firme, abrangendo ainda uma maior concentração de espécies flutuáveis, de peso específico inferior a 0,70.

A área ocupada pela mata de várzea é estimada em 6,5 milhões de hectares. Apesar de sua superfície relativamente muito menor que a área de mata de terra firme, fornece a totalidade da *Virola surinamensis*, das espécies comercializadas do gênero *Olmediophaena*, bem como da *Carapa guianensis*, *Hura crepitans* e espécies diversas. A participação das espécies de peso específico inferior a 0,70 foi de 60% na safra de toras de 1972 e de 88,3% em 1971.

A área ocupada pela mata de terra firme é de aproximadamente 234 milhões de hectares, constituindo a parte mais substancial da região fitogeográfica denominada Hiléia, segundo Martius, apresentando composição altamente heterogênea com dominância de espécies de madeira dura e pesada.

As 160 espécies de maior ocorrência na mata de terra firme do Baixo Amazonas, apresentam 73,2% com peso específico superior a 0,70 o que está a exigir pesquisas sobre a técnica e equipamentos de transporte fluvial das madeiras não flutuáveis, sendo este um obstáculo sério à exploração intensiva das madeiras pesadas.

Os bosques tropicais úmidos constituem no mundo um grande potencial florestal, entretanto são os menos explorados e às vezes os mais destruídos. O baixo índice de exploração dos bosques latifoliados se deve principalmente aos seguintes fatores limitantes, ocorrentes na área:

- falta de infra-estrutura para exploração;
- grande heterogeneidade dos bosques, associada ao desconhecimento das características tecnológicas de inúmeras espécies;
- baixo índice tecnológico na área;
- pequeno valor unitário da madeira em pé;
- pequeno aproveitamento e alto desperdício;
- generalizada tendência para uso alternativo do solo em pastagem e agricultura;
- falta de normas para o manejo das áreas visando uma produção sustentada.

A tipologia Mata úmida ocorre junto aos cursos d'água e grotas, onde exista água quase permanente e geralmente não pode ser explorada por medida de proteção.

A Mata seca ocorre nos afloramentos de rochas básicas. O Cerradão praticamente corresponde aos latossolos vermelhos escuros e o Cerrado aos latossolos amarelos. O Cerradinho e Gerais ocorrem em litossolos e cambissolos e não têm valor florestal, nem mesmo para reflorestamento, por força das condições de solos rasos, que secam completamente na estação sem chuva, o que não ocorre nas demais tipologias, que são de solos profundos, oferecendo, para reflorestamento, sempre água disponível nas camadas profundas do solo.

Estima-se que existam disponíveis na região dos campos cerrados pelo menos 250.000 km² do tipo florestal Cerradão, que oferecem a seguinte possibilidade de produção.

Tipo Florestal	Área ha	Produção st/ha	Total st
Cerradão	5.000.000	120	1.000.000.000
Cerrado	25.000.000	100	2.500.000.000
Total			3.500.000.000

O potencial dessa área para carvão vegetal, numa conversão de 3 esteres por metro de carvão é de 1.200.000.000 Mdc.

A despeito dessas estimativas, consideradas muito otimistas, tem-se, hoje, como certo, de que a área residual do Cerrado é insuficiente para atender as metas previstas no Programa Siderúrgico a carvão vegetal, significando isso que o reflorestamento intensivo da ordem de 245.000 hectares deve ser efetuado, a partir do corrente ano, para que não haja colapso do setor, a partir de 1982.

No momento, a formação florestal natural do tipo Cerrado constitui a principal fonte de matéria-prima para a fabricação do carvão vegetal.

A produção de gusa a carvão vegetal, programada no II Plano Nacional de Desenvolvimento, deverá atingir, em 1985, a 7.700.000 toneladas. É de ressaltar que a política siderúrgica brasileira está orientada no sentido de utilizar, ao máximo, seus próprios recursos energéticos, visando reduzir a dependência externa.

IV — A ENERGIA FOTOSSINTÉTICA

A fotossíntese é o processo pelo qual as plantas captam e armazenam, na forma de energia química, a radiação solar que atinge a superfície da terra.

As análises químicas das plantas ensinam que a biomassa ou a matéria vegetal desidratada compõe-se em termos médios do seguinte:

Carbono	44%	Elementos absorvidos do ar
Oxigênio	45%	
Hidrogênio	6%	Elementos absorvidos do solo
Minerais	5%	

Os três primeiros elementos são incorporados ao organismo vegetal durante o processo de fotossíntese, que fixa o carbono e o oxigênio do ar em forma de gás carbônico e utiliza o hidrogênio da água, absorvida do solo.

A quantidade de nutrientes absorvidos do solo é aproximadamente 20 vezes menor do que a quantidade de nutrientes incorporados à planta por meio da fotossíntese. Conclui-se então que a atmosfera, com ajuda da energia solar e da clorofila, contribui muito mais do que o solo para a manutenção e constituição do vegetal.

Os ecólogos e fisiólogos estão de acordo em considerar a quantidade de radiação solar que incide sobre uma região como o fator ecológico que determina seu potencial de produtividade primária.

Para os fatores limitantes de origem edáfica (baixa fertilidade), climática (chuvas) ou biológica (planta), existem soluções técnicas, que podem ser manejadas pelo homem.

Com respeito à radiação solar, não se dispõe de recursos técnicos e econômicos viáveis para aumentar sua intensidade.

A fotossíntese total ou produtividade bruta de uma comunidade vegetal mantém relação entre o índice de área foliar e a proporção de tecidos lenhosos, que não fazem fotossíntese ou que apenas respiram.

De um modo geral, na floresta em crescimento ou em regeneração, o índice de área foliar é muito superior ao de tecidos lenhosos, dando uma alta produtividade primária. Quando as áreas de respiração e da fotossíntese total se equivalem, a produtividade primária é praticamente nula ou apenas suficiente para alimentar os organismos consumidores que vivem das plantas. Neste ponto, a comunidade vegetal se encontra em equilíbrio dinâmico

com o meio e se diz que está em "clímax". A mata amazônica inexplorada encontra-se em estado de clímax, isto é, não apresenta aumento de biomassa.

Muitos consideram a Amazônia como o pulmão do mundo. A produção de oxigênio só ocorre quando a vegetação está em crescimento e torna-se praticamente nula quando atinge o estágio de clímax.

Se realmente o oxigênio da terra dependesse da floresta, o que não ocorre, uma solução científica seria cortar as florestas em estado de clímax para que crescessem de novo, retornando assim ao estágio em que apresentam alta intensidade de fotossíntese líquida ou aumento da biomassa.

Da velocidade com que as plantas cobrem o terreno depende a eficiência das plantas em aproveitar a energia solar.

O homem pode acelerar o crescimento das plantas através de adubação, irrigação, controle de enfermidades, escolha de espécies e épocas próprias de corte, o que na realidade se constitui na base do manejo científico de uma plantação ou de uma floresta natural.

Na região tropical, face à abundância da radiação solar durante todo o ano favorece sobremaneira o crescimento da folhagem, dando melhores condições do que nas regiões temperadas, de baixa radiação solar, inclusive para aproveitar os fatores manejados pelo homem.

Lamentavelmente, as medições científicas sobre a eficiência fotossintética nos trópicos são relativamente escassas.

Folley e Leith, do Instituto de Ecologia de Atenas sobre "Bases da produção orgânica nos trópicos", citado por Paulo Alvim, concluem que a eficiência é de 1% na latitude 50° e de 2% nas latitudes tropicais (10° a 20°), com o que a produtividade primária nos trópicos é o dobro por unidade de calor por centímetro quadrado/ano.

A vocação florestal das regiões tropicais é também uma consequência do próprio comportamento dos solos. O excesso de precipitação, assim como temperaturas elevadas durante todo o ano, são condições que favorecem o empobrecimento das terras por lixiviação. Este é sem dúvida um sério problema para agricultura na região tropical úmida.

Na opinião de especialistas, depois da derubada e queima da mata natural para plantio de cultivos alimentícios, o solo perde cerca de

60 toneladas de biomassa e 12 toneladas de húmus por hectare/ano, nos 12 a 24 meses seguintes à limpeza. Isto determina uma agricultura migratória. A preocupação a respeito no mundo é grande e já existem programas multinacionais para estudar os sistemas de agricultura, formas de manejo que seriam mais indicadas sob o ponto de vista econômico e social.

Para maior aproveitamento do potencial energético da floresta tropical e, portanto, da fotossíntese, ter-se-á que balancear os métodos ou sistemas de exploração e a ação dos fatores ecológicos.

O manejo da floresta, com corte raso sem emprego do fogo, possibilitando uma rápida regeneração e cobertura do solo, previne muitos males da destruição do solo por lixiviação e erosão. Mesmo que o solo seja inicialmente coberto por plantas pioneiras sem grande valor lenhoso, a aplicação de técnicas de condução seletiva, inclusive enriquecimento por semente ou mudas, torna possível a recomposição pretendida, com resultados econômicos. No Brasil, face ao seu índice solarimétrico e extensão territorial, existe situação ímpar para aproveitar energia solar, acumulada pelo processo fotossintético. Basta que conduzamos nossa política, tanto fundiária como florestal, para modelos que possibilitem o maior aproveitamento dos recursos naturais renováveis, abundantes e potencialmente renováveis.

V — COMBUSTÍVEIS OBTIDOS DAS FLORESTAS

Combustíveis sólidos

Os combustíveis sólidos, decorrentes do uso da energia solar, via fotossíntese, são produtos tradicionais da floresta, representados pela lenha e carvão vegetal. Esta contribuição representa no momento 30% do consumo energético brasileiro. A lenha tem uso industrial e doméstico em áreas rurais. Estima-se em 105 milhões de metros esteres a produção atual, da qual 45% são transformados em carvão vegetal, que suporta grande parte da siderurgia brasileira (40% no momento).

Carvão vegetal para siderurgia

O carvão vegetal foi o primeiro redutor empregado nos altos fornos. A então ineficiência dos altos fornos e a baixa técnica de fabricar

carvão vegetal, conduzia a consumos de madeira 10 vezes superiores aos atuais.

Atualmente, o carvão vegetal é tão econômico e eficiente como o coque, dependendo unicamente seu emprego da escala de produção e de níveis adequados de suprimento, através de florestas naturais racionalmente manejadas ou das plantadas.

A produção de carvão vegetal, de uma maneira simplificada, consiste em promover a concentração do carbono, fazendo a madeira perder parte de sua composição, através da ação do calor.

Esquemáticamente a composição da madeira e do carvão vegetal é a seguinte:

	Madeira %	Carvão vegetal %
Carbono	34	80
Cinzas	1,3	4
Água	30)
Oxigênio	30)
Hidrogênio	4)16
Nitrogênio	0,7)
Total	100	100

Teoricamente pode-se carbonizar a madeira sem grande perda de carbono. A riqueza em carbono fixo, para uma mesma espécie de madeira, depende da temperatura que atinge o processo de carbonização.

Temperatura °C	Carbono fixo %
150 — 200	60
280 — 380	78
380 — 500	84
700 — 900	91

Processos de carbonização

No Brasil, em especial no Estado de Minas Gerais, situa-se a maior produção de carvão vegetal do mundo. Em Minas Gerais foi desenvolvido o Forno de Superfície e o Forno de Encosta, que no momento são os processos que fornecem a maior conversão de lenha em carvão vegetal, como segue:

Forno	Lenha enforada st	Carvão produzido Mdc	Relação st/Mdc
Superfície	37,340	17,823	2,10
Encosta	17,390	8,973	1,94

Estes resultados dizem respeito à utilização de lenha de eucaliptos.

Atualmente, além dos estudos do Grupo de Trabalho Carvão Vegetal Siderurgia, GT-CVS do IBDF e da Comissão Permanente de Siderurgia a Carvão Vegetal — IBDF-CONSIDER, estão sendo desenvolvidos estudos tecnológicos em colaboração com o governo de Minas Gerais através do CETEC da Fundação João Pinheiro, para racionalizar os processos produtivos e viabilizar aproveitamentos das perdas.

A Missão Oficial do Governo Mineiro que foi à Austrália teve por um dos objetivos especiais visitar, em Wundowie, W. A. em Perth, o complexo siderúrgico que usa carvão vegetal produzido em retortas de processo contínuo, produzindo carvão vegetal, ácido acético, metanol e alcatrão.

A produção da Retorta Constantine em Wundowie é a seguinte, por ano:

Consumo: 80.000 t/madeira (20 a 25% de umidade)
Produção: 20.000 t/carvão vegetal
450 t/ácido acético
250 t/metanol
2.000 t/alcatrão

O processo de retortas apresenta em média a mesma relação de madeira e produção de carvão vegetal que os fornos brasileiros, mas tem a vantagem de aproveitar os demais produtos, como ácido acético, metanol etc.

Sua aplicação requer um grande investimento industrial, cuja viabilidade dependerá de um abastecimento constante, que poderá ser obtido no Brasil após a formação de grandes matos plantados pelas próprias siderurgias, ou na própria Amazônia, para aproveitamento da floresta heterogênea.

O Plano Siderúrgico Brasileiro a Carvão Vegetal, de acordo com dados da Comissão Permanente IBDF-CONSIDER, oferece os seguintes dados:

QUADRO V — Evolução do consumo de carvão vegetal

	Carvão vegetal 1.000 Mdc	Produção gusa 1.000 ton	Índice consumo Mdc/ton
1971	7.890	2.122	3,7
1974	11.865	3.207	3,7
1975	13.700	3.810	3,6
1980	20.800	5.905	3,5
1985	30.200	9.090	3,3

Fonte: IBDF-CONSIDER.

Para a siderurgia poder se abastecer com 50% de carvão vegetal próprio, conforme Portaria Normativa N.º 10 do IBDF, com base em programação especial de reflorestamento, haverá necessidade de plantar, a partir de 1976, de 120 a 150 mil hectares por ano e oferecer a produção média de 100 Mdc por hectare, em cortes intervalados de 8 anos.

Este programa está em análise pelo IBDF e CONSIDER que estudam todas as implicações de plantios e processos produtivos e deverá ser objeto de tratamento especial, pela grande relevância no consumo energético.

As perspectivas de emprego do carvão vegetal, principalmente pela melhoria tecnológica, que está sendo introduzida, são enormes, havendo possibilidade de baixar para 2 Mdc por tonelada de aço, conforme estudos do CONSIDER. Por fim, pesquisas econômicas estão a demonstrar que a integração floresta-indústria para produção de aço é altamente vantajosa e a sua generalização está dependendo apenas da reestruturação dos sistemas de produção, para desenvolver o setor siderúrgico a carvão vegetal.

Não se podendo esquecer também das possibilidades do carvão do babaçu, cujos estudos já foram feitos por Missão da FAO e que permitem uma produção sustentada de 700.000 toneladas de carvão por ano, produzidos com o fruto, somente no Estado do Maranhão.

Combustíveis líquidos

Entre as diversas formas de utilização solar, via fotossíntese, uma das mais importantes é a produção de combustíveis líquidos, principalmente metanol e álcool etílico, que são obtidos de vegetais, especialmente a cana-de-açúcar, beterraba e mandioca.

A recente Missão Oficial do Governo de Minas à Austrália, que foi integrada também por representante do IBDF, constatou o grande interesse daquele país na energia solar, tanto diretamente como através da derivada da fotossíntese.

Apesar de a Austrália ser um país rico em carvão mineral e ter uma grande percentagem de petróleo próprio, as fontes não convencionais de energia, especialmente as renováveis, estão sendo motivo de grande trabalho de pesquisa através do CSIRO.

Etanol

Um dos programas viáveis é a produção de Etanol, com base na madeira, o que é considerado como um dos futuros da própria madeira.

Os princípios básicos do programa australiano são os seguintes:

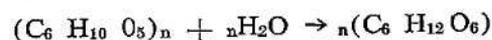
1. Composição da madeira (eucaliptos com 10 anos)

	%	Celulose	Hemicelulose	Lignina
Tronco	66	50	20	25
Galhos	16	50	20	25
Cascas	10	45		
Folha	8	45		

Em cada 100 toneladas de madeira de eucalipto têm-se 50 de celulose e 20 de hemicelulose.

2. Transformação em açúcares

A celulose em presença de ácido ou enzima de celulose sofrerá uma hidrólise para produzir açúcares.



Parte da hemicelulose dará também $n(C_5H_{10}O_5)$

Para a produção de etanol é importante usar ao máximo a produção de açúcares C_6 (hexoses), que são os únicos que fermentarão para o produto desejado.

Para uma tonelada de madeira contendo 500 kg iniciais de celulose, podem-se produzir 555 kg de glicose, enquanto que da hemicelulose se podem obter 75k de manose, totalizan-

do 630 kg de açúcares fermentáveis por tonelada de madeira.

3. Fermentação

A produção de álcool industrial através de materiais, com conteúdo de açúcares, é prática generalizada (melaço, amido, batatas, cereais etc.) e sua adoção está sempre na dependência da conjuntura econômica e no desenvolvimento ou disponibilidade de outras fontes de energia.

A reação básica é a conversão da glicose em etanol e dióxido de carbono

Açúcar	Etanol
$C_6 H_{12} O_6$	$2C_2 H_5 OH + 2 CO_2$
180 g	92 g
H = 673 kcal	655 kcal

Na prática a eficiência da fermentação é de 90%.

Exemplo australiano

Os estudos que estão sendo feitos na Austrália, por recomendação da Academia de Ciências, se baseiam na previsão de que as importações de petróleo crescerão de 22%, em 1972, para 43% do consumo energético, no ano 2.000.

Estes estudos visam substituir, por metanol, metade do consumo de combustíveis líquidos previsto como necessário à Austrália no ano 2.000, a partir de madeira de eucalipto.

Estão sendo projetados 17 complexos industriais, com capacidade instalada de 4.000 toneladas/dia de etanol, os quais vão necessitar, cada um, de 740.000 hectares de eucaliptos e, todo o programa, da área de 13 milhões de hectares de plantações.

Apesar do custo do etanol ser hoje o dobro que o obtido de carvão mineral ou de petróleo importado, considera-se que os preços futuros destes produtos darão viabilidade ao processo.

Com muito maior razão este processo poderá ser viabilizado no Brasil, que tem maior dependência externa de combustíveis e é detentor da imensa floresta amazônica, à espera de racional exploração e tem também imensas áreas aptas ao reflorestamento com eucaliptos.

Combustíveis gasosos

O principal estudo sobre aproveitamento da energia da madeira para a região amazônica foi elaborado, em 1971, pelo "Centre Technique Forestier Tropical", da França, pelo Doutor Edmond Uhart, através de convênio firmado com a SUDAM.

Ele conclui pelo aproveitamento dos desperdícios da floresta amazônica, para produzir carvão e gases não condensáveis, utilizáveis em siderurgia e na geração de eletricidade.

Os poderes caloríficos médios das madeiras, dos carvões e dos gases não condensáveis foram determinados pelo autor, e são os seguintes:

	PCs
Madeira	4.730 cal/g
Carvão vegetal	7.910 a 8.150 cal/g
Gases não condensáveis	1.740 Kcal/m ³

No caso particular da madeira, a economicidade de produção de gases fica adstrita aos aproveitamentos para fins de produção de carvão ou na utilização de subprodutos junto a outras formas de emprego da madeira (locomóveis etc.), não constituindo, pois, um programa especial.

VI — CONCLUSÃO

— A principal fonte renovável de energia é a decorrente da fotossíntese, que é o processo pelo qual as plantas armazenam, na forma de energia química, a radiação solar.

— Nas florestas tropicais, face ao maior índice solarimétrico da região, é muito maior a eficiência e a produtividade primária que nas regiões temperadas. Face à extensão territorial e à magnitude da floresta tropical e subtropical brasileira, o potencial energético é imenso e capaz de oferecer, em produção sustentada, combustíveis para diminuir a dependência externa brasileira de combustíveis sólidos e líquidos.

— Novas pesquisas e programas de desenvolvimento de fontes não convencionais de energia já fazem parte da política brasileira e têm suporte nas condições ecológicas favoráveis reinantes.

— Como principal suporte da contribuição energética da floresta brasileira, há necessidade

de se implantar sistemas silviculturais de manejo visando a produção sustentada. Estes sistemas defendem a paisagem e o solo e proporcionam, através da capacidade de regeneração natural ou induzida, produções constantes de material lenhoso, capaz de fornecer matéria-prima para os programas energéticos.

— A contribuição energética atual da floresta brasileira corresponde a cerca de 30% do consumo total do país.

— A contribuição potencial é enorme e somente na floresta amazônica é estimada em 200 milhões de metros cúbicos de carvão vegetal por ano, numa rotação de 50 anos e, na região dos cerrados, em 60 milhões de metros cúbicos de carvão vegetal por ano, numa rotação de 20 anos.

Estas produções atenderiam a 70 milhões de toneladas de aço/ano, que, apesar de ser um dado teórico, demonstram a capacidade potencial energética da floresta brasileira.

— A aplicação de novas tecnologias, como para obtenção de açúcares ou etanol solar, dá uma idéia real do que será o futuro da madeira, que outra coisa não é senão energia armazenada.

— Como Presidente do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, cabe-me esclarecer que a política florestal do governo brasileiro, no setor energético, visa exatamente promover o manejo das florestas naturais e o reflorestamento com espécies econômicas, para

a racional utilização e o incremento de novas fontes de energia.

REFERÊNCIAS

- Alvim, P. T., 1975. *Agricultura nos trópicos úmidos: potencialidade e limitações* — CEPLAC. Anuário sobre economia brasileira — ANÁLISE — 1974.
- Azambuja, D. e Thibau, C. E., 1973. Relato técnico — *Boletim técnico n.º 3* — IBDF.
- Dubois, J., 1974. *Documento informativo sobre a Amazônia* — IBDF — PRODEPEF.
- F. J. P., 1976. *Relatório missão oficial à Austrália* — Otávio Elzio de Brito, Márcio Fernandes e Carlos E. Thibau (em publicação). *O GLOBO* — Seção Economia — Edição de 15-5-76 — pág. 30, 31 e 34.
- Osse, L., 1971. Lenha, carvão e carvoejamento — *Brasil florestal n.º 7*.
- Siemon, J. R., 1975. *The production of solar ethanol* — CSIRO — Austrália (em publicação).
- Thibau, C. E. — O conceito de sistemas de produção e sua aplicação na engenharia florestal — *Anais XV Reunião ABEAS — Outubro 1975*.
- Thibau, C. E. — Oportunidades de emprego de mão-de-obra nas florestas tropicais úmidas sob diversos sistemas silviculturais — *in Brasil florestal — ano 6 n.º 23*.
- Thibau, C. E., 1975. Preservação pela regeneração, *in XXVII Reunião Anual da SBPC* (em publicação).
- Uhart, E., 1971. *A floresta amazônica — fonte de energia* — Centre Technique Forestier Tropical — França.
- Vargas, J. I. e Veado, J. I., 1976. Energia fotossintética — *in Revista Fundação João Pinheiro* — Abril.