

1º Ciclo de Debates
**“A QUESTÃO
ENERGÉTICA”**
**Problemas
e Alternativas**

Comissão de Obras Públicas da Assembléia Legislativa do Estado do
Rio Grande do Sul

OUTUBRO 1977

ENERGIA E SOCIEDADE

Professor Howard T. Odum.



Prof. HOWARD T. ODUM.

Cientista de destaque internacional, Pesquisador e Diretor do Centro de Pesquisas sobre Alagados, na Universidade da Flórida – Gainsville.

Autor e editor de vários trabalhos científicos, dentre eles os livros "Ambiente, Energia e Sociedade" e "Bases Energéticas para o Homem e a Natureza".

ENERGIA E SOCIEDADE

12 out 77

Prof. Howard T. Odum

Legisladores, líderes e cidadãos do Brasil, dignos convidados e jovens que formarão a próxima geração de líderes, é um prazer participar dos seus debates sobre o problema da energia e as alternativas possíveis.

A Humanidade se desenvolveu originalmente como parte da natureza e sob o controle do meio ambiente. Com o uso e o controle crescentes da energia, o homem é capaz de controlar a biosfera e tem agora uma redobrada necessidade de ser um bom administrador. Deste modo, é agora necessário que todos nós entendamos como funciona o sistema do homem e a natureza. Como está relacionada a energia da biosfera com a economia humana? Como participa o meio ambiente, na simbiose entre ele próprio e a humanidade? Os conceitos de energia e sistemas podem ser combinados, para ajudar-nos a fazer previsões simples e com bom senso. Quando há crescimento, e quando há um estado estacionário? Como se relaciona a energia com o futuro das nossas vidas e dos nossos filhos? Que podemos fazer para estabelecer um bom padrão de vida na biosfera?

Consideremos, primeiro, alguns princípios de energia e sistemas que nos ajudarão a compreender o que sustenta a vitalidade da economia das pessoas e natureza funcionando juntos. Depois veremos como um exemplo os diagramas do fluxo de energia no Brasil.

Princípios do Fluxo de Energia

A Figura 1 é a representação integrada de um sistema. Os fluxos de energia vêm da fonte, à esquerda, do comércio, à direita, e são utilizados para a obtenção de patrimônio (1): edifícios, cultura, conhe-

(1) N.T. - No original *assets*. Segundo o glossário do livro "Energy Basis for Man and Culture", de HT e Elizabeth Odum, *assets* (patrimônio) "é tudo o que pode perder valor e requer trabalho para manter-se".

cimento, árvores, etc. Este patrimônio são os meios de realimentação capazes de produzir mais energia. A energia vem dos combustíveis – como carvão, petróleo ou urânio – e de fontes renováveis; o sol, o vento, as marés. O diagrama ilustra a primeira lei da energia. Todas as energias deixam as fontes para ingressar ao sistema e depois sair novamente por um escoadouro térmico.

A primeira lei da energia é a lei da conservação. O fluxo de absorção da energia é igual ao de expulsão e acumulação somados. Parte da energia recebida é conservada temporariamente no tanque. De acordo com a segunda lei da energia, a energia que é capaz de produzir um trabalho fica depois num estado de “usada” no qual já não é capaz de produzir e se dispersa no ambiente como calor. Depois de seu uso, a energia potencial se escoa para o ambiente por um canal térmico de expulsão e já não é capaz de produzir trabalho. Também como resultado da segunda lei, os estoques de energia (patrimônio) se depreciam, os carros enferrujam, as pessoas envelhecem, as casas ruem e as concentrações químicas se diluem. Todas as coisas têm alguma energia. Para manter o patrimônio, devemos ter um fluxo constante de energia que ingressa, vindo da fonte, e substitui a energia em processo de dispersão e depreciação. O diagrama mostra a base de todo valor. Seja o patrimônio formado por máquinas, animais, pessoas, padrões climáticos, bibliotecas ou arte, o fluxo de energia é necessário para sua manutenção.

Pensemos agora no dinheiro. O dinheiro corre na direção contrária. O fluxo da moeda é a poderosa linha de realimentação. Um consumidor dá dinheiro ao dono de um armazém; ele troca dinheiro como uma contra-corrente, como aparece na Figura 1. O dinheiro forma um círculo; a energia vem de fora, faz um círculo e sai novamente. Em 1975, nos Estados Unidos, 1,4 trilhões de dólares percorriam este círculo. E o total de energia era de $26,7 \times 10^{15}$ calorias em equivalentes de carvão. Este fluxo ingressava, fazia um círculo e saía novamente.

O que acontece se algo faz com que diminua o fluxo da energia mas o dinheiro continua circulando? Se há menos trabalho sendo realizado pela energia com o mesmo montante de dinheiro, há inflação. Há, pois, duas maneiras de produzir inflação: reduzindo a energia ou aumentando a moeda.

Durante períodos de crescimento, os governos descobriram que podem estimular o crescimento e criar mais empregos através da emissão de moeda; eles encorajam a inflação para fazer que o dinheiro circule mais rapidamente, e isto atrai mais energia para o sistema. Este recurso é útil na medida em que mais energia for disponível. Mas se algo acontece à fonte de energia e a circulação do dinheiro é acelerada,

o resultado de combustíveis é produzir 1/3 de energia para pessoas. O preparo de praias por pessoas é gratuito. Nunca pagamos

O terceiro estabelecido aqueles sistemas a aqueles que de suprimento

Crescimento

O fluxo de energia
Figura 3.1
Com um fluxo de energia
são absorvidos mais rapidamente
tempo há
Então o sistema
mas, têm
maneira de
estado está
vivas. Há
muito rapidamente
comparado
há energia
que cresce
Estados Unidos –
país cresce
aceleração
característica
acordo com
quando há
riqueza.

o resultado é apenas inflação. Observe-se na Figura 1 que o abastecimento de energia dos Estados Unidos atualmente é de cerca de 2/3 de combustíveis, – combustíveis fósseis, carvão, petróleo, gás – e cerca de 1/3 de energia solar, convertida esta à quantidade de trabalho que pode produzir se comparada com o carvão. Não pagamos a ninguém pelas energias renováveis; só por processá-las. O dinheiro circula entre pessoas. O valor do meio ambiente, dos ventos, a ação da vegetação, a preparação do sólo, o fluxo dos rios, a limpeza do ar, e a preparação das praias por parte das marés são todos trabalhos da natureza. São gratuitos. São indispensáveis ao funcionamento da economia mas nós nunca pagamos à natureza por eles.

Máxima Potência

O terceiro princípio da energética é o princípio da máxima potência, estabelecido por Lotka em 1922. Este princípio, esta teoria, prediz que aqueles sistemas, países, economias e empreendimentos que maximizam a extração de energia e aceleram ao máximo o processo são aqueles que sobrevivem. Os que maximizam a potência têm mais meios de suprir todas as necessidades e superar as dificuldades.

Crescimento e Nivelção.

O fluxo da energia nos permite compreender o crescimento. Veja a Figura 3. Podemos ver o sistema ecológico, uma floresta, por exemplo. Com um terreno recém-desmatado recebendo sol e chuva, as sementes são absorvidas e germinam rapidamente. As sementes que germinam mais rápido se impõem. Elas recebem toda a luz e a chuva. Em pouco tempo há tantas folhas que a energia da luz já não está disponível. Então o sistema se volta para novas espécies, que não crescem rápido, mas, têm características para permanecer ali por longo tempo. Desta maneira temos um período de crescimento da floresta seguido por um estado estacionário. Para cada período há um tipo diferente de espécies vivas. Há no começo a semente, que é muito competitiva e cresce muito rapidamente, lutando por vencer a seus vizinhos. Pode-se comparar o sistema do homem e a natureza com a simples floresta. Se há energias abundantes para crescer, o sistema que se impõe é aquele que cresce mais rapidamente, como as sementes, e como os Estados Unidos – que se caracterizaram por ser muito competitivos até 1973. O país cresceu muito rapidamente e desenvolveu toda uma cultura para a aceleração do crescimento, inclusive o capitalismo e o lucro. Estas características faziam a economia avançar muito rapidamente. De acordo com o princípio de Lotka, pois, o crescimento predomina quando há energia abundante. E se observa marcadas diferenças na riqueza.

No Brasil, atualmente, há ainda suficiente energia para crescer. Portanto, o Brasil deve crescer. Se uma parte do Brasil tentasse não crescer, setores competitivos, favoráveis ao crescimento, predominariam graças à utilização de mais recursos. Um sistema político dá predominância ao que obtém o maior crescimento durante o período em que o crescimento é possível. Mas depois que o estado estacionário é atingido, é inútil tentar o crescimento. Desenvolver uma fonte de energia desnecessária causa apenas custos à economia. Deste modo, mudam todas as regras do período de crescimento uma vez que se atinge o seu máximo nível. Surge um novo tipo de cultura, menos preocupada com a competição e os lucros, dando mais atenção à diversidade, à cooperação, à eficiência, à realização e um bom trabalho e o uso correto da energia. Pode-se comparar o modo como crescem o sistema ecológico da floresta e a economia humana. Já que ambos se realizam com energias reguladas pela primeira e segunda leis da energia e pelo princípio da máxima potência, os dois sistemas têm padrões similares.

Princípio da Qualidade Crescente da Energia no Trabalho.

Outro princípio da energia é a formação de cadeias de qualidade cada vez mais elevada (veja a Figura 4). A cadeia alimentar nos sistemas ecológicos transmite a energia do sol para as plantas, que alimentam pequenos animais, e os pequenos animais alimentam os animais maiores, e os animais maiores alimentam os peixes grandes. Há muitos animais pequenos e poucos animais maiores. Em cada passo da cadeia se perde energia em forma de calor inaproveitável, e portanto, há uma diminuição do fluxo de energia a cada passo. Não obstante, a cada passo são produzidos seres de qualidade mais elevada e capazes de maior controle sobre o que os rodeia. O princípio é que o fluxo de energia que desce por uma cadeia alimentar aumenta de valor a cada passo devido à energia gasta na sua própria concentração e na organização da informação. O fluxo, no final, requer muita energia. Chegando ao estágio superior, os fluxos devem devolver uma quantidade mais alta de energia para uma ação mais ampla. Na cadeia alimentar nós vemos o perca (1) ou o lobo ou qualquer outro animal desenvolvido como um administrador, tanto como consumidor. A Figura 4 mostra a diminuição de energia à medida que o fluxo passa pelos anéis da cadeia. A cada passo é dispersada energia térmica. A energia de baixa qualidade que impulsiona cada caloria se perde, e este é o custo de cada unidade de energia. Há muita energia de baixa qualidade à esquerda e pouca à direita. Os organismos situados ao final, à direita, são valiosos porque necessitaram muita energia solar para surgir. Eles são resultado de uma grande concentração, e portanto, o sistema os usa para

(1) Ni - Perca - peixe da família dos pércidas, de água doce e carne saborosa.

trab
gen
enc
clim
hom
requ
res,
pre
líder
uma
gran
reali
da p
uma
neces
obter
é um
Não
para
à dir
às fu
para
neces
e o q
usado
calor
corp
neces
poss
país
hidra

A
C
ener
muit
fluxo
expo
rand
pass
emp
com
ao r
esco
saber

trabalhos muito valiosos. Por exemplo, o leão atua como controle genético sobre o antílope. Não obstante, as cadeias alimentares são encontradas em todos os sistemas energéticos. Estão nos sistemas climáticos, nos sistemas geológicos e nos sistemas econômicos do homem. Na economia humana as ocupações situadas à esquerda requerem pouca preparação. No centro há consumidores e processadores, e à direita estão os líderes, como os legisladores e os presidentes. É preciso uma grande quantidade de calorias da esquerda, para ter um líder capacitado, amplamente conhecido e eleito de modo a cumprir uma função à direita, na imagem proposta pela Figura 4. O líder tem grande poder e responsabilidade ao prestar serviços ao sistema, realimentando-o. A luz do sol é muito difusa. Ela precisa ser concentrada pelas plantas. São necessárias cerca de 8.000 calorias (a caloria é uma unidade de energia) para fazer oito calorias de madeira. E são necessárias oito para obter quatro de carvão, e quatro de carvão para obter cerca de uma de eletricidade. A energia necessária para fazer algo é uma medida de valor. É uma medida do potencial deste componente. Não se deve usar algo que requer uma grande quantidade de energia para um processo com pouco fluxo de energia. Avançando em direção à direita, na Figura 4, chegamos ao trabalho humano e posteriormente às funções mais complexas e aos líderes. Surge aqui um interessante paradoxo: quanto menos fluxo de energia há, tanto mais energia é necessária para elevar este fluxo. Se puséssemos um homem num forno e o queimássemos, pouco calor resultaria deste processo, mas a energia usada para a obtenção de um homem culto é enorme. Um milhão de calorias de luz solar para uma caloria de professor. A energia corporificada fornece uma escala ou um critério de valor. É a energia necessária para fazer algo, quando realizado tão eficientemente quanto possível sob condições competitivas. Entre as fontes energéticas de um país, a luz do sol é de baixa qualidade, o vento é de qualidade média, e a hidráulica é de qualidade moderadamente alta.

A Economia como uma Roda.

Consideremos agora a economia e as fontes alternativas de energia. A Figura 5 mostra a economia como uma roda. Ali estão muitas fontes de energia; gás, carvão, indústria nuclear, hidrelétrica, fluxos naturais do ambiente e o intercâmbio da energia através da exportação e importação. Todas estas fontes são como pessoas empurrando uma roda. Enquanto circula, a roda reúne e armazena energia e a passa ao redor do círculo. Algumas destas fontes de energia estão empurrando apenas levemente, e algumas são abundantes, e empurram com força. As que têm força ajudam as outras. As energias acumuladas ao redor do círculo gradualmente são usadas, passando através do escoadouro. Os dólares circulam na outra direção. Como podemos saber quais energias estão na realidade contribuindo mais?

Energia Líquida (1)

Para processar energia de qualquer fonte, como o petróleo extraído do solo, é necessário um trabalho de investimento, na roda da economia humana. A Figura 6 é um diagrama de um processo de concentração de energia. A letra F representa o trabalho investido pela sociedade em forma de equipamento, produtos, serviços, materiais, conhecimento. Estes investimentos são energias de alta qualidade porque requerem uma enorme energia para desenvolver-se. Eles têm muita energia corporificada. A energia líquida fornecida é a que excede o valor destas formas de realimentação. Quanta energia é necessária para liberar determinada quantidade de energia? Primeiro, convertamos tanto a produção de energia como o investimento a equivalentes corporificados numa mesma qualidade de energia. Por exemplo, ambos podem ser expressos em equivalentes de energia solar ou de carvão. Na medida em que estamos fazendo escavações cada vez mais profundas para obter petróleo, carvão, e outros minerais, e cada vez mais longe da praia, no oceano, a relação entre a produção e o investimento está tornando-se desfavorável. Esta é a razão porque os preços do petróleo estão subindo em todo o mundo e os países da OPEP conseguem estabelecer altos preços.

A Figura 7 dá um exemplo típico da energia líquida. Para obter 6 unidades de uma energia equivalente em carvão, são usados bens e serviços no âmbito econômico que equivalem a uma unidade de energia. A relação entre energia produzida e gasta aqui é de cerca de 6 para 1. No começo do século a relação mais comum era de 40 para 1. Ao preço atual do petróleo - 13 dólares o barril - se gasta bens e serviços que representam uma unidade de energia para obter 6. Quando recebíamos 40 gastando apenas 1, haviam 39 unidades com as quais promover crescimento. A maior parte dos países estava crescendo. Quando a relação entre as energias gastas e produzidas passou de 6 para 1, grande parte do crescimento se interrompeu. Veja a Figura 8. Muitos países desenvolvidos pararam seu crescimento em 1973. Na média em que a razão entre produção e gasto em suas fontes energéticas está decrescendo, os países industrializados provavelmente não poderão crescer muito mais.

Energia Nuclear.

Contando com a duração de uma usina nuclear (35 anos) e todos os custos que ela implica - inclusive mineração, manufatura, concentração, a burocracia da regulação governamental, os esforços necessários

(1) N.T.: No original - Net energy -

à se
corp
de p
carv
depe
um p

subs
indú
tant
dific
não
uma
trint
que

com

da se
purif
trans
alim
quar
gran
tos
aque
elétr
Bro
Qua
tant

depe
500
máx
célu
país
uma
sepa
das
Dep
talv

à segurança, todos os custos imprevistos, e especialmente a energia corporificada no trabalho – as centrais nucleares recebem 2,7 contra 1 de gastos, numa proporção equivalente à metade da obtida com o carvão ou petróleo. Se uma economia estivesse isolada numa ilha dependendo da energia nuclear, ela teria a metade do nível de vida que um país que empregasse o petróleo.

Antes de 1973 as indústrias nucleares estavam sendo realmente subsidiadas por petróleo. Assim que o petróleo ficou mais caro, as indústrias nucleares deixaram de ser tão econômicas, e já não são tantas as que estão sendo construídas. Além disso, há também as dificuldades com o lixo e o custo da desativação das usinas, que ainda não pôde ser estimado precisamente, com um acidente que atinja a uma superfície de 5.000 milhas quadradas e anule sua produtividade por trinta anos devido à radioatividade, a proporção baixa para 1,5 com 1, o que é igual à proporção da agricultura de subsistência.

O Brasil obterá menos energia construindo centrais nucleares que comprando e estocando carvão.

Energia Solar.

A energia solar impulsiona o Brasil, atualmente. Ela o faz através da selva, da ação do clima, dos ventos, dos solos, bosques, águas e da purificação do ar. Estes processos absorvem energia solar e a concentram gradualmente em produtos de alta qualidade ao longo da cadeia alimentar. Por contraste, a tecnologia solar trata de concentrar uma quantidade muito pequena de luz solar através de aparelhos com grande quantidade de energia corporificada sob a forma de investimentos em materiais, trabalho e equipamento. São exemplos disso os aquecedores solares de água e as células solares, geradoras de energia elétrica. Nem um nem outro produz energia líquida (Zucchetto and Brown, 1977). Não são fontes, mas sim consumidores de energia. Quanto mais é usada a terra com um mínimo de tecnologia por acre, tanto maior será a energia líquida recebida da luz solar.

As plantas tiveram a oportunidade de maximizar a conversão solar depois que processos seletivos no ecossistema tiveram lugar durante 500 milhões de anos sob a pressão da seleção evolutiva que tende à máxima potência. As plantas podem haver maximizado já o uso de células semicondutoras na conversão da luz solar. A clorofila cobre as paisagens e é também uma transformação semicondutora de luz em uma primeira forma de eletricidade. Os cloroplastos das plantas separam as cargas positivas e negativas com a mesma eficiência inicial das células solares, e o fazem sem qualquer forma de custo em energia. Depois que as pessoas consigam baixar o custo das células solares, talvez possam atingir a eficiência dos cloroplastos.

A energia solar é uma energia diluída. A maneira correta de fazer uso dela é aproveitando madeira e comida obtidos com a agricultura e peixes capturados em lagos e mares. Quando a agricultura se industrializa, ela deixa de ser uma pequena fonte de energia para ser uma fonte que nada produz de energia líquida.

A energia hidrelétrica e de alta qualidade tem um balanço energético positivo se há uma bacia natural que pode ser represada a baixo custo. Algumas represas propostas no Brasil podem não ter um balanço energético positivo se a perda em produção de madeira, que a destruição dos pântanos acarretar, for incluída.

Fontes Alimentares.

A fissão nuclear era considerada como uma boa alternativa energética quinze anos atrás. Mais tarde, no entanto, se descobriu que a maior parte da energia térmica concentrada pela fissão tem de ser desperdiçada, até obter-se uma temperatura menor em que é possível a utilização de metais. A fusão é muito quente. Não se sabe qual seria o balanço energético, mas se considera que é excessivamente quente. Quando a energia é realimentada – como é necessário para controlar o processo – e a energia concentrada se esfria até uma temperatura aceitável pela maquinaria ao nível da biosfera, ela pode gastar mais que a energia que produz. O atual processo de fissão nuclear não tem um balanço energético tão bom quanto se esperava devido ao alto custo dos investimentos. Os reatores "breeder" e a fusão vão necessitar ainda mais realimentação energética em forma de serviços de alta qualidade e equipamento. Aparentemente não haverá fontes abundantes de energia disponíveis depois do carvão e do petróleo, exceto a energia solar usada de modo apropriado (florestas, pesca e agricultura).

Algumas pessoas retornarão ao campo e haverá menos habitantes nas cidades com tecnologia menos sofisticada, mais tecnologia miniaturizada e mais desemprego. É possível que estas tendências sejam observadas tão logo os suprimentos de energia tenham um nível baixo.

A Combinação Energética.

Outro conceito é o princípio da combinação da energia. Em qualquer atividade econômica recebemos energia gratuita do ambiente. Veja na Figura 11 a energia ambiental disponível na forma de luz solar, vento, água corrente, chuva, terra, solo, vegetação e produtos da vegetação. Estes fatores atraem o desenvolvimento econômico, o fluxo de moeda, mercadorias, serviços e combustíveis. A atividade econômica vende um produto ou serviço. O dinheiro é empregado no ciclo de energia de alta qualidade, mas não é utilizado no pagamento dos

benef
afirm
abun-
da. A
veis
energ
instân
econô
potênc
na Fig
impor
qualid

O
é a ver
empre
trabal
um tr
merc
natura
preço
podem
que de
dia na
energia
carvão

A

O
adaptar
energia
meio
que per
quaiada
dinheiro
antropo
ambiente
pio, a
ções me
de ener

benefícios gratuitos do ambiente natural. O princípio da combinação afirma que a energia de alta qualidade é atraída pelos sistemas que têm abundante energia natural, de baixa qualidade que pode ser processada. A energia de alta qualidade é realimentada em forma de combustíveis fósseis, eletricidade ou serviços humanos. A disponibilidade de energia de baixa qualidade como a luz solar determina em última instância a vitalidade da atividade econômica. Para maximizar a economia, a potência energética é maximizada. Para examinar a potência energética, os dois tipos de entrada de energia que aparecem na Figura 9 são necessários, mas um (I) atrai o outro (F). Um país pode importar tanta energia de alta qualidade (F) quanta energia de baixa qualidade (I) tiver para atraí-la.

Outro exemplo da interação entre energia natural e energia atraída é a venda de café na agricultura. Sol, vento, chuva e terra são parte do empreendimento. O dinheiro compra energia externa na forma de trabalho, tratores, fertilizantes e serviços humanos. As fazendas com um trabalho barato da terra, água e sol, obtêm maiores lucros no mercado e podem comprar mais energia externa. Se há mais energia natural disponível, as vendas se realizam a preços mais baixos. Se o preço é menor, a atividade captura o mercado e recebe mais dinheiro, podendo comprar mais insumos e crescer. Deste modo, uma atividade que disponha de mais energia natural vence as competidoras. Hoje em dia nos Estados Unidos, o equivalente a uma unidade de carvão em energia de baixa qualidade é capaz de atrair cerca de 2,5 unidades de carvão em energia de alta qualidade.

A adequação do Desenvolvimento Econômico ao Ambiente.

O princípio da combinação da energia fornece indicações para adaptar o desenvolvimento econômico ao ambiente. A proporção entre energia de alta qualidade recebida da economia e a energia atuante do meio ambiente não deve ser mais alta que um determinado nível, em que permanece competitiva. Se o fluxo de mercadorias de alta qualidade, serviços, equipamentos, combustíveis, etc, obtidos com dinheiro, é grande, a atividade não só será pouco competitiva e antieconômica, mas se constituirá numa sobrecarga para os recursos ambientais e minará as bases da produtividade econômica. Por exemplo, alguns tipos de tratamento de detritos propostos envolvem proporções muito altas de energia de alta qualidade, em relação à combinação de energias naturais.

Ecossistema de Interface (1)

Uma solução melhor são os ecossistemas de interface, que usam áreas naturais, tais como pântanos, para receber e tratar desperdícios, de modo que um ecossistema especial, adaptado, se desenvolve e é compatível com o lixo e com o meio-ambiente natural que o rodeia. A Figura 10 mostra nosso estudo experimental feito em Gainesville, Flórida, USA, patrocinado pela Fundação Rockefeller e pela Divisão RANN da Fundação Nacional da Ciência. A rede de esgotos retorna à natureza através de um pântano com ciprestes, quase natural, e onde as várias formas de vida filtram a água, utilizam nutrientes e devolvem água limpa ao solo de modo muito mais barato que por meios tecnológicos. O processo é um tratamento de lixo que usa a energia solar e é simbiótico com os valores ambientais. O Brasil tem grandes pântanos que já servem para filtrar e limpar a água de rios, dando importantes nutrientes para a produção de madeira, utilizando energia solar e também com possibilidades para o tratamento de lixo da atividade humana. Os pântanos são rins naturais para o ambiente. Nas experiências com os pântanos de ciprestes, a proporção de combinação da energia de alta qualidade, oriunda da economia, com a energia natural livre é de cerca de 3 para 1, enquanto que com tratamento tecnológico a proporção pode ser de 100 para 1.

Os Modelos do Fluxo Energético no Brasil.

Para ilustrar os princípios da energia e sociedade no Brasil, as Figuras 12 e 13 apresentam alguns modelos preliminares. As estatísticas governamentais foram usadas para avaliar aproximadamente os principais fluxos de energia provenientes de dentro e de fora do país. Os números são em equivalentes de carvão. A luz solar foi convertida em equivalentes de carvão através do fator 2000! Os fluxos são de um trilhão de quilo-calorias por ano. O Brasil apresenta fluxos de 6300 trilhões de calorias de luz solar depois da conversão a equivalentes de carvão; cerca de 250 de hidroelétrica; cerca de 403 de combustíveis como petróleo e carvão, 286 de madeira, e cerca de 68 engobladadas na forma de bens e serviços. O Fluxo total de energia de alta qualidade é de cerca de 1000 comparado com 6000 de baixa qualidade.

E quanto ao atual crescimento do Brasil? Como compete o país no mercado internacional? O Brasil tem uma grande proporção de recursos naturais disponíveis porque seu território ainda não está superpovoado e poluído exceto localmente. Ainda existem muitas

(1) - Interface - "superfície de separação entre a atmosfera e o mar, ou entre duas camadas de água de diferentes propriedades. Superfície que separa duas fases de um sistema." (cid. Aurélio).

fontes e
ça. Por
de inve
compra
maior p
Brasil e
Provava
fim do
petróle
e, porta
os com
baratos
disponi
crescim
do lim
quantid
limite s

Ma
do mun
solar e
economi
ser ad
possível
Estados
combust

Qu
carvão
Brasil e
há pro
possibil
qualque

De
No Bra
viver e
ser nec
agora
adquir
"know
novam

Ha
análise

fontes energéticas disponíveis porque o desenvolvimento recém começa. Por este motivo, o Brasil está atraindo energia combinada em forma de investimentos, e captura mercados e cresce. Recebe dinheiro e compra mais combustíveis. Na época do embargo árabe do petróleo, a maior parte dos países interrompeu seu crescimento, mas o PNB do Brasil e a utilização de energia cresceram quase da mesma forma. Provavelmente, o motivo é a alta proporção de energia natural. Antes do fim do século esta proporção vai ser alterada na medida em que o petróleo fique mais escasso. Será mais difícil atrair capitais do exterior e, portanto, energia. O crescimento do Brasil seguirá acelerado até que os combustíveis do exterior hoje facilmente acessíveis deixem de ser baratos. Como já foi dito, um sistema cresce enquanto há uma energia disponível para este crescimento. Um possível limite máximo para o crescimento do Brasil é sugerido na Figura 8, com base nas estimativas do limite mundial da produção de petróleo. Se o Brasil descobre quantidades importantes de combustíveis fósseis em seu território, o limite só será atingido mais tarde.

Mas olhemos o futuro. Quando a energia de combustíveis fósseis do mundo estiver esgotada, o país se voltará novamente para a energia solar e outros fluxos renováveis. A energia solar impulsiona 85% da economia brasileira atualmente, mas está inclinando-se rapidamente a ser adotada em lugar de combustíveis. Sem combustíveis, o nível possível da atividade econômica do Brasil seria de 85% da atual. Os Estados Unidos têm uma energia solar similar, mas usam mais combustíveis e teriam que reduzir a atividade a um terço da atual.

Quando o petróleo for menos disponível, no próximo século, o carvão poderá ainda ser utilizado. Deste modo, o próximo passo para o Brasil é uma combinação de carvão e energia solar, não nuclear. Não há problema em construir algumas usinas nucleares e testar as possibilidades, mas seria grave fazer investimentos em larga escala em qualquer fonte energética que tenha um balanço energético duvidável.

Depois do carvão voltaremos, a longo prazo, à energia renovável. No Brasil ainda há muitas pessoas que sabem como plantar e como viver utilizando pouca energia. Não percam este conhecimento que vai ser necessário novamente dentro de 30 anos. A maior parte das pessoas agora quer ir para as cidades, integrar-se à cultura dos combustíveis, adquirir um aparelho de televisão. Mas alguém deveria defender o "know how" da energia natural, porque todos a vão necessitar novamente.

Há muitas possibilidades de erro na planificação. Os modelos e análises energéticos que usem os princípios mencionados nesta confe-

rência podem ajudar a evitá-los. Por exemplo, o álcool tem funcionado como suplemento da gasolina, a partir do desperdício na agricultura. Mas se a produção de biomassa (1) pelo álcool é feita por meios industriais (tratores, fertilizantes, exploração intensiva), não há energia líquida. A agricultura industrializada usa entre duas e dez vezes mais energia de combustíveis que a energia que produz. O projeto de movimentar os carros brasileiros com álcool em larga escala é uma falácia.

A Vida no Futuro.

Nós temos dois tipos de culturas no mundo; as culturas de crescimento, e as culturas de estado estacionário. Nos anos recentes as culturas de crescimento têm predominado na medida em que maximizaram sua energia. Em nosso país, por exemplo, as pessoas de minha idade não podem imaginar algo que não seja progresso. A idéia de que poderia não haver progresso é inimaginável. É uma idéia provavelmente inadmissível também aqui em seu país. Durante o crescimento as pessoas têm que acreditar em crescimento.

Durante um período de nivelção, não obstante, as pessoas têm que priorizar uma produção mais eficiente, sem tanta competição, irradiando energias ao redor, usando-as corretamente, sem criar uma nova atividade exceto quando outra anterior falha. Numa floresta em estado estacionário, quando uma árvore morre, uma nova pode nascer. Nos exemplos da natureza um estado estacionário a longo prazo é um lugar limpo, rico em variedade e que sugere otimismo. As culturas do passado que estiveram em estado estacionário foram boas culturas. O estado estacionário não é algo a temer. O seu país tem que crescer, agora, mas vocês deveriam preparar-se para o estado estacionário em que seus filhos irão viver. Deveria haver duas equipes. Uma equipe que avança com o progresso, e outra que é destinada pelo governo e pelas universidades para fazer uma planificação do período estacionário. Pode-se chegar ao limite máximo dentro de apenas 25 anos, e já é tempo de pensar no outro padrão de vida.

As grandes cidades se desconcentrarão então, de modo a fazer possível um uso melhor da energia solar. As pessoas abandonarão as cidades. Isto já está acontecendo nos Estados Unidos. É crescente o número de pessoas que trabalham no campo novamente. Haverá mais mulheres trabalhando porque serão necessárias menos crianças quando a população não cresce. Será utilizada a tecnologia miniaturizada, mas não a alta tecnologia, que é cara. Os alimentos sofisticados serão

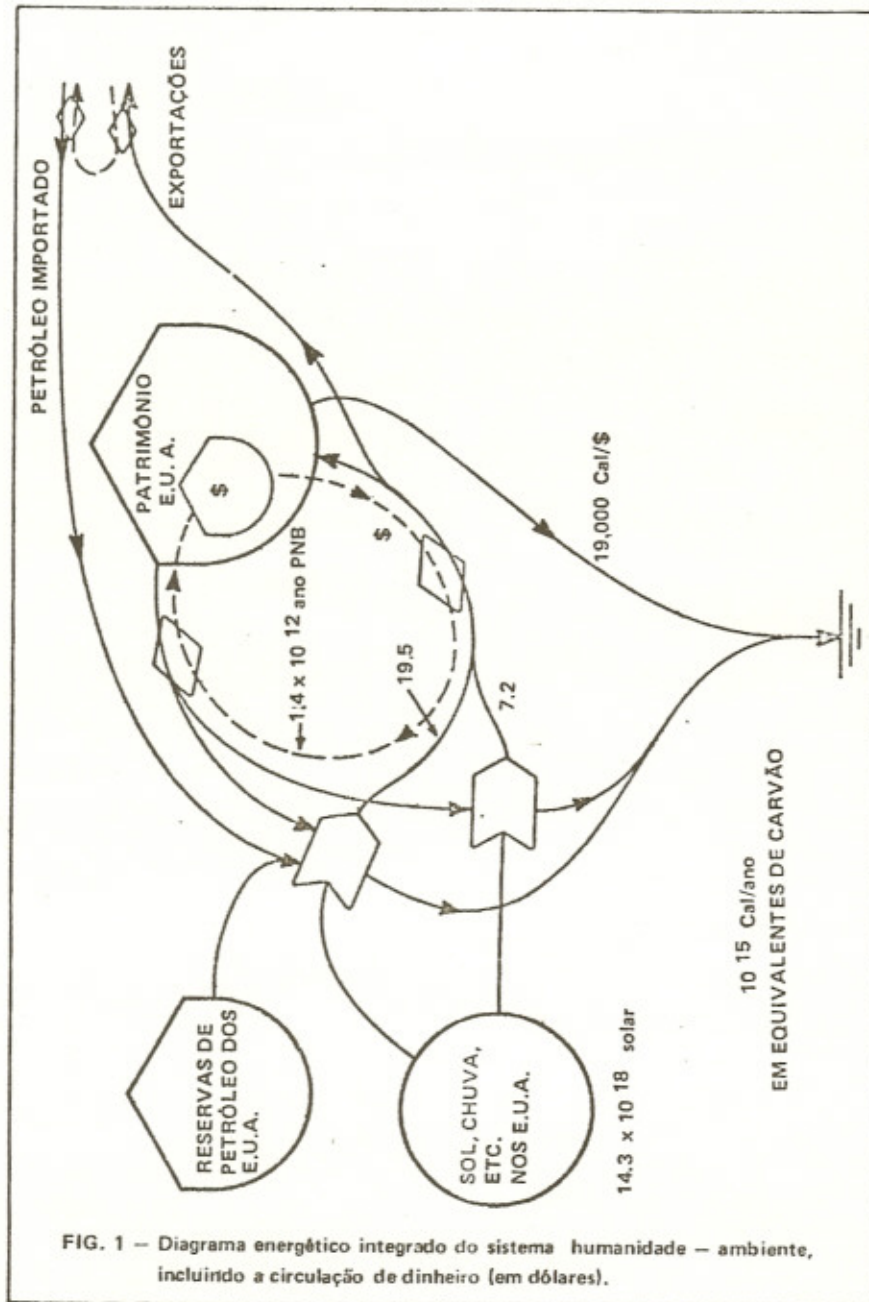
(1) N.T. Biomassa - massa total dos organismos em determinada área.

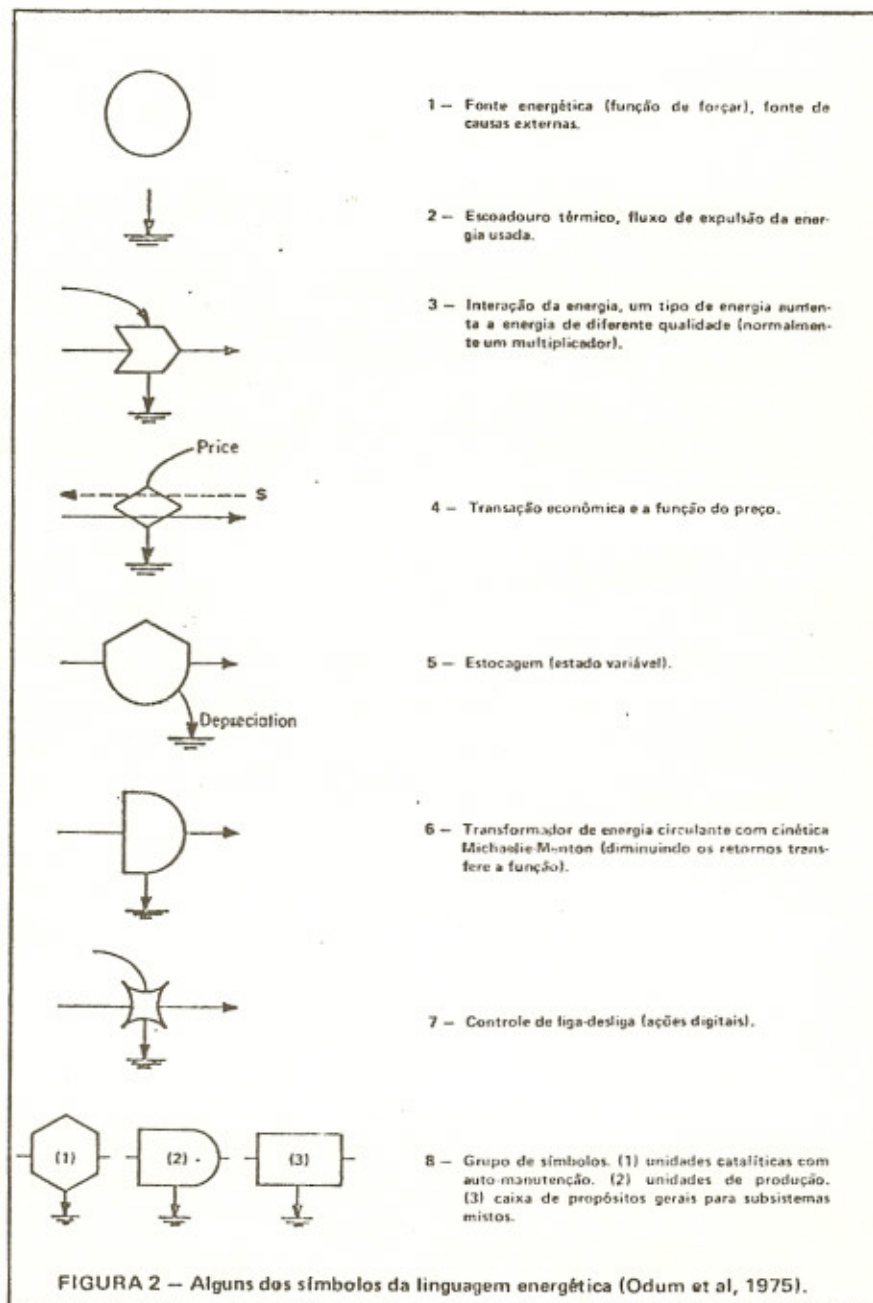
cortado
energia
exemp
declina
usinas
poderá
fazer u
setores
meios
fibra, r
nós ter
interes
da na
reprog
a opçã

Ur
livro re

cutados em primeiro lugar. O número de carros diminuirá. O total de energia de alta qualidade corporificada terá de diminuir, como por exemplo o governo e as universidades. O governo e as universidades já declinam nos Estados Unidos. Alguns consideram que haverá mais usinas hidrelétricas, mas a eletricidade é energia moderadamente alta e poderá diminuir. São necessárias 4 unidades de energia de carvão para fazer uma de eletricidade. A eletricidade poderá ser usada apenas em setores especiais. Se voltamos atrás e usamos energia diretamente, por meios mais elementares, para o aquecimento, lenha, combustíveis, fibra, roupas, alimentos, pesca, a vida pode ser agradável. Alguns de nós terão que mudar de estilo de vida e isto pode ser duro, mas será interessante. A Humanidade, sendo o mecanismo geral mais adaptável da natureza, deveria continuar a adaptar-se e servir à biosfera, reprogramando seu comportamento cultural por tentativa e erro e com a opção lógica que se faz necessária.

Uma exposição geral dos conceitos expostos aqui foi incluída num livro recente (Odum, 1975).





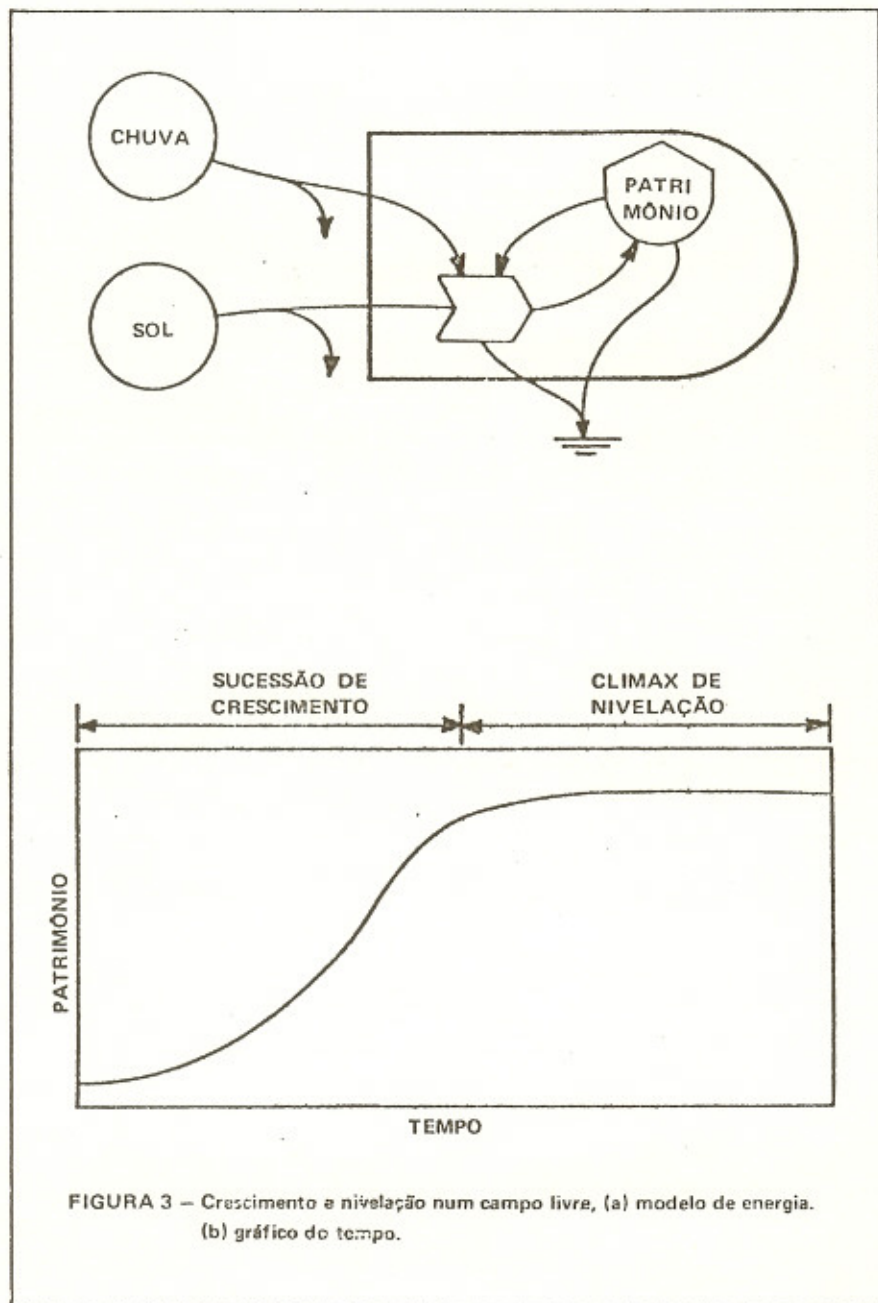


FIGURA 3 – Crescimento e nívelação num campo livre, (a) modelo de energia. (b) gráfico do tempo.

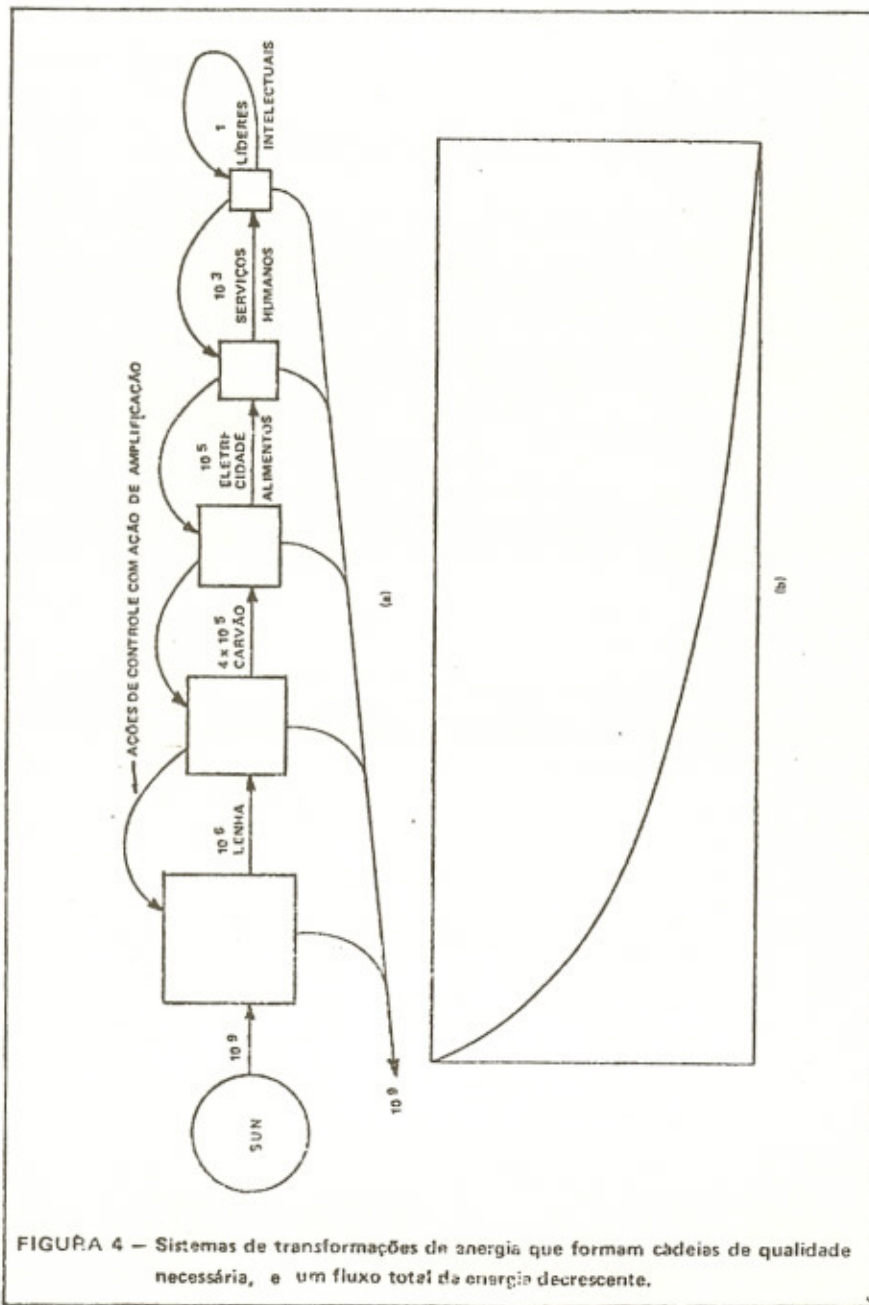
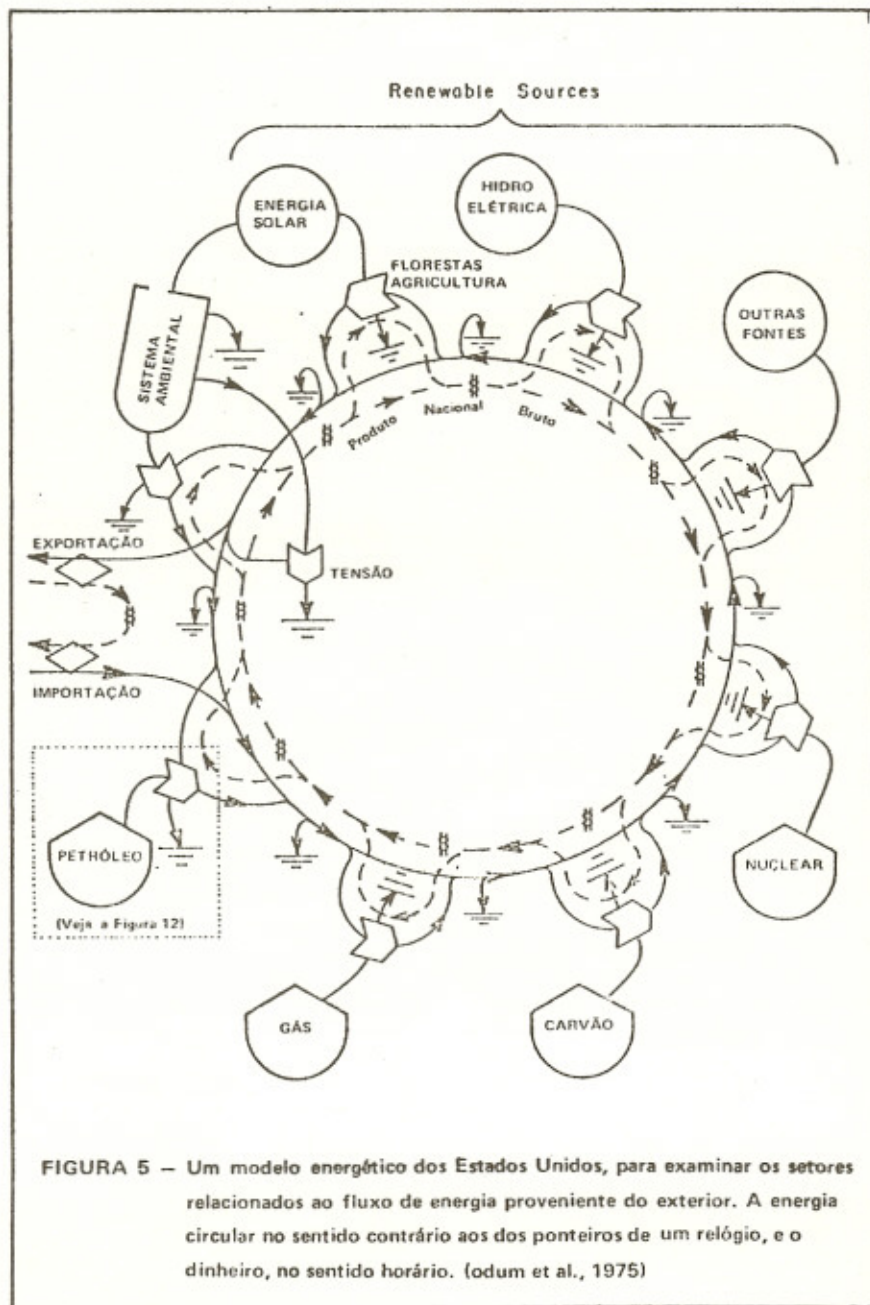


FIGURA 4 - Sistemas de transformações de energia que formam cadeias de qualidade necessária, e um fluxo total de energia decrescente.



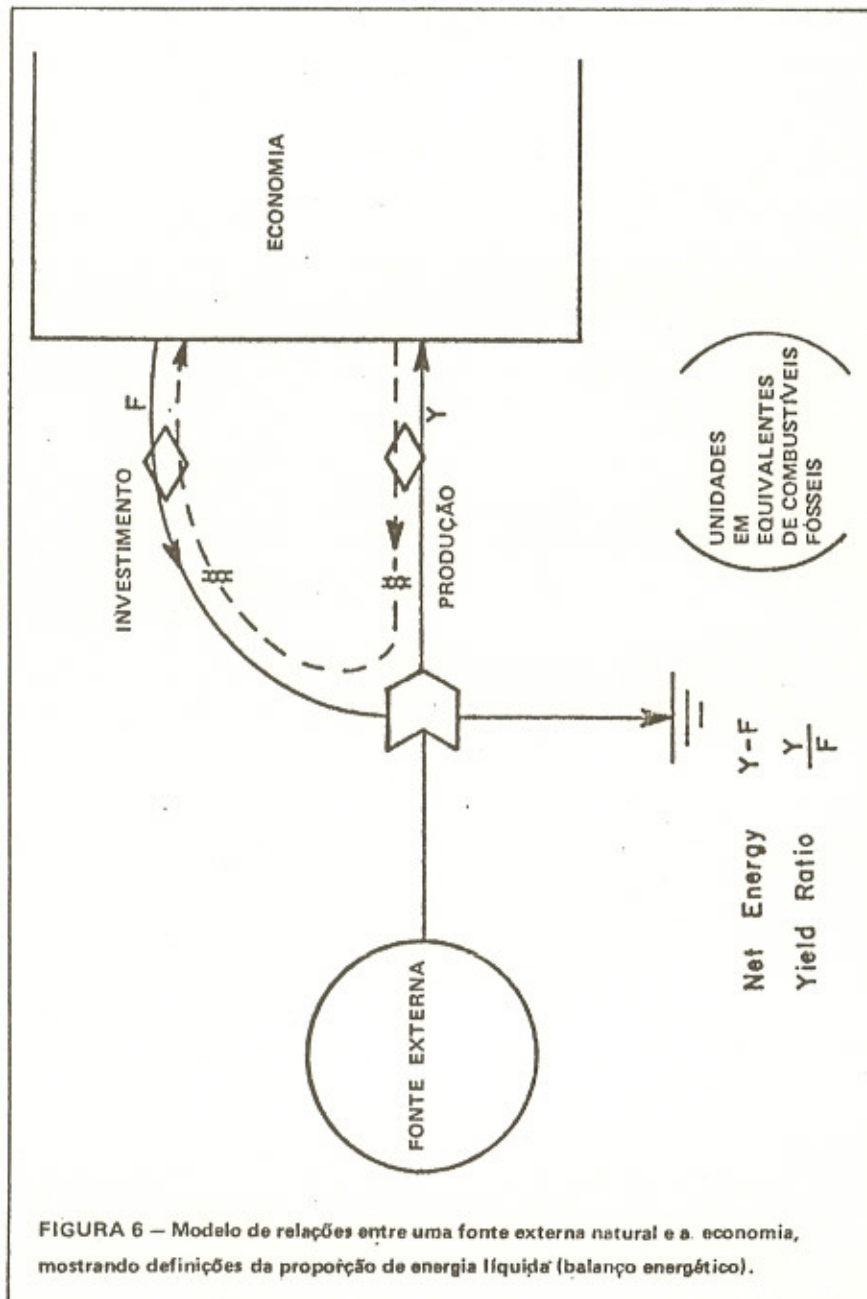
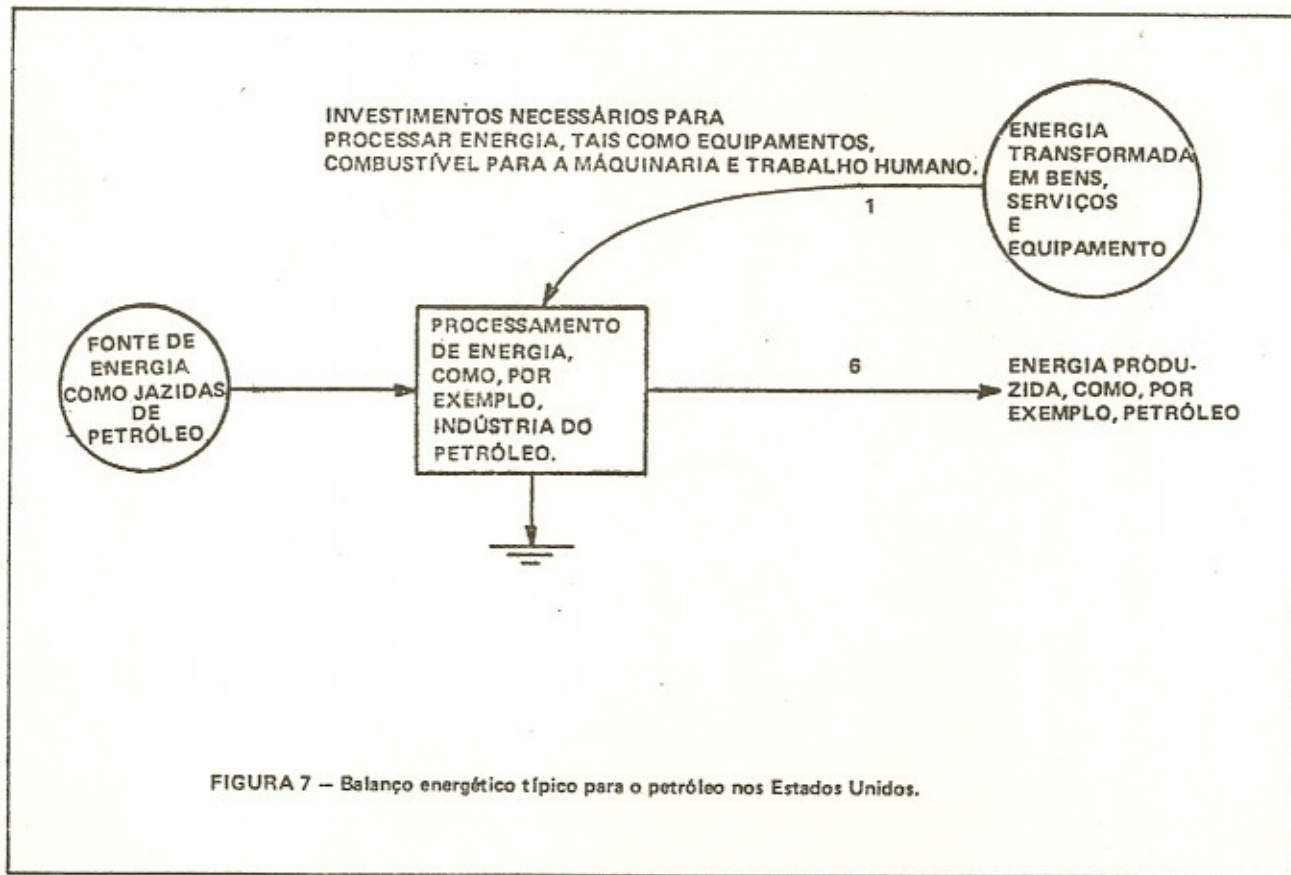


FIGURA 6 – Modelo de relações entre uma fonte externa natural e a economia, mostrando definições da proporção de energia líquida (balanço energético).



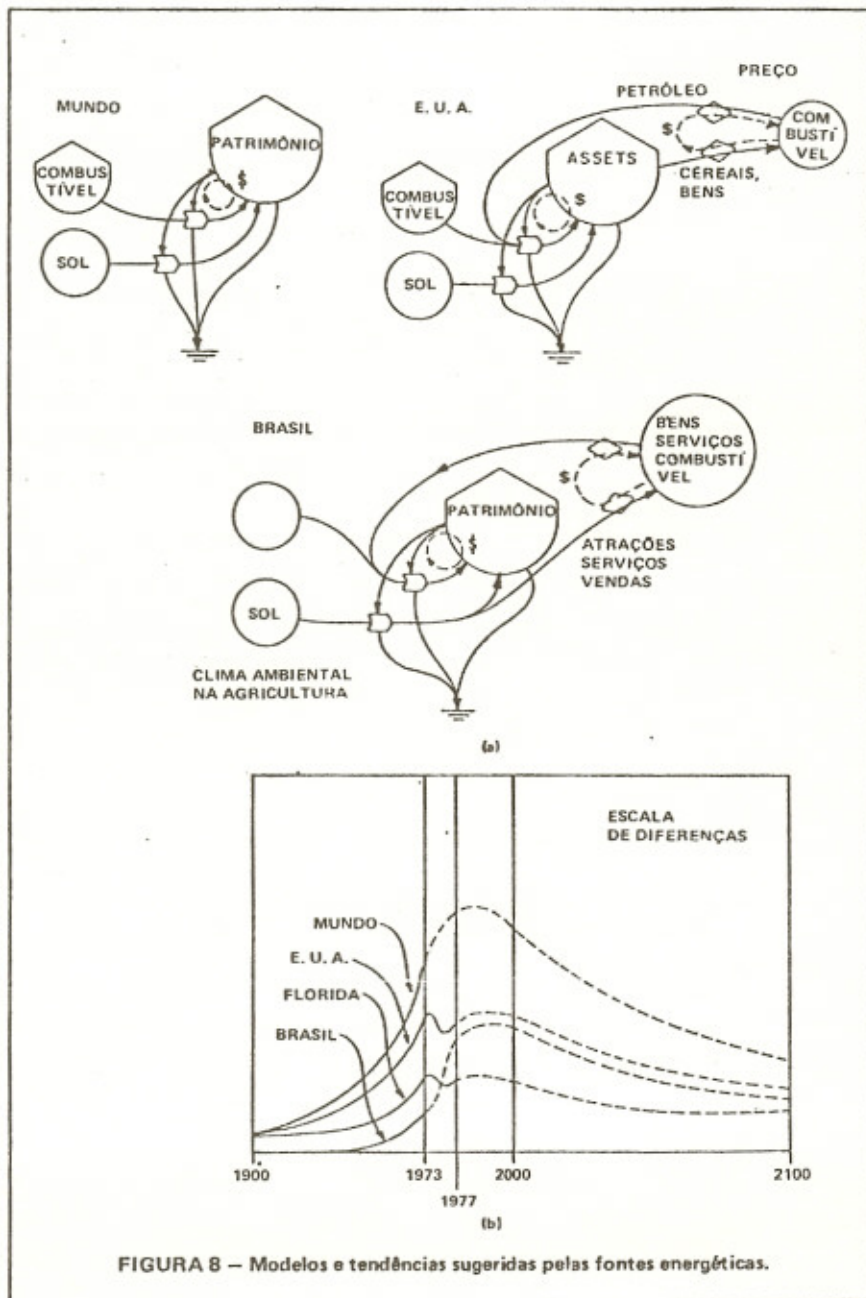
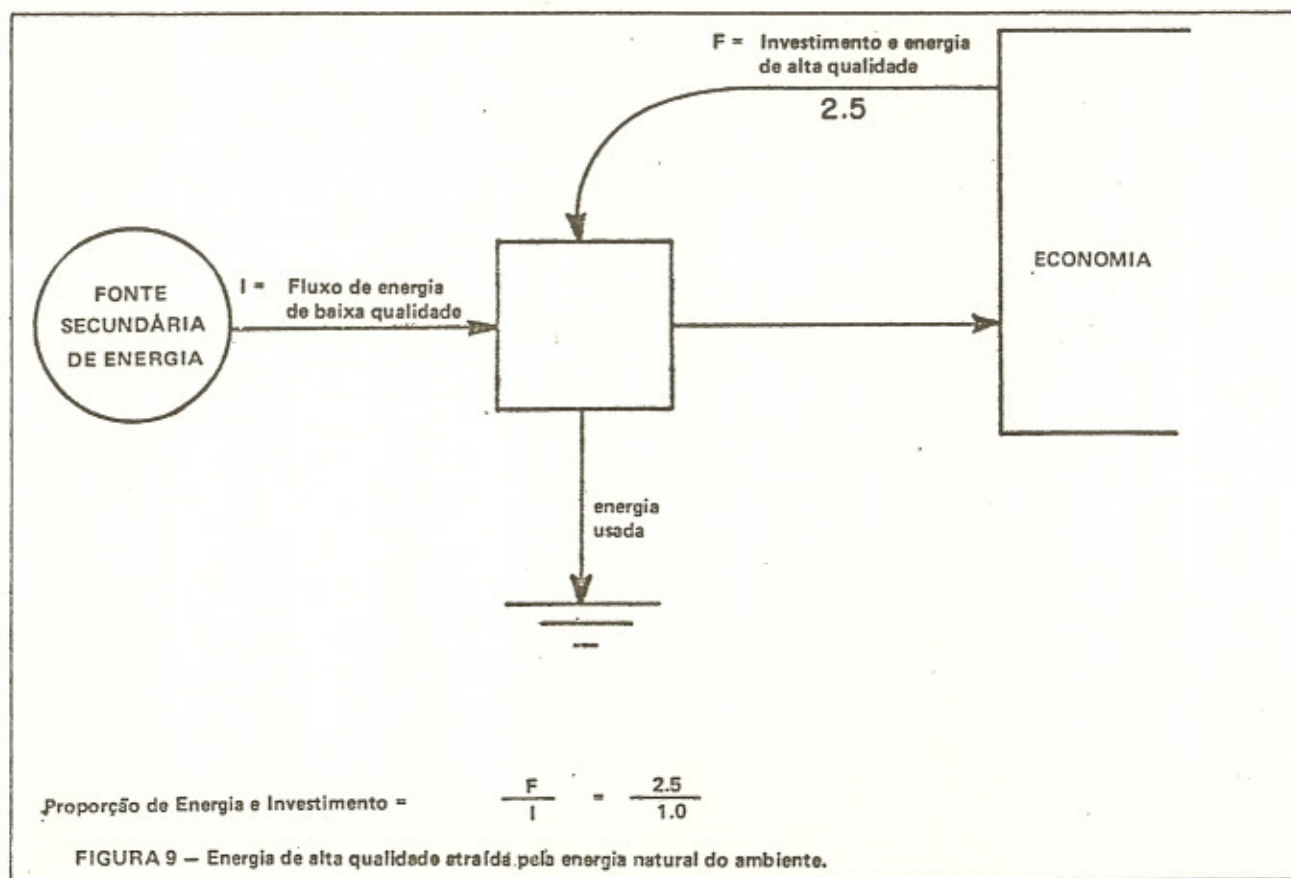


FIGURA 8 – Modelos e tendências sugeridas pelas fontes energéticas.



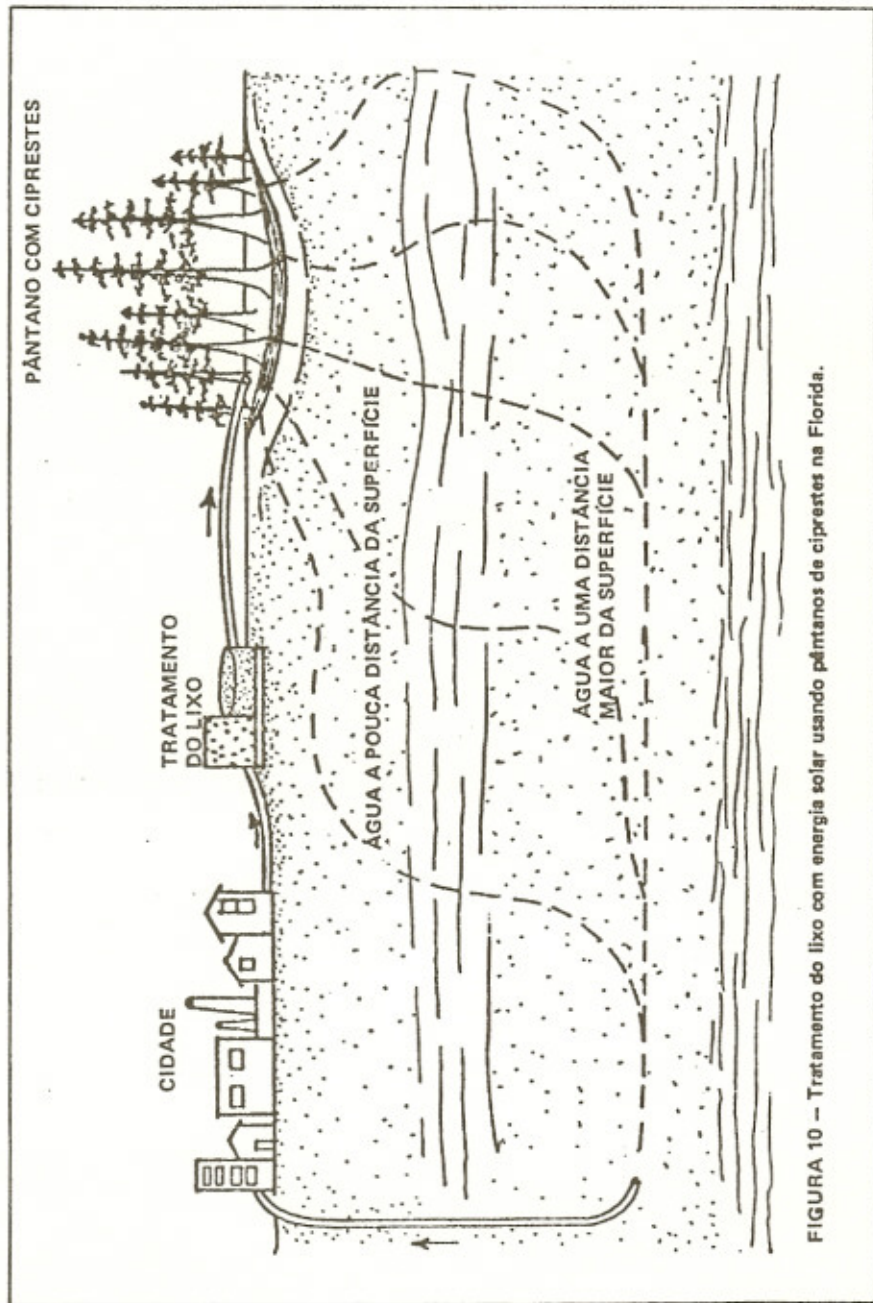


FIGURA 10 – Tratamento do lixo com energia solar usando pantanos de ciprestes na Florida.

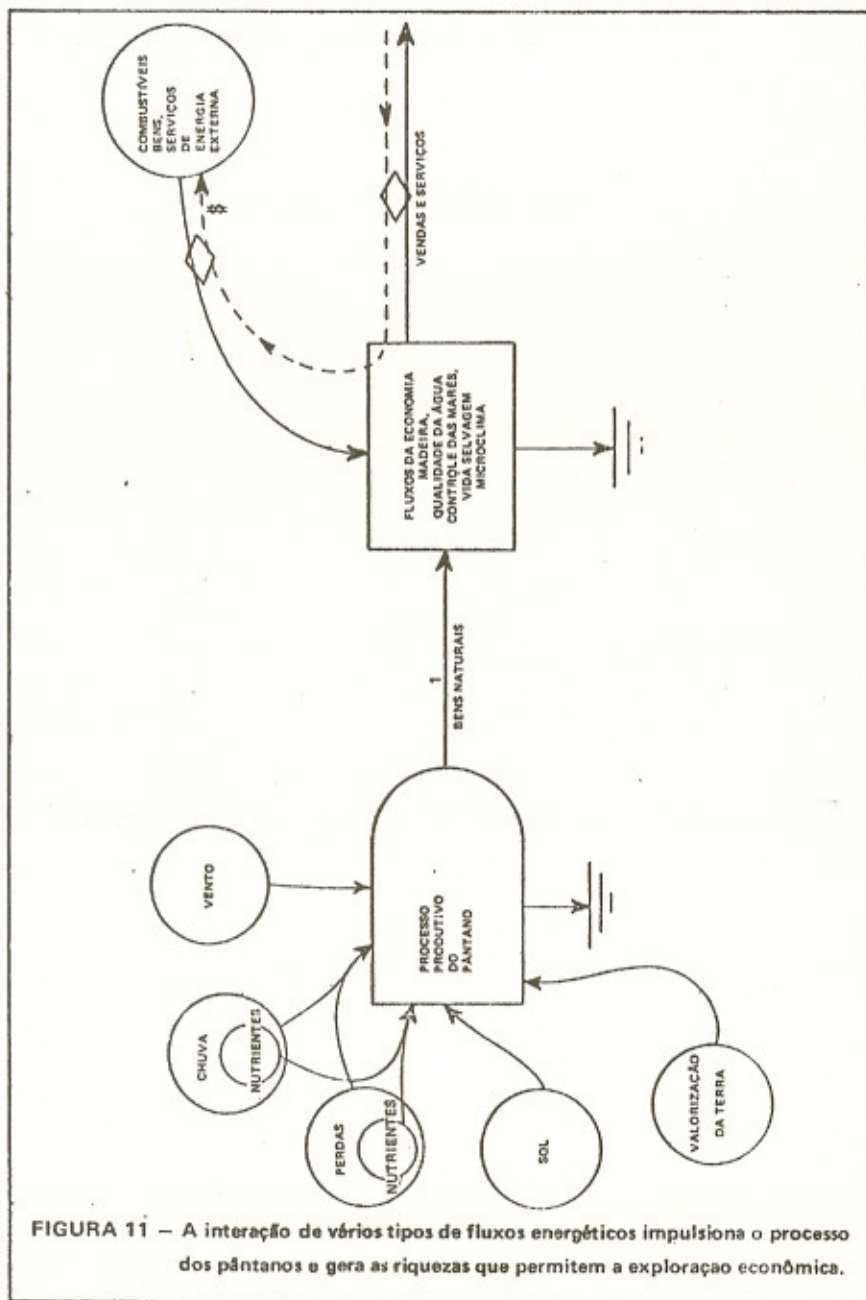
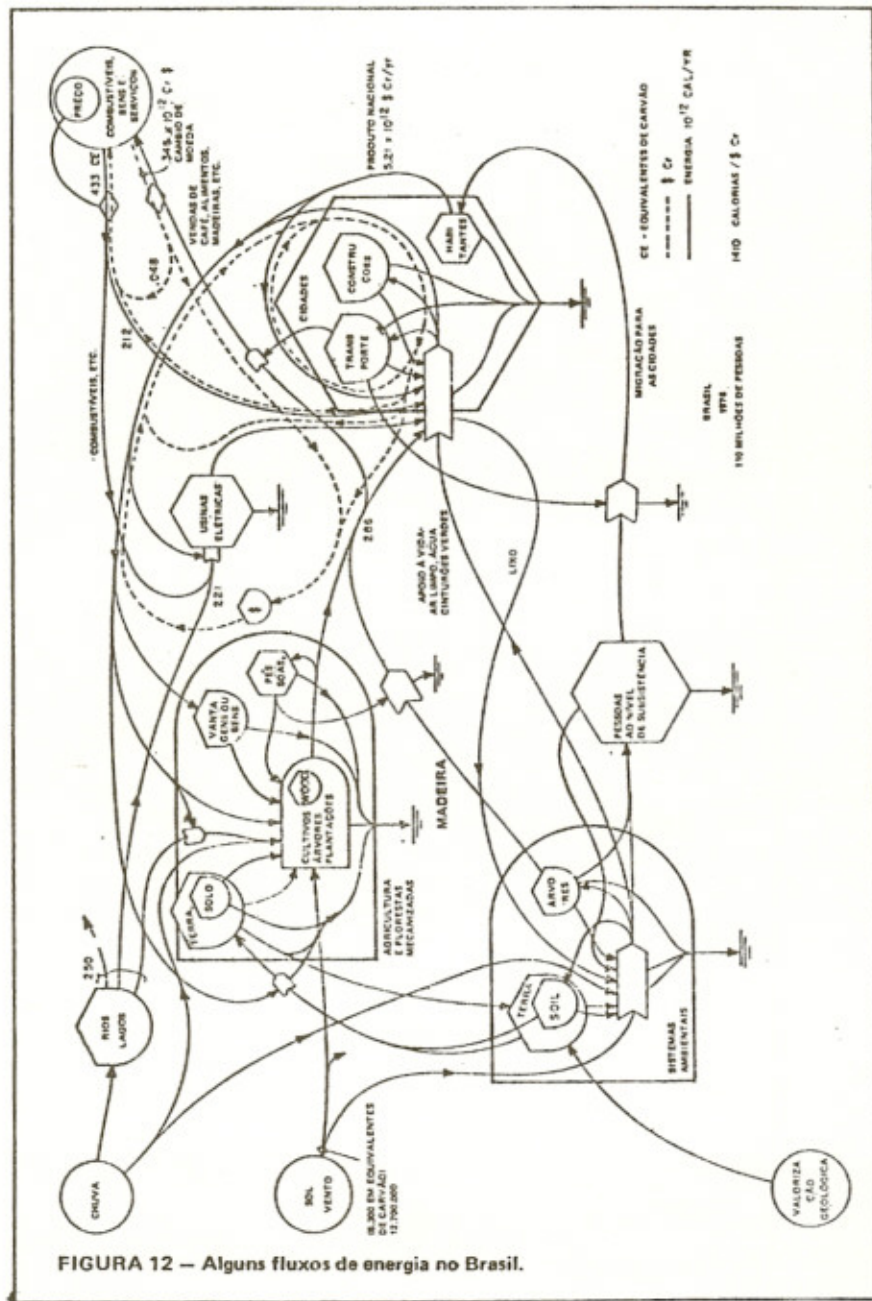


FIGURA 11 – A interação de vários tipos de fluxos energéticos impulsiona o processo dos pântanos e gera as riquezas que permitem a exploração econômica.



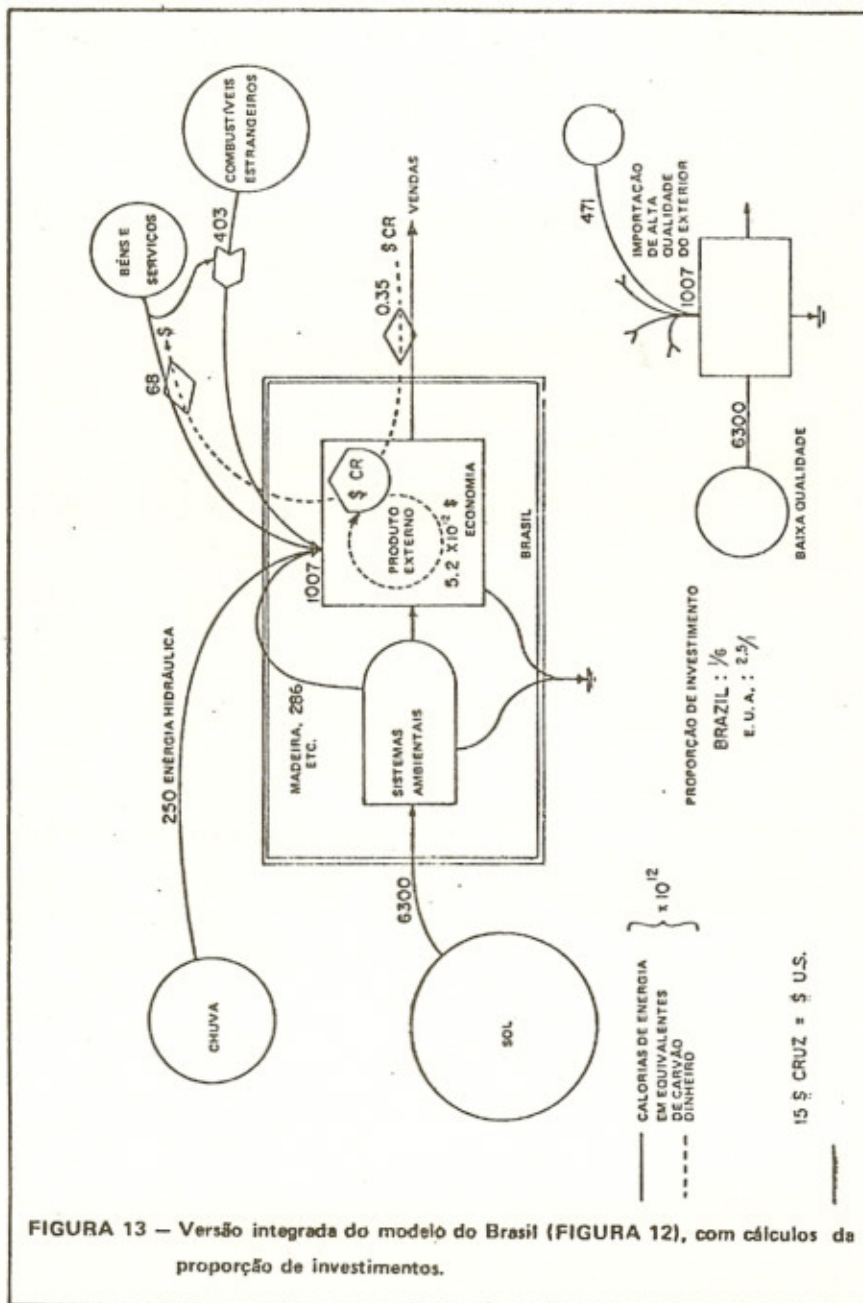


FIGURA 13 – Versão integrada do modelo do Brasil (FIGURA 12), com cálculos da proporção de investimentos.

EN
tra.

PR
palestr
energia
na polít
algum
energia
desse

Ter
sistema
energia
críticos
Cálculo
para u
diferen
des, se
em div
variand
present
operar
compar
está di
explora
de dep
insumo
reatore
penso q
energia
tecnolo
compil
solar. A
que é r
relatad
númer
promiss
uma ve
perfici
quais
sistema
onde o
alguns
cana-d

ENERGIA E SOCIEDADE – Comentários proferidos após a palestra.

PROF. WILLIAMS – Gostaria de fazer um comentário sobre a palestra do Professor Odum. Ele deu muita atenção ao conceito de energia líquida e, no que concerne à energia, isso tem sido uma questão na política de energia dos Estados Unidos nos últimos dois anos. Tenho algum conhecimento dos cálculos associados à energia líquida, no caso energia nuclear, e eu gostaria de dimensionar alguma coisa a respeito desses cálculos.

Tenho visto cálculos que outros fizeram para muitos outros sistemas também, embora não esteja familiarizado com os detalhes. A energia nuclear é uma tecnologia que tem uma série de problemas críticos. Eu não acho que a energia líquida seja um desses problemas. Cálculos foram feitos a respeito da razão insumo-produção de energia para uma grande variedade de sistemas de energia nuclear, os diferentes tipos de reatores, os diferentes tipos de minério ou qualidades, se olharem os reatores que estão operando no mundo atualmente, em diversos lugares, a razão insumo-produção depende da tecnologia, variando desde dez até vinte e cinco. De fato, se tomarem a geração presente de reatores que são muito ineficazes no seu uso de urânio e os operarem com minérios de urânio, que são de baixa qualidade em comparação com os minérios minerados hoje em dia onde o minério está diminuído num fator de quinze daquilo que está atualmente sendo explorado, e o motivo é que nos Estados Unidos há grande quantidade de depósitos de baixa qualidade, e, mesmo nesse caso, a razão insumo-produção de energia apenas diminuiu acerca de sete com os reatores muito ineficazes de hoje em dia. Assim, eu realmente não penso que essa questão de energia líquida seja uma preocupação para a energia nuclear. No que concerne a outras tecnologias, no caso de energia solar, a razão insumo-produção de energia varia muito de uma tecnologia para outra. Há uma grande diversidade de tecnologias, mais complicadas e menos complicadas para obter e domesticar a energia solar. Assim, não se pode fazer uma afirmação geral a respeito daquilo que é a razão insumo-produção para a energia solar. Mas vi cálculos relatados, mais uma vez não vi detalhadamente, pessoalmente e um número relatado mesmo para tecnologias que eu não creio seja muito promissoras. Em termos de economia, a razão insumo-produção, mais uma vez, não está perturbando aqueles cálculos que eu vi. Se tiverem perícia em projetar tecnologia solar, podem encontrar sistemas para os quais a razão insumo-produção poderia ser muito diferente de um sistema para outro. Há apenas um cálculo que eu vi de energia líquida onde o problema é crítico e esse foi feito pelo Prof. Goldenberg, que fez alguns cálculos de energia líquida para fazer álcool, a partir de cana-de-açúcar e de mandioca e o problema de energia líquida não

parece ser crítico no caso de cana-de-açúcar como fonte de energia para o álcool, mas parece que é sério para a mandioca, a razão, de acordo com o Professor Goldenberg, é cerca de um.

O SR. JOSÉ LUTZEMBERGER – Pergunta sobre a utilização de recursos externos para o desenvolvimento.

ODUM – Quando eu usei a palavra investimento e estava me referindo ao uso de energia comprada de fora, não importa qual a fonte do dinheiro. Assim eu não queria dizer investimento estrangeiro de dinheiro. Eu me referia à compra e investimento de combustíveis de um País na OPEP na economia.

Observações do prof. Odum sobre questões diversas levantadas no debate.

– Sobre o cálculo da viabilidade energética.

Vocês vêem nos gráficos, os cálculos incluem o processamento das minas até as usinas e inclusive inclui certo esforço para reprocessar, mas o que é tão importante são aquelas grandes cifras de "feed-back" de mão-de-obra e os bens de serviço que estão voltando e as pessoas que estão fazendo estas outras estimativas muitas vezes deixam de fora. É interessante que, apesar disso, um recente relatório do nosso próprio Governo em oposição ao nosso próprio ponto de vista ainda encontrou um quarto para um e nós encontramos três para um. De qualquer forma que se coloca isso, é muito menos do que se espera ou não é uma contribuição para a economia; é uma carga para a economia. É dispositivo para consumidor, não é dispositivo primário, dar-lhes alguma energia, mas se tiverem outra, tendem a usá-la.

– Sobre o aproveitamento da bioenergia das florestas.

A produtividade primária é meu primeiro campo científico e o trabalho em florestas tropicais é outro. Nós temos grande volume de produtividade de florestas tropicais e também fiz algumas medidas em Manaus. A conversão de luz solar por plantas é até 10% na sua primeira etapa, mas isso é apenas a primeira ação da luz. Então usa aquela energia em passos sucessivos para construir estruturas de células e a bioquímica, as raízes e as frutas e todos os insetos necessários para polinizar e todas as estruturas. Assim, quando termina, vocês pagaram pelo custo e assim suas produções baixam até as produções de florestas nutrientes e energias, mas parece-me que um décimo por cento é uma cifra razoável para usar. Em qualquer um dos dois casos deve-se encontrar a cifra real. Há muitos dados na literatura a respeito de florestas sobre as produções de diferentes tipos de florestas.

Eu
nosso
estudo
deixar
ineficaz
zados
economi
origem
energia
vas. N
dever
economi
zarem
economi

H
esgotar
florestas
sendo
Ásia
condi
humana
tratada

N
exemp
Estado

A
como

C
energias
ficarem
congel
anter
outros
sempre
Desc

- Sobre a economia de energia.

Eu vejo que estão usando pequenos automóveis mais do que em nosso País. Assim já estão fazendo um melhor serviço. Acho que vou estudá-los mais para aprender a ser eficiente com a energia. Talvez não deixar que suas cidades fiquem tão cheias de modo a tornarem-se ineficazes; prevendo o tempo em que vocês precisarão ser descentralizados, mais uma vez, lembrem-se sempre disso: acho que isso é uma economia de energia. Pedir que as pessoas mantenham sua moralidade original de economizar. Acho que não construir muitas usinas de energia elétrica. Manter as taxas de eletricidade realmente representativas. Não deixem que as taxas incentivem o uso. É o tipo de coisas que devem saber. Não tenho outra explicação. Não creio que possam economizar energia agora, até pararem de crescer. Se realmente economizarem energia suficiente para restringir o crescimento, então a sua economia irá sofrer. Pode crescer e deve. Paradoxo.

- Sobre o aproveitamento dos resíduos urbanos.

Há um grande movimento nos Estados Unidos, no sentido de usar esgoto tratado em sistemas ambientais. Primeiro experimentaram em florestas, em terras altas e também na Agricultura. Realmente está sendo usado na Agricultura na Europa, há noventa anos, ou talvez na Ásia, há mil anos. É uma coisa normal. Então devem verificar que as condições sob as quais são feitos não evitam as moléstias para os seres humanos como parasitas e outras moléstias. Assim, necessita ser tratado de maneira controlada onde às vezes os custos são altos.

Nos Estados Unidos há projetos em quase todos estados. Por exemplo há um grande projeto de pântanos para demonstração no Estado de Michigan. Há outro em Brook Heaven.

Acho que então está sendo considerado pelas autoridades legais como uma alternativa regular e útil.

- Sobre o preço internacional da energia.

O preço mundial da energia foi determinado pelo custo em cavocar energia. Os nossos depósitos diminuíram e diminuíram cada vez mais e ficaram cada vez mais caro do que fosse possível para que alguém congelasse o preço. Não se pode forçar o preço acima se nas épocas anteriores aquelas fontes perto da superfície, com alta relação em outros países, não tivessem sido já usadas. A curva de custos não foi sempre crescente. Foi feito abruptamente, porque havia um monopólio. Desde aquela época eles mantiveram esta relação de preço de tal forma

que a energia que volta a eles é de um para seis. Assim como ocorre inflação mundial, aumentaram os preços. Esta foi, então, a realidade de quase quatro anos. Não podem aumentar mais o preço do que a inflação de energia de outros países consumidores. Então a nossa política, para o nosso País deverá ser igual a das outras? primeiro - usar energia de outros, abster-nos de crescer demais, porque machuca quando temos que voltar e, segundo, se eles usarem a sua energia, nós ainda temos a nossa. E esta deverá ser a política no Brasil: não deverão tentar minimizar as suas compras no estrangeiro, mas maximizar. Compre tanto quanto puderem. Armazenem-na e, se puderem, enterrem-na.

- Sobre a descentralização.

Existe um aspecto especial do crescimento. Aqueles centros de crescimento que estão adiantados? podem fazer o "feed-back" e crescer mais, têm mais armazenamento, têm mais maneiras e bens e as pessoas mostraram que existe um modelo de gravidade que relaciona o crescimento a centros estabilizadores e, se forçarem a descentralização, perderão a vantagem de ter um centro para maximizar o crescimento. Se tentarem fazer isto a economia vai falhar e o seu plano vai por água abaixo. Mais e mais planejadores nos Estados Unidos não decidirão o que deverá ser, mas tentarão estimar o que deverá sair, o que o sistema vai fazer e ajudar nas transições com um mínimo de perturbações. Não é que os homens tenham apenas uma escolha, tem escolha para fazer tudo, mas o sistema vai dar prêmios àqueles que fizerem a coisa correta na hora certa e, se descentralizarem rápido demais, vai haver falhas. Por outro lado, se estiverem na hora certa e se o crescimento alcançar o seu nível máximo, então está na hora de descentralizar.

- Sobre a maximização dos Lucros.

Existem várias perguntas. A primeira quanto ao capital. O capital provém de lucros; pode-se ter dinheiro quando se tem novos produtos de capital. Geralmente o capital aparece com o crescimento. Quando desaparece o crescimento o capital cessa. Esta é uma das razões porque a energia nuclear não é mais avançada nos Estados Unidos porque é de custo muito elevado em capital e o nosso país logo terá dificuldades com capital.

O segundo ponto. Quanto a microeconomias, o Sr. se refere ao café e as mudanças a curto prazo de preços. Eu tenho alguns diagramas e gráficos que mostram que o preço do mercado aberto é um outro dispositivo através do qual o sistema maximiza energia. Cada vez que algu-

ma coisa +
inibido, o
qualquer
aberto est
outra for
realmente
amplifica
pra...
como e n
os Srs. pr
mos auto
çamos un
circuitos t
forma de
faça o qu
é que não
deve-se s
dinheiro.
funcionar
acaso, m
maximiza

- So
per capita

Nós
bém dos
quadrada
que isto
convertid
vida mu
calorias p
mas a en
de 250.00
o seu pr
até o so
portanto
energia p
nível de
mudar, e
que dimi
em valor

- S
Uma
competid

ma coisa está em escassez o fluxo energético no qual está, em parte está inibido, o preço aumenta e absorve mais capital, e então ocasiona que qualquer fluxo novamente funcione. Acho que o fluxo do mercado aberto está certo. Faz parte da maximização da energia expressa de outra forma. Assim, quando o café aumenta de preço ou desce realmente está mudando o seu valor energético, mas age como amplificador que momentaneamente está isolado. Acho que a longo prazo os Srs. usarão os custos energéticos embutidos num produto como a ótima medida a qual deverá ser o preço. Mas a curto prazo os Srs. precisam examinar o efeito energético e o preço, algo que fazemos automaticamente. Para os animais não existe o preço. Nós traçamos um diagrama do ecossistema. Eles têm as mesmas voltas e os circuitos fechados que se verifica na economia. Podê-se colocar isso em forma de matriz e fazer matriz de entrada e saída para que o sistema faça o que o economista faz para a economia. O que é interessante aqui é que não há nenhum dinheiro em fluxo e, aparentemente, realmente deve-se ser alguém muito bestial para só ter-se vontade de ganhar dinheiro. Fazer todas as coisas necessárias para fazer o mercado aberto funcionar. Em outras palavras, o nosso comportamento não é assim por acaso, mas o sistema selecionou uma cultura que faz tudo para maximizar a energia e a potência.

- Sobre a relação, entre qualidade de vida e o consumo de energia per capita.

Nós consideramos isto num livro. O Índio da Amazônia e também dos Estados Unidos com uma densidade de um por milha quadrada, tem necessidade de um nível energético muito elevado por que isto é uma quantidade tremenda de energia solar, tudo isto convertido em animais e comida. Havia uma época muito boa, era uma vida muito bacana. Por exemplo, a base de calorias ideal é 250.000 calorias por dia por pessoa. O seu corpo é de mil duzentos e cinquenta, mas a energia que entra nos carros e nas usinas, quanto a sua pessoa é de 250.000, em nosso País e como a sua população é a metade da nossa e o seu produto nacional bruto e consumo de energia, talvez incluindo até o sol, os números podem ser algo incomparável. Se calcularem portanto por si mesmos. Não vou mais entrar nesta questão porque a energia pessoal é aquela que está funcionando a seu favor e no seu nível de vida e, se mudarem o seu nível de vida, a sua energia vai mudar, enquanto que os combustíveis fósseis vão esgotar-se, vamos ter que diminuir o nosso consumo de energia, não tanto quanto antes, mas em valor algo mais baixo.

- Sobre competição econômica, conflitos e energia.

Uma economia pode ser viável sem crescimento desde que não haja competidor que possa crescer. A vitalidade de uma determinada econo-

mia depende de um fluxo contínuo de energia para tornar o dólar digno do seu valor. Se cortarem a energia o dólar perde o valor.

Os países em desenvolvimento provavelmente vão aumentar suas energias e os países superdesenvolvidos já estão declinando no seu consumo de energia. Assim, existe um padrão muito uniforme para o mundo que é muito otimista, porque a guerra surge quando países têm energia demais e assim poderão expandir a sua influência e lutar. Se não tiverem energia suficiente não lutarão contra outro. O Brasil deverá preocupar-se por vinte anos porque obtém energia demais. E logo os Srs. começarão a oprimir os seus vizinhos.

- Sobre a densidade populacional e o nível de vida.

Como sabem cidades cheias de pessoas, como Nova Iorque têm taxas muito elevadas e isso aumenta o custo de nível de vida. Há crime, lixo, abandono, saúde. A falta de amenidades ambientais e saúde, todas essas coisas são muito custosas e esbanjadoras de energia. Enquanto que aumentem o crescimento. O crescimento surge do aumento de casas. Então aumentará tão logo, pois estas áreas são populosas demais, como Miami e Nova Iorque e elas tornam-se ineficientes em energias do que cidades menores, porque cidades menores aceitam pessoas e aceitam energia. É isso que está ocorrendo nos Estados Unidos e é o que vai ocorrer no Brasil também.

WILLIAMS - Gostaria de fazer um comentário sobre a relação densidade de população e uso energético nos Estados Unidos. Contrariamente ao que o Sr. Odum estava dizendo, a evidência sugere que o uso de energia "per capita" em cidades grandes, de fato, é menor do que o é nas cidades pequenas, pelas seguintes razões: nas cidades grandes as pessoas tendem a morar em edifícios de apartamento. Em situações de casas multifamiliares o uso energético, as exigências para aquecer uma casa, por exemplo, são menores do que em casas unifamiliares, simplesmente pelo fato de que têm menos área superficial por volume, superfície externa por volume de vivenda, onde se têm muitos ocupantes, com muitas subunidades do que quando se chega a unidades menores e menores, as exigências energéticas para aquecimento por unidade ou por área unitária aumentam. Outra razão para essa tendência é que em cidades como Nova Iorque há um uso muito maior de trânsito em massa, não se podendo usar tanto os automóveis individuais como se pode fazer isso em cidades pequenas e o automóvel é usado muito mais nas zonas menos populosas do oeste, por exemplo. Acho que é perigoso fazer qualquer generalização sobre o

padrão
não é u
des des-
mais re
domina

- S

Em
vido no
lar nas
captar e
é fazer
realmen
se sai d
mesmo
o custo
volta v
resulta
qualida

Act
capital

- S

Fiz
riais bar
maneira
baixo de
estrutura
possível
tem um
tenta faz
co negat
um baix
século
viáveis p
perto de
mais su
voltar a
dos peq

- S

Tar
dem mais

padrão atual de uso de energia quanto à densidade populacional. Isso não é uma relação fixa, porque também pode-se falar sobre comunidades descentralizadas onde ainda se têm casas multifamiliares em áreas mais remotas ao invés de centros urbanos. Mas esses dois fatores são dominantes e afetaram essa tendência nos Estados Unidos.

- Sobre a captação de energia solar em estações espaciais.

Em nosso colégio tenho um bom estudante que está envolvido no Projeto das estações espaciais, de coletores de energia solar nas quais tem-se não só pessoas, mas também aparelhagens para captar energia solar e transmitir ao solo. O seu trabalho de mestrado é fazer uma análise do balanço de energia e vamos verificar se isso realmente é possível. Tenho quase que certeza que é besteira. Quando se sai da terra aumenta a energia só por quatro vezes porque se tem, mesmo assim, dia e noite, e também a gente livra-se da atmosfera, mas o custo de energia para colocar tudo lá para cima e trazer a energia de volta vai custar tanto de subsídios de energia fóssil que acho que o resultado líquido não vai ser nada. Envolve mais energia de alta qualidade em serviços e trabalhos no trabalho espacial.

Acho que ambientalmente será um desastre e também o custo de capital não é realmente muito promissor.

- Sobre a energia eólica.

Fizemos alguns cálculos sobre os ventos. Se forem usados materiais baratos para fazer um moinho de vento, como a madeira, da maneira antiga, para bombear água, tem um processo relativamente baixo de energia, pois não se colocou tanto custo energético na estrutura. Sob estas condições obtém-se energia que sabemos ser possível porque foi bastante útil durante o último século. Quando se tem um moinho muito intensivo, com gerador elétrico, aço e cobre, e se tenta fazer isso de energia elevada, então ter-se-á o resultado energético negativo. Acho que isso exige, então, uma alta velocidade de vento e um baixo valor de instalação. Muitas coisas que eram possíveis no século passado nos EUA - moinhos de vento eram baratos - eram viáveis porque os combustíveis sólidos e o minério de ferro estavam perto da superfície. Agora temos que cavocar tão fundo que não são mais subsidiados e tão baratos. Muitas coisas que achamos ser possível voltar a usar não são mais possíveis, porque não mais somos subsidiados pelo baixo custo da energia.

- Sobre petróleo, agricultura, alimentos e ruralização.

Tanto a economia dos Estados Unidos como a do Brasil dependem mais e mais da venda de alguma coisa, no nosso caso do cereal,

em troca de petróleo. O petróleo desenvolve a agricultura industrializada e, com o uso intensivo de máquinas e fertilizantes em grandes superfícies de terra. Isto gera uma produção muito elevada por acre. Poucos países produzem um excesso de alimentos que, então, é trocado em todo o mundo por dinheiro para comprar óleo. O sistema vai continuar assim até que o petróleo estrangeiro comece a ser mais caro em dólares reais do que agora. E, assim, nós estaremos parando a nossa agricultura industrializada ao mesmo tempo em que o mesmo ocorrerá com o Brasil e pelo mesmo motivo, porque não se pode mais trocar cereal ou alguma outra coisa - madeira, café ou algum outro produto - para o balanço de pagamento manter a energia. O que está acontecendo é que, à medida que aumentam os preços, nos Estados Unidos mais e mais gente está fazendo agricultura em tempo parcial. Assim tem-se jardins em toda a parte. Acho que esta vai ser uma tradição gradativa, com mais e mais jardins e agricultura em tempo parcial. Então, à medida em que os campos se tornam realmente disponíveis, as pessoas vão mudar-se da cidade para fazê-lo e, nessa época, ter-se-á o padrão agrário. Acho que será um padrão gradativo através de duas gerações. Acho que o mesmo ocorrerá aqui um pouco mais tarde.

- Sobre a Energia Nuclear.

A quantidade de energia nuclear que está sendo discutida é uma fração trivial de energia total que eu coloquei naquele diagrama. Não vai afetar a economia de qualquer forma. Acho que não deveriam empregar os recursos intelectuais escassos e concentrá-los em tecnologia tão especializada que já está extinta por todo o mundo. Deve ser colocada em outras esferas de desenvolvimento de economia vital, com um bom uso para o homem na natureza.

- Sobre as perspectivas da agricultura para o futuro.

Em primeiro lugar, as terras agrícolas na biosfera não são muito grandes, são oito ou dez por cento. Assim, uma boa parte da produtividade do mundo não é na agricultura, mas em florestas e mares e terras naturais. E, felizmente, esse trabalho é o que mantém esse nosso planeta limpo, há esse sistema de apoio da vida, se não a nossa espécie pereceria. A agricultura permanente é produtora de energia líquida. Não produz muito, mas produz mais do que usa. Quando começam a fazer a agricultura mais intensiva usam menos terra, áreas menores, energia solar menor, mais e mais combustíveis fósseis. Tratores, fertilizantes, variedades genéticas, todas essas coisas exigem energia para seus serviços. Assim, a agricultura mais industrializada, como no meu Estado ou talvez do seu para o café, realmente tem até dez vezes mais de energia fóssil do que solar, enquanto que a solar é

express
agricul
funcion
crescim
a agric
pouca t

Se
dinheir
sempre
(energ
nunca
dinheir
se torn
como u
valor, p
para d
sistem
chega
trabalh

expressa em equivalentes de carvão. Então, procuramos tornar a agricultura mais produtiva mas menos eficiente, mas é assim que funciona o princípio de potência máxima: maximiza a potência e o crescimento, mas não a eficiência. Assim, a agricultura mais eficiente é a agricultura orgânica simples, mas usa muita luz e relativamente pouca tecnologia e exige muita gente.

- Sobre a importância do balanço energético.

Se a quantidade de dinheiro fosse ajustada ao suprimento de dinheiro de tal modo que o fluxo de dinheiro, o produto nacional, sempre fosse proporcional ao uso de energia, inclusive energia natural (energias ambientais, solares, de chuva, etc.), o dólar e o cruzeiro nunca mudariam de valor. Assim, se a energia baixasse, reduziria o dinheiro; se a energia subisse aumentaria o dinheiro. Assim, o dinheiro se tornaria um certificado de energia e poderiam mesmo assim usá-lo como um sistema de valores. O que eu diria é que a energia é a base do valor, porque conduz à sobrevivência, e as únicas pessoas que ficarão para discuti-la são aquelas que sobreviverão. Estava me referindo ao sistema filosófico. Acho que aqueles que sobreviverão são aqueles que chegarão a um valor que é mais razoável no trabalho, e aquele que, trabalhando, o tenha feito de maneira energeticamente correta.