

10/10/1938

COLLEGE OF THE CITY OF NEW YORK

**INTELIGÊNCIA OU SUBSERVIÊNCIA  
NACIONAL?**

**1.º VOLUME**

1938

## COLECÇÃO VIVER É PRECISO

### VOLUMES PUBLICADOS:

1. *A Industrialização da agricultura, suicídio ou salvação da humanidade?* Claude Aubert (2.<sup>a</sup> edição)
2. *Perspectiva ecológica da agricultura: China, Estados Unidos e Terceiro Mundo*, Duchet, Rodale, Messe e Goldstein (esgotado)
3. *O Átomo e a História*, o terror atómico, de Hiroxima às centrais nucleares, Pierre Pizon
4. *Ecologia: da cruzada humanista à crítica do capitalismo*, antologia apresentada por Vítor Matias Ferreira (esgotado)
5. *Não à industrialização selvagem: alternativas para o terceiro mundo*, Aveline, Heierli, Amin
6. *Nós, a loucura e a antipsiquiatria*, Ernesto Bono
7. *O Direito à Diferença*, A. Carvalho, I. Illich, A. Cautela
8. *No País das ruas azuis*, Silvia Montarroyos/Gonçalo Cabral
9. *Sobre o antagonismo cidade-campo*, vários
10. *Tecnologia de aldeia, tecnologia do futuro*, vários
11. *Inteligência ou subserviência nacional?*, 1.º volume: «Crise do ambiente, Crise de energia, Crise da sociedade. Alternativas», J.J. Delgado Domingos
12. *A não violência e o destino do Ocidente*, Lanza del Vasto
13. *Gás metano*, verdadeira energia atómica para Portugal e países pobres, vários

Se deseja ser informado das actividades que esta colecção promove, envie-nos um simples postal com o seu nome e morada.



J. J. DELGADO DOMINGOS

**INTELIGÊNCIA OU SUBSERVIÊNCIA  
NACIONAL ?**

1.º VOLUME

**Crise do Ambiente, Crise de Energia,  
Crise da Sociedade. Alternativas.**

AFRONTAMENTO / PORTO

1978

© 1978, J. J. Delgado Domingos

Capa de Pedro Cavaco

Composto e impresso na  
ORG. GRÁFICA MAIA LOPES, LDA.  
Porto

EDIÇÕES AFRONTAMENTO  
Apartado 532 — Porto

## NOTA DOS EDITORES

*Para quem ama a vida, para quem deseja conservar ou mesmo criar as condições do desenvolvimento da vida humana no planeta, ou numa região dele, a proliferação de centrais nucleares, reverso da medalha da proliferação de armas nucleares, não pode deixar de ser combatida como uma das primeiras urgências. Por isso, nesta colecção de livros para a qual «viver é preciso», desde logo se tomou esse combate como prioritário, quase ao mesmo tempo que o combate pela agricultura biológica, isto é, pelo renascimento rural, pois sabemos que este é incompatível com a neurose nuclear das nações modernas. A publicação de uma obra de síntese de qualidade invulgar pela relação que nela é feita das dimensões histórica, sociológica, física e biológica do problema — referimo-nos a O ÁTOMO E A HISTÓRIA, de Pierre Pizon, publicado em 1975 como terceiro volume desta colecção — pretendia ser o nosso contributo a uma luta que poucos assumiam nessa altura em Portugal.*

*Entre esses poucos contava-se já então o Professor J. J. Delgado Domingos que, ao longo dos últimos quatro anos, desenvolveu intensa actividade no combate à falácia nuclear, quer por meio de escritos publicados em revistas técnicas, quer mesmo através de artigos mais directamente polémicos e intervenientes na imprensa geral, quer ainda por outras intervenções de carácter cívico, entre as quais se destaca o impulso dado ao movimento do Manifesto de Política Energética e a colaboração prestada ao I Festival Ecológico Pela Vida e Contra o Nuclear, realizado a 21 e 22 de Janeiro de 1978, nas Caldas da Rainha, primeira grande manifestação pública antinuclear entre nós.*

*Hoje não são já tão poucos aqueles que assumem como urgente o combate antinuclear. Foi para esses muitos que este livro foi preparado. Reunidos os escritos dispersos por várias publicações, verificou-se que tal recolha, a que o autor juntou variadíssimos textos inéditos, excederia as 450 páginas impressas. Decidiu-se assim, de acordo com o Prof. Deigado Domingos, desdobrar o livro em dois volumes. O primeiro intitulado Crise do ambiente, Crise de energia, Crise da sociedade. Alternativas e o segundo sob o título de O Absurdo duma Opção Nuclear, e cujo plano se encontra reproduzido nas páginas 7 e 8 deste primeiro volume.*

*O leitor tem agora em suas mãos uma obra que é um indispensável instrumento de trabalho para quem partilhe as preocupações expressas nesta colecção. Juntamente com O ÁTOMO E A HISTÓRIA, já referido, e com o SUICÍDIO NUCLEAR PORTUGUÊS, recolha documental organizada por Afonso Cautela, este livro INTELIGÊNCIA OU SUBSERVIÊNCIA NACIONAL? está destinado a desempenhar um papel insubstituível na luta por um futuro digno para a nação portuguesa e para o mundo.*

José Carlos Marques

Barão de São João, 16 de Junho de 1978

## ÍNDICE DAS MATÉRIAS

Nota dos Editores ... ..	7
Nota Prévia ... ..	9
Prefácio ... ..	11

### *Parte I: AMBIENTE, ENERGIA E SOCIEDADE*

1. Ciência, Tecnologia e Humanidade ... ..	17
2. A Crise do Ambiente ... ..	25
3. Entre o Dia Mundial do Ambiente e o das Comunidades ... ..	45
4. O Homem e o problema da energia ... ..	49
5. Recursos Naturais, Economia e Sociedade ... ..	59
6. Energia, produção de alimentos e sistema alimentar ... ..	89
7. Habitação, Urbanismo, Transporte, Energia ... ..	129
8. Informação, Democracia, Totalitarismo ... ..	135

### *Parte II: O AMBIENTE, A POLÍTICA ENERGÉTICA E A ALTERNATIVA NUCLEAR*

1. Os textos fundamentais que nos regem ... ..	143
2. Recursos Naturais não renováveis ... ..	145
3. Energia e crescimento económico ... ..	151
4. Consumo de água na produção termoeléctrica centralizada. Poluição térmica ... ..	159
5. Energia primária e energia utilizável ... ..	165
6. A Opção Nuclear e a escassez de urânio ... ..	179
7. Segurança de operação de centrais nucleares ... ..	183
8. O problema dos resíduos radioactivos e da proliferação de armas nucleares ... ..	191
9. Opção Nuclear: opção irreversível por um tipo de sociedade ... ..	195

### *Parte III: ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS*

1. Alternativas Energéticas ... ..	205
2. Perspectivas energéticas nacionais: alternativas ... ..	217
3. Aproveitamento da energia solar em Portugal ... ..	227
4. Instalações de contrapressão ... ..	241
5. Biogás e saneamento básico ... ..	247
6. Aproveitamento da energia das ondas ... ..	249

---

## PLANO DO SEGUNDO VOLUME:

### *Parte I: O PROBLEMA ENERGÉTICO E A POLÍTICA ENERGÉTICA*

1. O problema energético português
2. A energia que falta e a mediocridade que abunda
3. Austeridade americana e austeridade portuguesa
4. Para uma política energética

### *Parte II: CENTRAL NUCLEAR: A CORRIDA AO FACTO CONSUMADO*

1. A energia nuclear no Portugal de hoje
2. O absurdo económico duma opção nuclear em Portugal
3. Central Nuclear portuguesa: o facto consumado?
4. Ter em conta os espinhos e não apenas as rosas
5. Mesa redonda sobre Centrais Nucleares em Portugal
6. Central Nuclear em Portugal: uma hipoteca para o futuro de pesadas consequências
7. A outra face da realidade nuclear sueca
8. Energia Nuclear: inteligência ou subserviência nacional

### *Parte III: ENERGIA ELÉCTRICA: OS CORTES, OS CUSTOS E OS AUMENTOS DE TARIFAS*

1. Energia eléctrica: para quando a verdade mobilizadora?
2. Custo de vida: verdade ou demagogia?
3. Carta ao Director de *O Jornal*
4. Os cortes de energia, o Carregado e a E.D.P.
5. Electricidade de Portugal: aumentar tarifas ou mudar de orientação?

### *Parte IV: À ESPERA DO LIVRO BRANCO... E DA RESPOSTA OFICIAL A QUESTÕES FUNDAMENTAIS*

1. Carta ao Primeiro Ministro sobre o Livro Branco
2. Para que serve o Livro Branco
3. Petróleo, urânio e dependência nacional
4. Central Nuclear: é tempo de acabar com a encenação
5. Central Nuclear: algumas questões fundamentais à espera de resposta
6. Central Nuclear: hipoteca nacional numa hipótese de milagre
7. Contributo para um manifesto sobre política energética
8. Aspectos económicos, políticos e sociais duma opção nuclear
9. Mercado Comum, Centrais Nucleares e... analfabetos
10. A política nuclear do Presidente dos E.U.A.
11. Central Nuclear: quem decide do número de vivos e mortos do presente e do futuro
12. Pela vida, pelo futuro

## NOTA PRÉVIA

*Seleccionar, anotar e rever o que fui escrevendo teria para mim o sabor de um livro de memórias para o qual não encontrei motivações nem particular interesse. Abordar temas aqui reunidos e tantos outros que me preocupam mas que não tiveram ainda forma impressa, é o projecto sempre adiado de um livro por escrever.*

*Entre o livro que se adia e a junção de textos anotados e revistos que não pensava concretizar, a sugestão de José Carlos Marques para que «Viver é Preciso» organizasse e reproduzisse escritos meus foi a solução irrecusável e o modo simples de exprimir a consideração que o seu trabalho e a colecção que orienta me merecem.*

*Abril de 1978*

---





## **PREFÁCIO**

*Reúnem-se nesta obra artigos publicados e alguns textos originais escritos para audiências muito diferentes e em épocas distintas. Uns e outros são fruto duma progressiva reflexão sobre as implicações sociais e políticas da ciência e da tecnologia e a responsabilidade que perante os seus concidadãos assumem os que de um modo ou outro contribuem para o desenvolvimento do conhecimento científico e das realizações tecnológicas.*

*A acumulação de experiências pessoais no País e no estrangeiro (resultantes do contacto ou do trabalho em empresas, Universidades, ou organismos de investigação de países altamente industrializados da Europa e da América do Norte, assim como em países subdesenvolvidos de África) forçaria necessariamente uma reflexão, que uma consciência aguda da realidade portuguesa antes e após o 25 de Abril profundamente motivou. Reflexão nem sempre fácil para quem nasceu e cresceu num País de «verdades» absolutas codificadas em livros únicos e dogmas oficiais. Num País em que a adulação e a subserviência interna geraram a crença na incapacidade própria e a irracional adoração do exterior acompanhada da exaltação compensatória de imitações aberrantes transformadas em símbolos de progresso. A megalomania de Sines lançada em vésperas da crise de energia; a Central Nuclear a todo o custo quando o beco é evidente; a desertificação do País ao serviço da celulose; a exportação de equilíbrio ecológico e de imigrantes inserem-se na mesma tradição, no mesmo aviltamento em nome do progresso, na mesma irracionalidade em nome do realismo, na mesma corrida de tecnocratas frustrados para apanhar um comboio que não sabem nem desejam saber aonde leva.*

*Encarar numa óptica portuguesa mas sem chauvinismo nacionalista a grande problemática do século que é evitar o suicídio colectivo e tornar habitável um planeta onde a esmagadora maioria de homens, mulheres a ciência e a tecnologia sem as transformar em novos ídolos nem as rejeitar liminarmente. Desmontar o mito da neutralidade das soluções técnicas e mostrar que a mera aplicação do conhecimento e recursos existentes é bastante para rapidamente melhorar as condições de vida actual. Ter o elementar bom senso de assumir que não há fraternidade universal nem sobrevivência possível numa actuação que se dói com a sorte da baleia azul mas sobranceiramente ignora gritantes injustiças sociais ao pé da porta e condições duríssimas de existência em vastas regiões do País. Procurar integrar a própria especialização científica e técnica numa visão dialogante e alargada a todos os quadrantes e horizontes, conduz naturalmente à percepção de que os cientistas e técnicos têm sido, simultaneamente, grandes responsáveis por monstruosas distorções e grandes manipulados pelas «virtudes sociais convenientes» que as ideologias fabricam para a sua dominação.*

*Em Portugal, as regras do jogo impõem que os cientistas e técnicos não saiam do pedestal dourado da sua pressuposta especialização estreita. A competência oficial marginaliza a competência real e desacredita-a para sobreviver. Ultrapassar esta barreira e aceitar que se pode estar errado é o primeiro passo de uma emancipação real e inovadora.*

*Ter confiança suficiente na solidez do próprio conhecimento e testá-lo no confronto com o real, com experiências e pensamentos diferentes; rever e mudar onde for caso disso. Incorporar as novas aquisições em perspectivas mais abertas leva necessariamente à rejeição de todo o dogmatismo e à profunda consciência de que nem tudo é redutível ao positivismo científico e que o Homem é muito mais do que a soma de parcelas a que se pretende reduzi-lo, tal como um ecossistema ultrapassa largamente a junção dos seus múltiplos componentes. A contradição entre o conhecimento dito científico e as múltiplas e ricas manifestações próprias de uma comunidade humana, são apenas fruto de ciência mal assimilada ou de abusiva valorização de especialismos. São também a consequência de chamar ciência ao que o não é, na tentativa de dar credibilidade e perenidade ao que não passa de síntese parcelar e transitória. Nestes escritos, os temas ligados à energia e em particular ao uso da energia nuclear têm uma prevalência que directamente resulta de um fluxo de energia se encontrar subjacente a qualquer manifestação da vida, e de a energia nuclear ser dos exemplos mais gritantes do homem ao serviço da tecnologia e da sua auto-destruição.*

*Em Portugal, impedir a consumação da subserviência definitiva a um pensamento anti-natural e anti-humano é tarefa prioritária e condição imprescindível para que se não perca a oportunidade única que a História nos oferece de abrir caminhos novos na encruzilhada decisiva em que a humanidade se encontra.*



**PARTE I**

**AMBIENTE, ENERGIA E  
SOCIEDADE**

---



## 1. CIÊNCIA, TECNOLOGIA E HUMANIDADE(\*)

Três em cada quatro seres humanos que hoje habitam a Terra morrem de fome. Muitos directamente. Outros, pelas múltiplas doenças que a subnutrição provoca. O seu número não cessou de crescer nos últimos decénios. Apesar disso, a imprensa não cessa de anunciar descobertas e de criar nas pessoas menos preparadas a ilusão do milagre possível. Foi a revolução verde, foram as proteínas do petróleo, os complexos agro-industriais assentes na destilação da água do mar, foram as cidades submarinas, a emigração para outros planetas, etc.. Nos meados da década de 60, o Hudson Institute prometia a quase todos os habitantes do Planeta a abundância americana à volta do ano 2.000. O seu Director esteve entre nós, há poucos anos, e felicitou-nos pela entrada no clube dos em desenvolvimento: uma grande empresa pagara-lhe um estudo sobre o nosso futuro!

A realidade, porém, não é tão simples. Os rios, as plantas, as máquinas, não lêem jornais, não vêem T.V., não se convencem com discursos, nem são arrastadas pela demagogia. E a realidade aí está, para quem não é cego.

A ciência é uma das maiores aquisições do Homem. Mas exactamente por ser ciência, não pode ser forçada. Não faz milagres. E os que afirmam e actuam como se assim não fosse, apenas promovem o descrédito e a desilusão no contributo imenso que a ciência pode trazer à melhoria das

---

(\*) *Reconquista*, de Castelo Branco, 19/6/76.

nossas condições de vida. Políticos e jornalistas, intencionalmente ou por ignorância, têm produzido afirmações e gerado mitos e confusões em nome da ciência que ela é a primeira a refutar. Confunde-se facilmente ciência e tecnologia. A segunda mais não faz que realizar o que a primeira demonstrou possível. A ciência tem pouco a ver com a política. O modo como a ciência é usada ou provocada para desenvolver uma ou outra tecnologia é implícita ou explicitamente uma opção política. Decidir levar um Homem à Lua, fabricar armas nucleares, ou combater a doença e a fome, são opções políticas. Investir somas fabulosas para saber se há em Marte vida inteligente, ou investir o mesmo em valorizar a inteligência dos humanos que habitam a Terra, é uma opção política. Ir a Júpiter ou curar o cancro, têm significados distintos, como distinto é nas suas implicações sociais mobilizar recursos para que a Lisboa não faltem a água, a luz, os transportes e o supérfluo, ou utilizá-los para que na Beira haja simplesmente água, luz e condições humanas de existência para mais alguns. E isto é assim porque os recursos são finitos. Porque os meios materiais e humanos de que dispomos não chegam para tudo ao mesmo tempo, nem chegarão sequer para uma de cada vez se decididamente não separarmos o acessório do essencial. Para o provar, sobeja a evidência do que se passou nas últimas décadas lá fora e entre nós. Essa evidência é a de que cada vez maior número de seres humanos morrem de fome. É a de que menos de 15% da população consome mais recursos naturais no globo que os restantes 85%.

Há poucos anos, o relatório do Clube de Roma lançou o alarme para os recursos finitos do Planeta. A continuar com o mesmo ritmo de padrões de consumo-desperdício, em menos de 100 anos estarão esgotadas as matérias primas fundamentais que são a base do que chamamos a civilização industrial. O que o relatório não disse foi que se em 1970, e com a população mundial existente nessa altura, todos os povos consumissem o mesmo que os americanos nessa data, muitos produtos vitais não durariam sequer 10 anos! Tal não significa que uns quantos não pudessem alimentar-se de proteínas do petróleo, que uns poucos não pudessem viver numa cidade submarina, ou mesmo emigrar para outro planeta. A ciência e a tecnologia actuais permitiriam fazê-lo. Mas fazê-lo apenas para um número tão ínfimo, que mencionar sequer a possibilidade seria ridículo se não tivesse subjacente uma desumanidade aviltante e uma cegueira demente. Desumanidade porque cinicamente baseada na asfixia dos restantes. Cega, porque esquecendo que a viabilidade de tal loucura assentaria na acrescida exploração dos restantes. E os mortos não podem explorar-se!



## CIÊNCIA E POLÍTICA

Portugal encontra-se numa encruzilhada bem real. Importamos mais de 25 milhões de contos em alimentos e mais de 15 milhões em combustíveis. Temos o maior número de sempre de desempregados. Estamos sem divisas e para o final do ano estaremos sem reservas de ouro se não mudarmos de rumo. Aumentou a droga. A droga é a fuga à realidade, a desmotivação, a ausência de projecto de vida. Os sintomas de desorientação acumulam-se. Os Governos Provisórios, culminando no VI, tomaram muitas medidas que não só a curto como especialmente a longo prazo contradizem flagrantemente os objectivos que afirmavam almejar. Em certos casos por incompetência. Noutros por superficialidade de análise.

Invocar como modelo democracias ocidentais ou socialismos de tipo soviético e desconhecer as importantíssimas correcções já em curso, apenas porque recentes, corresponde a afirmar que se deseja evitar os erros que os outros cometeram e na realidade insistir nas orientações que a eles levaram.

Tal atitude é bem ilustrada pelo modo como entre nós se tem abordado a crise económica, a crise da energia, do ambiente, da alimentação e do emprego. Não desejando pôr em causa a sinceridade dos seus autores, não podemos deixar de veementemente chamar a atenção para o problema da competência. Efectivamente, há factos objectivos e indiscutíveis de natureza científica que não podem ignorar-se. Não os ter em conta é inconsciência. Dar-lhes a consideração devida deixa ainda um amplo leque para as opções políticas.

## ENERGIA, AMBIENTE, ALIMENTAÇÃO

Assistimos no último decénio à crise do ambiente e à da energia. A da produção de alimentos acentua-se a passos largos.

Afirmar que a vida não é possível sem um fluxo de energia e que toda a energia provém do Sol, é uma afirmação banal. Na catadupa de informações que sobre nós desaba todos os dias, os dados fundamentais esquecem-se facilmente e na sua banalização deixam de ter-se em conta. Fazer o mesmo com o que se prende à energia seria trágica cegueira. A ciência moderna tem como pilares fundamentais os conceitos de energia e entropia, expressos pelos chamados primeiro e segundo princípios da Termodinâmica.

Examinados à sua luz, as crises do ambiente, da energia, dos alimentos, têm não só um encadeamento lógico como previsível. A sua origem e elo foi a utilização maciça e inconsiderada dos combustíveis fósseis: o carvão, o petróleo, o gás... O preço artificialmente baixo do petróleo, e o seu uso irracional como motor de um desenvolvimento movido pela ganância e desprezo pela natureza, fez com que surgissem primeiro com grande evidência os estragos irreparáveis conhecidos como a crise da poluição e do ambiente. Essa crise foi encarada pela maioria numa perspectiva tecnocrata, fatalista e demagógica. Para enfrentar a poluição era necessário aumentar a produção para que desse modo se dispusesse dos meios materiais para combatê-la. Um pensamento humanista diria imediatamente que o Homem é algo mais que um produtor-consumidor, mais do que um objecto e que, portanto, era o modo de estar no mundo que importava repensar. Um cientista, usando a Termodinâmica, pode afirmar com segurança que tal atitude tecnocrática apenas acelera a crise em vez de atenuá-la. O gasto em energia para despoluir é superior à usada na actividade que levou ao poluente, no modo como a produção é encarada. E mesmo que a energia fosse infinita e gratuita, a sua utilização acelerada apenas acentuaria o desequilíbrio. Como a energia disponível nem é infinita nem gratuita, tornou-se óbvio que cedo ou tarde surgiria uma crise de energia. Ela aí está. Como, por outro lado, os países hiper-industrializados basearam a sua rápida expansão económica na utilização maciça de energia a baixo preço, que obtinham pela pilhagem de recursos petrolíferos dos menos desenvolvidos, inseria-se na lógica dos factos que uma subida no petróleo se repercutiria no funcionamento de toda a economia. E aí temos a recessão económica que se verificou e verifica na economia internacional.

À crise de energia segue-se a da produção de alimentos, que não deixará inelutavelmente de acentuar-se nos próximos anos e não cessará de agravar-se enquanto os conceitos industrialistas e concentracionários que presidem aos chamados sistemas alimentares dos países altamente industrializados não forem profundamente alterados. E isto é assim porque tais sistemas alimentares assentam pesadamente no petróleo para o seu funcionamento.

Efectivamente, examinando o aumento de produção por hectare que se verificou a partir de 1920 nos E.U.A., constata-se que tal se deveu primordialmente à utilização crescente de derivados do petróleo, sob a forma de fertilizantes, insecticidas, corantes, conservantes, etc., acompanhados de um crescimento desmesurado em energia nas actividades subsidiárias: transportes, embalagens perdidas, produção sofisticada de

rações, criação de ambientes artificiais de cultura, etc.. Por outro lado, nota-se que a partir de 1957-60, o aumento de uma unidade na produção exige cada vez mais energia, ou seja, a energia utilizada rende cada vez menos.

Os resultados anteriores são confirmados pelos dados já conhecidos relativos a sistemas alimentares de concepção análoga à dos E.U.A.. É o caso da Grã-Bretanha, da Holanda, da Austrália, do Japão. Tudo indica que algo de semelhante se passe na U.R.S.S., e países de Leste, embora nestes o rendimento da terra seja tipicamente inferior.

Esta dependência crítica (dos sistemas alimentares) dos combustíveis fósseis (não renováveis) repercute-se inelutavelmente no preço dos alimentos e na sua quantidade. René Dumont afirmava há pouco, baseado em dados da F.A.O., que os cereais se transformam numa arma estratégica de repercussões bem mais vastas que o petróleo. O seu aviso não tem em conta a análise energética. Esta clarifica-lhe o alcance e a profundidade.

## A ANÁLISE ENERGÉTICA

A análise energética é uma recente disciplina científica, fruto da conjugação da Termodinâmica e da Economia. Tem ainda grandes limitações. Muitas das suas conclusões são, porém, ineludíveis.

Essa análise, se identifica e aponta os absurdos aberrantes dos sistemas económicos e sociais que levaram à presente situação, permite também equacionar alternativas.

Essa análise mostra, por exemplo, que, se em vez de continuarmos a utilizar apenas os metais extraídos do minério, utilizarmos de modo crescente a recuperação da sucata, faremos substanciais economias de energia. Por exemplo, na produção de 1 Kg de alumínio, necessitaremos cerca de 30 vezes mais energia extraindo-o do minério do que se o recuperarmos da sucata. Fazendo-o, reduziremos a poluição e gastamos menos energia.

Se, na agricultura, em vez de usarmos maciçamente fertilizantes e pesticidas artificiais, usarmos no grau mais elevado os fertilizantes naturais, os pesticidas biológicos e um sem número de outras alternativas que a ciência moderna conhece já, pouparemos significativamente na energia importada, conseguiremos manter ou restabelecer o equilíbrio ecológico e poderemos aumentar a produtividade.

Significativamente, o que a ciência revela é que a sua aplicação racional conduz às soluções que são também aquelas a que um pensamento sobre o Homem e seu real equilíbrio e bem estar conduzem.

E aqui entramos, naturalmente, em opções políticas: optar pela alienação que exprime a «felicidade» pelo consumo do supérfluo mas escamoteando que a par dessa «felicidade» vão os calmantes, os psiquiatras, a delinquência, a droga e a entrega a uma publicidade que nos transforma em autómatos para benefício do lucro máximo de uns poucos; ou optar pelo equilíbrio consigo próprio e a natureza, valorizar a inteligência e fruir das comodidades que permitem ao Homem não ser escravo para viver.

## ALTERNATIVAS

O modo sumário como os problemas são necessariamente abordados em palestra deste tipo, não permite a fundamentação exaustiva das conclusões pelo que se corre sempre o risco de estas serem consideradas utópicas ou fantasistas. Por outro lado, o facto de tais matérias não serem habitualmente trazidas ao grande público, permite a certo tipo de imprensa adulterar-lhes o sentido e criar por vezes a ideia de que tais conclusões apontam para um regresso ao passado, ou mesmo à Idade Média e ao subdesenvolvimento. Nada mais falso. As alternativas apontam não para o suicídio colectivo, mas para a utilização da ciência na sua forma mais avançada e nobre e para a consideração do Homem como **HOMEM** e não como objecto.

Ilustremos apenas com um exemplo: o sistema alimentar.

A irracionalidade dos sistemas apontados não está no aumento da produtividade da Terra e na redução do esforço penoso do Homem que a trabalha, o qual se consegue utilizando energia. A irracionalidade está no uso desequilibrado de fertilizantes e pesticidas artificiais em detrimento dos naturais, e sobretudo na perda crescente do que se ganha na terra em actividades complementares fora dela, as quais se podem considerar inúteis ou parasitárias numa análise global. O desequilíbrio acelerado que actualmente se verifica tem aí a sua origem. Ele exprime-se no campo ao serviço da cidade, e na centralização cada vez maior. A centralização implica consumos de energia crescentes e a criação de ecossistemas cada vez mais artificiais e denegerados. A centralização obriga a movimentação cada vez maior de mercadorias. Os produtos vão dos países pobres para os ricos, e regressam em quantidade menor

e a custo mais elevado sob uma forma que é muitas vezes inútil, mas a publicidade faz consumir. Tudo isto desperdiça energia e capitais, mas porque aumenta o lucro de uns quantos e acentua um comando centralizado, base de exploração acrescida, o processo não é travado sem actuação esclarecida.

Tal tipo de relações não existe só entre países. Verifica-se entre várias regiões de um mesmo país. Um índice simples que exemplifica ambos os factos é o consumo de energia eléctrica por habitante. O consumo médio do americano é cerca de 6 vezes superior à média mundial. Mas em Portugal, o consumo por habitante nos distritos do litoral ao norte de Setúbal é também cerca de 6 vezes superior ao consumo por habitante nos restantes distritos!

Para nós, a ilação é clara, não só a nível nacional como ao nível do equilíbrio regional. A Beira, e o interior, têm de valorizar os seus recursos humanos e materiais e bater-se convictamente por uma descentralização efectiva. Em termos concretos, a sua agricultura deve basear-se na valorização máxima dos seus ecossistemas, e num aumento de produtividade assente primacialmente nos seus recursos e não no artificial importado. A sua indústria deve desenvolver-se assente nas potencialidades regionais e tirando partido dum mercado que a própria solução de problemas locais gera. Deste modo criará empregos e criará riqueza. Para o fazer, as suas gentes têm de ganhar confiança em si próprias, pensar pela própria cabeça e lutar pela valorização da sua inteligência, único meio de plenamente se autoassumirem sem complexos de inferioridade ou de falsa supremacia.

A Beira deve lutar pelas ligações rápidas e eficazes no seu interior e a outros centros que permitam a circulação fácil e cómoda das pessoas. Deve lutar pela melhoria das ligações telefónicas. Pode e deve valorizar a energia de que dispõe, incrementar a produção e utilização de formas locais renováveis. Ao fazê-lo melhora o bem estar das populações e cria empregos.

Em resumo e para terminar: — temos de situar Portugal no contexto mundial e a Beira no contexto do País. Todas as vias para um futuro melhor exigem trabalho e persistência. Um e outro desabrocharão em frutos e serão exemplo se tivermos a coragem de nos assumir integralmente, de sermos nós mesmos, valorizando o nosso melhor e combatendo o menos bom. Se não pegarmos no futuro com as nossas mãos, não nos lamentemos depois se formos escravos ou pedintes!



## 2. A CRISE DO AMBIENTE(\*)

### 0. INTRODUÇÃO

A crise do ambiente ganhou rapidamente actualidade. Entre nós, o Governo decretou a formação duma Comissão Nacional do Ambiente, depois de ter havido uma Comissão Interministerial durante anos, com outro nome mas algumas funções equivalentes, que, se nunca deu público relevo às suas decisões e medidas de poluentes, foi certamente porque o problema de níveis perigosos não existia. Mas na outra banda, um sector amortizado duma instalação conhecida é substituído por causa da poluição e informam-nos de que o equipamento ultra-moderno irá consideravelmente reduzir os seus níveis no bairro próximo. Uma conhecida marca de automóveis apregoa que os seus modelos quase não poluem, outras vendem no mercado nacional modelos que poluem bem mais que os que vendem noutros países ou no país de origem porque os regulamentos aí a tal obrigam.

No ano transcorrido, a Ordem dos Engenheiros, sob o impulso da sua Secção de Engenharia Sanitária, organizou duas realizações ligadas ao tema, a O.N.U. organizou uma conferência mundial sobre o problema do ambiente, o relatório do M.I.T. elaborado para o Clube de Roma tornou-se um «best seller» e o Sr. S. Manshold, seu ressoador oficial mais qualificado, porque presidente do Mercado Comum, tornou-se rapidamente um nome e uma figura popular.

---

(\*) Lição inaugural do Curso de Extensão Universitária sobre «Dispersão de Poluentes na Atmosfera», organizado pelo Núcleo de Estudos de Engenharia Mecânica (I.A.C.) e pela Divisão de Termodinâmica Aplicada (I.S.T.) em Setembro de 1972. *Técnica*, n.º 417, Novembro de 1972.

Entre nós, um número considerável de intelectuais considerou o problema como de jornalismo de sensação ou, noutra tendência, como tema de perniciosos efeitos económicos pois que na sua perspectiva combater degradação do meio ambiente seria combater industrialização e desenvolvimento.

Reflectindo um pouco, e abstraindo de ideologias ou credos políticos na medida em que é possível, verificamos que o **conceito actual e generalizado de civilização é sinónimo de progresso material e desperdício** e que tal sucede pela primeira vez na história da humanidade. Que progresso material e desenvolvimento económico são aspirações de todos os povos «civilizados» do mundo. Que os sistemas políticos sempre declaradamente ao serviço do homem e da sua realização plena encontram sempre como prioritário à consecução desses fins o aumento da produtividade do trabalho e o aumento do potencial económico, o qual passa sempre pelo potencial industrial, pelo uso acelerado dos recursos naturais e pelo aumento acelerado da produção de desperdícios na forma actual como é concebida a tecnologia ao «serviço do Homem». Isto para não falar na produção, aquisição e destruição de armamento.

Naturalmente, o agudizar da degradação do ambiente pode originar reflexos explosivos ao nível da massa, uma crise aguda de consciência ao nível de certas elites, alguns actos utópicos de renúncia individual, de contestação ou mal estar proveniente de convicções abaladas ou de acomodações que se aceitam mas difusamente se rejeitam. A História, porém, revela que não foi a excelência de uma civilização que garantiu a sua sobrevivência mas sim a força de que pode dispor para se defender de concepções antagónicas. Como tal, seria pura utopia imaginar que qualquer dos sistemas que por esse mundo se debatem possa de «motu proprio» trocar as suas prioridades de poder pela realização dos seus princípios humanitários. Resta saber se alguma causa externa poderá mudar todos simultaneamente, se todos simultaneamente continuarão mantendo as suas actuais concepções ou se todos desaparecerão, desaparecimento que pode ser numa fracção de segundo, de anos ou de séculos, mas que nem por isso deixará de ser o desaparecimento puro e simples.

Naturalmente, o desaparecimento à escala dos séculos é insusceptível de motivar grandes camadas; o desaparecimento ou asfixia à escala de anos ou dezenas de anos motiva certamente e com tanta maior probabilidade quanto mais jovem e esclarecida for a camada em questão. E a estatística indica que a população mundial cresce rapidamente nos grupos etários mais jovens, ocupando já o grupo dos 17 aos 25 anos um lugar preponderante. Não deve surpreender-nos, pois, que esta classe,



a classe dos estudantes universitários, se preocupe com factos e perspectivas cuja evolução exponencial coloca bem dentro da sua esperança média de vida, factos e perspectivas que para gerações precedentes apareciam tão longe no horizonte que nem lhe mereciam um pensamento.

Sem prolongar mais as reflexões de generalidade que a agressão quotidiana de informações e notícias necessariamente provoca a uma mentalidade sã, a questão fundamental que se antepõe a todas as outras há-de ser, necessariamente, a da correcção objectiva dos dados em que se articulam raciocínios e a clareza das hipóteses que afectam uma conclusão.

É isto afinal e simplesmente a que nos propomos de modo sucinto e necessariamente incompleto.

## 1. DADOS DE PARTIDA

Todo o raciocínio sobre o ambiente pressupõe um certo conceito de vida, da sua manifestação e evolução.

É uma hipótese de base, quase trivial, sempre implícita, mas facilmente esquecida porque nem sempre fácil de explicitar. Por exemplo, todos sabemos que seres humanos permaneceram na lua durante dias e que é possível à tecnologia moderna fazê-los permanecer meses ou anos. O que sabemos também é que esses seres transportam consigo o mínimo indispensável do seu ambiente terreno sem o qual a sua sobrevivência como seres humanos seria impossível.

Para sobreviver na lua o homem levou alimentos, água, oxigénio, e uma protecção exterior para as variações de temperatura e humidade e um escudo que o protege das radiações.

Aquilo que a tecnologia moderna fez pelos lunautas, fez o planeta Terra, na sua evolução, por todos nós: se a sua distância ao Sol fosse menor, a sua temperatura seria muito mais elevada, tal como seria mais baixa se a muito maior distância; o seu campo magnético reflecte partículas ionizadas e de alta velocidade provenientes do Sol e do cosmos.

A transparência inicial da atmosfera à radiação ultravioleta impediu de princípio a existência de plantas à superfície, as quais só surgiram depois do aparecimento duma camada protectora que, por sua vez, se formou do oxigénio libertado por fotossíntese pelas plantas submersas nos oceanos, onde a protecção às radiações foi assegurada pela água. Foi

esta combinação única de múltiplos factores ao longo de biliões de anos que tornou possível o aparecimento de vida.

Esta concepção de evolução assenta naturalmente em conceitos científicos que, por sua vez, se baseiam em conhecimentos adquiridos em poucas centenas de anos, alguns em poucas dezenas, o que naturalmente nos leva a um segundo pressuposto básico em qualquer raciocínio previsivo: o da intemporalidade dos princípios fundamentais da ciência moderna.

Este aspecto merece algum comentário adicional dada a confusão em que são férteis os cultores da filosofia e das humanidades clássicas e de tantos mais em que o conhecimento em profundidade das ciências físicas está longe de alcançar o seu efectivo domínio noutros temas. A confusão é perniciosa porque geradora de optimismos infantis ou de desespero infundado no que a ciência e o seu braço aplicado — a tecnologia — pode e não pode fazer.

Para aqueles outros a quem uma cultura geral lembra a revolução física moderna e leva a esperar que uma nova revolução será sempre possível devemos apenas recordar que tais revoluções foram revoluções não por terem destruído tudo quanto as antecedeu em conhecimento científico mas sim porque, englobando tudo quanto esse mesmo conhecimento já explicava e previa, conseguiram explicar e prever muito mais do que às anteriores elaborações era possível. A relatividade não rejeitou a Mecânica de Newton: circunscreveu-a ao domínio para onde fora estabelecida.

Ora a tecnologia moderna é ciência aplicada; não a negação da ciência estabelecida. Naturalmente, a destrinça entre barreira tecnológica e impossibilidade à luz dos princípios da física não será fácil para todos. O filósofo do absoluto poderá mesmo rejeitar semelhantes limitações. Mas não cabendo aqui avançar numa especulação abstracta que contradiz todo um conhecimento de séculos, transformamos esse conhecimento na hipótese anteriormente enunciada: a validade intemporal dos princípios fundamentais das ciências físicas. De entre estes merecem particular relevo o primeiro e o segundo princípios da Termodinâmica.

## 2. O PAPEL DA ENERGIA

Em termos de física, o planeta comporta-se como um gigantesco sistema termodinâmico não isolado, que permuta energia com o exterior,

mas não permuta massa em termos significativos. Em termos mais específicos, recebe energia do Sol e radia-a para todo o espaço exterior. O planeta não é, porém, um sistema inerte e no seu interior processa-se um sem número de evoluções caracterizadas pela permuta de energia e a geração de entropia.

Este sistema, antes do aparecimento do homem, possuiria um certo equilíbrio em que alterações importantes se processariam à escala dos milhões de anos. O aparecimento do homem não foi, nem era, de molde a introduzir qualquer perturbação significativa, pois tal implicaria a capacidade de manipular quantidades de energia à escala dos fluxos de energia em jogo nos fenómenos naturais que se processariam ao nível do planeta.

Essa manipulação só é possível desde há poucos anos com a energia nuclear a qual, por sua vez, se acompanhou da indesejável libertação de radiações de que a atmosfera nos protege relativamente ao espaço exterior e que o planeta extinguiu praticamente para se tornar habitável (mas que agora somos capazes de libertar do interior).

Neste ponto, será de interesse referir que o alcançar de tal possibilidade teria sido impossível sem o prévio domínio da utilização em larga escala das fontes energéticas tradicionais, por sua vez só viável em sociedades altamente organizadas e de grande dimensão.

Admitamos, porém, e apesar da facilidade com que as actuais superpotências poderiam libertar tais quantidades de energia, que o Homem nas suas expressões organizadas não deseja a realização de tal holocausto, muito embora não deixemos de nos lembrar que tal possibilidade existe e de que a vida humana nas suas formas actuais pode efectivamente desaparecer num espaço de horas por vontade de alguns.

Aquela possibilidade revela, por outro lado, que a partir de certo grau já não será apenas a força nas suas formas claras de poderio militar que determinará as evoluções, uma vez que o seu uso arrastará à morte o próprio que a utilizar.

No entanto, embora de forma menos espectacular, mais subtil, mas nem por isso menos progressiva, o Homem manipula e concentra no natural desenvolvimento da sua actividade económica quantidades crescentes de energia porque só ela lhe permite a inversão do sentido de evoluções naturais ditadas pela segunda lei da Termodinâmica. E aqui chegamos a um dos aspectos de maior interesse que, por elementar e corriqueiro, é tão facilmente esquecido.

Qualquer alteração na natureza, a produção de um adubo, a concentração dum mineral, a produção de um detergente, a dessalga da água

do mar, a produção de qualquer produto químico, exige dispêndio da energia. A única energia que o planeta recebe do exterior provém do Sol, mas desta apenas uma fracção absolutamente insignificante é utilizada

directamente nas referidas actividades. A utilização mais importante que no planeta se faz dela surge através de fenómenos naturais — a fotossíntese por exemplo. Industrialmente, no presente, cerca de 97% da energia utilizada provém de reservas acumuladas no planeta ao longo de milhões de anos sob a forma de combustíveis fósseis. Por outro lado, a utilização desta energia utiliza ciclos térmicos, e como estes, em caso algum de significado industrial, ultrapassam um rendimento de 50%, segue-se que no momento presente pelo menos metade — em verdade consideravelmente mais — da energia do combustível é dissipada no ambiente sob a forma de calor. Tudo se passa, pois, como se pelo menos metade do combustível usado na produção de energia eléctrica fosse directamente alimentar uma fogueira gigantesca na superfície do planeta à qual se pode juntar todo o combustível gasto no transporte aéreo, marítimo ou terrestre.

No momento, o valor dessa libertação de calor no ambiente é apenas uma fracção pequena da energia recebida do Sol ou da permuta com o espaço exterior. No entanto, não deverá deixar de reflectir-se que a energia recebida do Sol é distribuída por toda a superfície do planeta e de que a libertação a que nos referimos é concentrada em áreas muito reduzidas.

A extrapolação é fácil de fazer e de concluir que não bastará dispor de quantidades ilimitadas de combustível para que as preocupações cessem. De facto, mesmo esquecendo o efeito anterior no aquecimento, há o efeito associado da produção de  $\text{CO}_2$  e do consumo de oxigénio.

Na natureza, o  $\text{CO}_2$  é um produto natural da respiração de animais e plantas e o participante num ciclo que todos conhecemos no qual, através da fotossíntese, as plantas usando a energia solar restituem oxigénio à atmosfera. Ora a forma habitual de raciocinar neste tipo de problemas é a de que tal equilíbrio se estabelece sem que nos preocupemos sobre o tempo que pode levar a realizar cada fase do processo, ou sequer se tal equilíbrio é possível.

Que não deve ser assim mostram-no as medidas efectuadas no Hawaii, no laboratório de Bien-Hca, desde 1958, as quais revelam um crescimento médio anual de 1,5 p.p.m.. Segundo uma estimativa de Lester Maclit, tendo em conta as permutas conhecidas entre a atmosfera, a biosfera e os oceanos, o crescimento é exponencial traduzindo-se numa taxa de 0,2% por ano. Não nos parece que o número exacto seja crucial

neste ponto. De acentuar é o facto de as medidas se efectuarem num local afastado de qualquer fonte natural ou artificial de  $\text{CO}_2$  e de constituírem como tal uma estimativa inferior da real taxa de aumento que se verifica em certas zonas. Este facto deve ser confrontado com resultados duma estimativa do balanço de oxigénio dos E.U.A. referido num curso realizado na «Yale School of Forestry» em 1969-70 em que se concluiu que os E.U.A. viviam já do oxigénio importado através da circulação geral da atmosfera!

Nenhum dos resultados surpreende verdadeiramente, e certamente o oxigénio nunca foi referido como factor condicionante de sobrevivência por ser gratuito e considerado indefinidamente renovável através da fotosíntese!

Citamos o oxigénio e o  $\text{CO}_2$  como elementos significativos dum ciclo que só pode processar-se a velocidades finitas e cujo equilíbrio se desloca com consequências inseguramente quantificáveis. No entanto, o processo é estreitamente condicionado pela difusão de ambos os produtos na atmosfera e pelas velocidades de transferência de massa na superfície da planta. Por outro lado, o  $\text{CO}_2$  altera as características de permuta de energia entre o planeta e o exterior, promovendo um efeito de estufa devido ao facto de ser praticamente transparente à radiação solar, a qual é rica nos baixos comprimentos de onda, mas de ser praticamente opaco na zona do infravermelho que é aquela em que a superfície radia. Como a temperatura da superfície tende ela própria a aumentar pela libertação de energia dos combustíveis, e esta, por sua vez, aumenta a evaporação e como tal o conteúdo em vapor de água na baixa atmosfera, o efeito de desequilíbrio é acentuado porque o vapor de água se comporta como o  $\text{CO}_2$  relativamente à radiação.

Seria simplista, obviamente, prosseguir neste raciocínio linear e concluir que uma situação de total desequilíbrio se atingiria rapidamente. Seria, porém, dum optimismo por igual modo sem fundamento pensar que a progressão relativamente aos valores habituais seria completamente desprezável: — tal seria ignorar completamente a existência de efeitos cumulativos. De facto, embora de modo não estritamente quantificável, deve acentuar-se que o  $\text{CO}_2$  e o  $\text{OH}_2$  na atmosfera (tal como as poeiras submicroscópicas em suspensão) desempenham um papel semelhante a uma válvula num mecanismo de servocomando: — a sua actuação é sobre a gigantesca quantidade de energia proveniente do Sol. Por outro lado, mesmo que globalmente o balanço energético não fosse seriamente afectado, a redistribuição de energias que se processa no planeta através

da circulação da atmosfera, da chuva, das correntes marítimas etc., será necessariamente afectada com as consequentes alterações nas condições climatéricas.

Que a alteração das condições climatéricas por efeito da actividade humana é um facto, pelo menos à escala regional, provam-no incontestavelmente resultados conhecidos. Em Indiana, E.U.A., a siderurgia Gary emite finas partículas e a 50 milhas, em La Porte, o efeito é sentido quando o vento sopra nessa direcção verificando-se então um aumento de 230% relativamente à média de tempestades de granizo, 31% na pluviosidade e uma frequência comparável em tempo enevoadado. Neste exemplo, não é o CO<sub>2</sub> que está directamente em causa mas as partículas emitidas que actuam como agentes de condensação. Na mesma linha de efeitos é conhecida de todos a produção de chuva artificial através do lançamento de iodado de prata em zonas de atmosfera sobressaturada de vapor de água.

E no mesmo conjunto de factos se situa a verificação estatística de que Paris e Sarrebrücken (na Alemanha) apresentam uma percentagem em nevoeiro cinco vezes superiores às regiões circunvizinhas.

O número de exemplos poderia continuar, mas parece-nos desnecessário.

Situamo-nos até agora num caso restrito de implicações meteorológicas, desconhecendo deliberadamente os imensos aspectos que sempre se citam ao falar de meio ambiente.

É do conhecimento comum que o D.D.T. foi detectado nos tecidos gordos do corpo humano: 3 p.p.m. nos esquimós (1960), 26 na Índia (em 1964), 7,6 nos E.U.A., etc.; que a quantidade de chumbo por tonelada de gelo cresceu na Gronelândia de 20 microgramas em 1950 para cerca de 250 em 1970 (valores obtidos analisando extractos cobrindo o período indicado). Por outro lado, segundo as estimativas da U.S. Food & Drug Administration existem no globo cerca de meio milhão de produtos químicos diferentes, os quais aumentam de 400 a 500 por ano. É naturalmente que a nossa tranquilidade não pode deixar de ser afectada quando raciocinamos por analogia com o D.D.T. acerca do efeito a longo prazo de produtos que, na melhor das hipóteses, foram testados em cobaias de laboratório mas nunca, obviamente, nas múltiplas combinações possíveis com todos os produtos existentes. E como estes são cada vez em maior número é evidente que o risco de combinações perigosas aumenta sem cessar.

Este aspecto é todo um outro mundo de dados e reflexões que mereciam um pouco mais de atenção de todos nós.

### 3. AS LIMITAÇÕES DA TECNOLOGIA

Para não entrarmos nos domínios controversos das inúmeras implicações da poluição detenhamo-nos apenas um pouco na atitude de esperança ignorante nas possibilidades da Tecnologia Moderna com que deparamos tantas vezes, e até em níveis de grande responsabilidade.

Suponhamos, por exemplo, o caso do  $O_2$  e do  $CO_2$ . Admitamos que o desequilíbrio se acentuava de tal modo que uma carência de oxigénio se fazia sentir.

A primeira reacção seria a de que a Tecnologia Moderna sabe produzir oxigénio; alguém informado iria mesmo mais longe e diria que o oxigénio poderia ser extraído de  $CO_2$  com o que se faria evoluir o equilíbrio no sentido desejado ou até que, sendo a crosta terrestre formada de óxidos, a quantidade de oxigénio sob tal forma seria praticamente ilimitada. Em verdade, qualquer das alternativas está ao alcance da Tecnologia Moderna e até de modo relativamente expedito. A sua efectivação apenas necessitando de energia em quantidade suficiente, desde que houvesse energia o problema de sobrevivência estaria assegurado.

Em termos locais, a asserção é verdadeira. Porém, a sua efectivação à escala do planeta exige um pouco mais de análise: —aquela energia que supomos ilimitada não pode ser proveniente de combustíveis fósseis porque nesse caso — e esta é a barreira imposta pelo segundo princípio da Termodinâmica — a energia necessária para reverter o  $CO_2$  a caborno e a oxigénio é superior à que se obteve na sua combustão. Isto implica que ou a energia se vai obter noutra origem — nuclear, por exemplo — ou que a sua realização é inexecutável à escala do planeta.

Suponhamos que essa energia se ia buscar a reactores da mais avançada Tecnologia: — à escala a que esses reactores teriam de ser utilizados, o nível de radiações assumiria rapidamente valores incompatíveis com as implicações de degenerência genética e outras de todos conhecidas — eventualmente, em tal nível, não sobrevivia mais do que uma geração!

Adoptemos, porém, a atitude optimista e desconheçamos as radiações.

Como num reactor nuclear a energia se obtém inicialmente sob a forma de calor, a sua transformação noutras formas implicará um ciclo térmico, e como tal uma rejeição de calor no ambiente em proporções colossais, da ordem de grandeza da energia recebida do Sol, como um raciocínio simples, assente na Termodinâmica, facilmente demonstra.



Finalmente (o optimismo nunca será demasiado) poderá pensar-se que a Tecnologia Moderna terá conseguido por essa altura solucionar o problema da conversão directa da energia e como tal evitar o ciclo térmico. Todavia, é novamente a Termodinâmica que nos garante que tal conversão perfeita é impossível e como tal a rejeição de calor no ambiente será sempre um factor inevitável. Certamente, ao optimista só resta esperar que aquela ciência em que a Tecnologia se baseia e que lhe deu toda a abundância material em que vive esteja errada e que um milagre virá sempre resolver os seus problemas!

Deliberadamente esquecemos a solução para este problema que a Natureza nos deu — as plantas e a fotosíntese! O exemplo, porém, mostra bem que em problemas desta escala é impensável pretender competir em termos industriais com a Natureza. Apesar de tudo, o processo é tecnologicamente possível. Praticamente é possível, sim, mas em extensões bem delimitadas e apenas para muito poucos: não é verdade que um doente (não 3,5 biliões) pode viver em tenda de oxigénio indefinidamente, desde que oxigénio puro seja o factor de que depende a sua sobrevivência?

#### 4. A FOME...

Raciocinámos até agora em termos de planeta. Não falámos de pessoas, países, nem de sistemas políticos ou sociais. Considerando os homens e as perspectivas de evolução surge imediatamente o problema da fome. Quando tal surge, a FAO, ou entidades responsáveis ou simples «bem informados» garantem-nos imediatamente que a Tecnologia Moderna aplicada à agricultura não cessa de aumentar a produtividade do solo; que a produção de alimentos por síntese — proteínas do petróleo, por exemplo — é viável, tal como é viável aumentar a superfície das terras irrigadas com o aproveitamento da água do mar quando os cursos naturais forem insuficientes ou já demasiado poluídos.

O que não se refere é que em termos energéticos a agricultura americana gasta muito mais energia por hectare do que o que dele pode extrair sob a forma de produtos alimentares! Continuaremos, porém, a supor que se dispõe de energia em quantidade ilimitada e citemos Paul Ehrlich no que se refere a outro aspecto:

Admitindo a tecnologia mais avançada que actualmente se concebe, a dos reactores nucleares sobre-regeneradores, a AEC (E.U.A.) realizou



um estudo da viabilidade dum complexo agro-industrial à beira mar, que produziria água potável e fertilizantes capaz de alimentar três milhões de pessoas. A estimativa, mais que optimista, dava um custo de 1,5 biliões por complexo, i.e. «grosso modo», 40 milhões de contos. Observa Ehrlich: mesmo que a AEC iniciasse o projecto hoje e o completasse em dez anos ele teria que considerar não 1,5 biliões de dólares mas 440, simplesmente para alimentar os 770 milhões de seres humanos adicionais que teriam nascido entretanto!

Poderíamos talvez juntar outro comentário: a população mundial é, actualmente, da ordem dos 3,5 biliões de pessoas. Destes, cerca de 75% são considerados subalimentados, morrendo pura e simplesmente de fome ou, mais eufemisticamente, de doenças originadas nas carências alimentares de que sofrem. Tal significa que **hoje, cerca de 2,6 biliões de pessoas sofrem de falta de alimentos: — 2,6 biliões era praticamente a população mundial em 1950!**

Se se quiser ser mais concreto, basta comparar a evolução da produção de alimentos per capita publicada pela FAO referente aos anos de 1958 a 1969: — a produção global de alimentos na África, no Próximo e Médio Oriente, e na América Latina aumentou, mas a produção per capita manteve-se e nalguns casos desceu mesmo. Tal não significa, obviamente, que Americanos, Russos, Franceses, ou Alemães morrem de fome! Aliás, para estes e uns quantos outros, o complexo agro-industrial que a AEC planeou, mesmo ao dobro ou triplo do custo seria muito possivelmente viável e além de motivo de orgulho para a capacidade da sua tecnologia e fonte de receita na exportação um tranquilizante para as suas preocupações de alimentação no futuro!

Para nos não alongarmos demasiado, pensamos que, sem especulação demasiada, podemos tornar claros dois pontos:

- 1) Há um limite para o crescimento, que provém ou de esgotamento de recursos, ou do bloqueamento de certos fenómenos naturais indispensáveis à vida. Esse limite, ao ritmo actual, não é algo da ordem do milénio mas do século. Aquilo que para os nossos pais, mantendo as suas condições de vida, poderia suceder ao fim de mil anos, surge para nós ao fim de muito poucos séculos e surgirá para os nossos filhos, a manter-se o ritmo e concepções de vida actuais, ao nível de poucos decénios.

- 2) O limite de sobrevivência é acentuadamente diferente entre povos. Anda de par com o que hoje se designa genericamente por «desenvolvidos» e «civilizados».

É nesta base e na clara destrição de situações que deve encarar-se o que nos prometem e o que os «mass media» defendem. É sobre alguns destes aspectos marcantes que vamos deter-nos um pouco.

## 5. O RELATÓRIO DO M.I.T.(\*)

Em Junho de 1971 realizou-se em Paris o Congresso das Ciências e Técnicas do ano 2.000. Deram grande brado algumas conclusões de entre as quais recordamos que no ano 2.000 cerca de 75% da produção de energia se destinaria à purificação da água, recurso natural acima de todos escasso.

Foram simultaneamente divulgados alguns resultados a que chegara o Clube de Roma e a equipa do M.I.T. que tinha elaborado o estudo da evolução do «planeta» usando as técnicas da Dinâmica dos Sistemas. Todos os congressistas se chocaram com o fatalismo das conclusões: fosse qual fosse o parâmetro ou o optimismo de alguns factores o período de colapso oscilaria de 50 a 100 anos mas não muito mais. Parecia inferir-se que a população mundial desceria então a um nível de tal modo baixo que a natureza retomaria os seus direitos para regenerar o que fora destruído e oferecer aos sobreviventes, ao fim de algumas centenas de anos, um planeta semelhante ao que possuíam os nossos pais.

Semelhante pessimismo era discutido sob formas várias. Um amigo nosso, aliás um dos organizadores e cientista conhecido, no final de uma carreira brilhante lamentava-se de que certos jovens anarquistas tinham aproveitado a oportunidade para tentar politizar o que era uma reunião científica querendo à viva força arrancar aos oradores uma condenação formal da sociedade em que vivemos e que consideravam responsável pelo futuro que lhes oferecia. Outros comentavam, com ironia algo amarga, que pouco tempo antes o Hudson Institute e o seu Director, o mais destacado e brilhante dos futurólogos, havia prometido a quase todos o paraíso terreno por volta do ano 2.000! Foi uma pena ter omitido a limitação de recursos e sobretudo a poluição. A poluição e a degradação de estruturas sociais que parecia uma nova epidemia...

---

(\*) Os limites do crescimento, para o Clube de Roma.

Estas as rápidas impressões colhidas, certamente pouco significativas, dado o curto tempo de que dispus (o estar em Paris com outra finalidade não me permitiu sequer participar directamente nas sessões). A Imprensa não comentou o Congresso e o pessimismo não alastrou...

Meses depois o relatório do M.I.T. era publicado. O lançamento publicitário e a ressonância que lhe deu Manshold com a sua posição oficial tornaram o livro um «best seller» e o tema e o relatório discutidos em todos os tons.

Salvo raras excepções todos os comentários na Imprensa nacional e internacional diziam, implícita ou explicitamente, «o computador, essa pitoniza moderna, previu que...».

Entre nós um jornal diário deu-se ao trabalho de dedicar porção não desprezável da sua página de Domingo a histórias de computadores que se enganaram, este deus moderno em que o «Homem abdicou a faculdade de pensar». Posteriormente houve um artigo de primeira página a prevenir contra tal pitoniza mas, honra lhe seja, o seu autor achou posteriormente que uma nova civilização se avizinhava, nem tanto ao mar nem tanto à terra, e com a tecnologia moderna e a sensatez dos Homens a prometer um futuro novo.

O **Financial Times** atacou o relatório. A **Newsweek**, pela pena de um Nobel de Economia, criticou-o asperamente pela sua metodologia que arrastou ao pessimismo. O **New Scientist** abriu-se à polémica, o **Le Monde**, após uma crítica extensa, relativamente neutra, publica pouco depois o artigo de um antigo graduado do M.I.T. no qual se apontam deficiências de método. Muito mais tarde, um destacado especialista de recursos minerais, também no **Le Monde**, vem acusar a equipa de ter seguido as ideias correntes dos não especialistas quanto ao modo de avaliar os recursos não renováveis. E além destes muitos mais.

Fizemos citações de memória porque não pensamos ser este o momento mais oportuno para uma crítica individual de cada uma das poucas críticas que pudemos ler (mas certamente reflectem muitas mais) mas sobretudo porque nos não parece que sejam sequer relevantes para o que julgamos dever frisar.

Antes de mais, o computador só é «pitoniza» para quem não compreende sequer o mundo em que vive. Por outro lado, o relatório do M.I.T. possui informação estatística de extrema utilidade porque difícil de reunir por quem não disponha de grandes meios e grandes equipas: esta informação não a vi contestada. Contestado, nalguns casos, foi o seu tratamento e, sobretudo, a extrapolação dos dados. Noutros foi a insuficiência do modelo.

Ora, quem leu o relatório e tem alguma experiência de computadores reconhece imediatamente o carácter irrelevante de algumas críticas e leva a pensar se o crítico leu efectivamente o relatório ou, pelo menos, o seu prefácio. Por vezes parece que os comentários foram apenas os de quem leu apressadamente as conclusões e tratou de as criticar à luz de ideias prévias.

Não li os trabalhos técnicos, por ainda os não ter recebido, mas novamente as conclusões de pormenor a que poderia chegar não alteram no que seja o facto global que tal trabalho revela: que o actual modelo de crescimento e a organização social que o gerou conduzirá inelutavelmente ao colapso no próximo século. Se é exactamente no ano 2100, se em 2050 ou em 2200 não me parece relevante. O que parece relevante é o desespero dos críticos em provar que os recursos irão durar um pouco mais, ou de que o modelo é imperfeito. O que o modelo representa transcende de facto todos esses comentários — ele representa um aviso claro para um futuro próximo quando todos desejariam o conforto de vários milénios e a ideia de que também no ano 1000 se disse que o mundo acabava e de que para o ano 2000 a profecia não teria mais valor. O modelo não diz que o colapso é incondicional: implica, sim, que a continuarmos como hoje atrás do mito de que a civilização é progresso material e aumento constante do P.N.B. não haverá saída. Mais década menos década, nas premissas adoptadas, o resultado será sempre o mesmo.

O que o modelo não contempla por cientificamente inquantificável no presente são as implacáveis alterações sociais que irão produzir-se e inflectirão os conceitos de vida e o tipo de civilização em que vivemos, desde que admitamos que no curso da sua evolução histórica sempre a humanidade evitou o suicídio colectivo, porque sempre o instinto de sobrevivência se antepôs a tudo o mais. Ora, estudos como o do M.I.T. contribuem eles próprios para prevenir essa catástrofe. Não é uma pitoniza fazendo uma profecia, é uma quantificação de tendência dolorosa de aceitar por quem não concebe a mudança!

O que pareceu mais chocante para todos foi o carácter inexorável da exaustão dos recursos não renováveis. À crítica já citada do especialista de minas, por de certo modo significativa, podemos responder com a observação já feita acerca do complexo agro-industrial à beira-mar: **o limite dos recursos não renováveis está ainda no horizonte longínquo para alguns na condição de que a parte restante possa continuar a suportar a sua situação de privilegiados.** Nesta lógica, os E.U.A. poderão continuar a importar gratuitamente na circulação geral da atmosfera

o oxigénio de que precisam como a título oneroso importam já, tal como a Europa, a outros, os bens vitais que não possuem, nomeadamente energia concentrada em forma de combustível. Como dissemos anteriormente, o limite da sobrevivência depende do povo de que se trata!

Para terminar este comentário e sem prospectiva alguma limitemo-nos a transcrever o quadro publicado no relatório do M.I.T. quanto aos recursos naturais não renováveis. Nesse quadro, porém, vamos limitar-nos às reservas actualmente conhecidas e ao tempo que iriam durar se a capitação fosse igual para todos os habitantes do planeta.

#### Recursos naturais não renováveis

RECURSO	ANOS DE DURAÇÃO	VALOR DO M.I.T.
Alumínio	24	55
Crómio	211	154
Carvão	518	150
Cobalto	33	148
Cobre	10	48
Ouro	4	29
Ferro	84	173
Chumbo	10	64
Manganés	64	94
Mercurio	5	41
Molibdénio	20	65
Gás natural	6	49
Nickel	39	96
Petróleo	9	50
Grupo de platina	41	85
Prata	6	42
Estanho	7	61
Tungsténio	18	72
Zinco	9	50

Como se verifica, o cobre, o petróleo, o gás natural, o estanho, a prata, o zinco, o mercúrio, o ouro, o chumbo, cessariam em 10 anos, isto é, entre 1970 e 1980 se a população mundial se estabilizasse ao nível de 1970, se os E.U.A. parassem de crescer e todo o mundo gozasse da capitação material do americano em 1970. Na mesma hipótese, uma série importante de outros produtos vitais desapareceriam antes do ano 2000.

A última coluna representa a estimativa do M.I.T. no seu modelo global. É este número que os entusiastas do modo de estar no mundo

como o fazemos hoje procuram dilatar. Será necessário comentar? Ou não revelará o quadro, baseado nos valores conhecidos, sem extrapolação ou modelo matemático a mascarar princípios fundamentais, que é utopia pensar que todos os habitantes do planeta poderão alguma vez disfrutar da capitação material do americano de 1970?

## 6. O QUE NOS ESPERA?

Todo o raciocínio anterior é feito para evitar controvérsias, no sentido em que os dados utilizados têm reconhecida objectividade e que as hipóteses usadas foram suficientemente claras para evitar desvios. Não explicitada mas transparente é a hipótese que a aspiração dos povos é a capitação americana dos bens materiais em 1970 e o actual conceito de tecnologia do serviço do Homem. O facto de termos citado a América não traduz qualquer animosidade — explicita apenas o padrão que parece mover todos os povos, sejam eles capitalistas ou socialistas! Uns desperdiçam mais, outros menos, mas os que desperdiçam menos ou que menos deterioram o ambiente próprio ou dos outros não o têm feito por convicções filosóficas ou humanitárias mas porque não possuem o necessário potencial industrial.

O que se assiste, sim, é à migração das actividades mais poluidoras dos mais evoluídos tecnologicamente para os que o são menos! E este fenómeno interessa-nos particularmente e interessa concerteza todos os que poluem menos per capita que os todo poderosos.

Para abordar este aspecto, que nos conduziria directamente a aspectos nacionais, é necessário considerarmos algumas antevisões que a evolução global sugere. Esta induz a pensar que o destino dos povos é necessariamente solidário, não porque os homens são modelo de amor e perfeição mas porque, em última instância, a natureza não permitirá alhearem-se uns dos outros completamente.

Os privilegiados só poderão sobreviver enquanto o forem ou puderem ser, isto é, enquanto outros menos felizes lhes forem «oferecendo» aquilo de que carecem cada vez com mais desespero. Uma completa instabilidade política nos fornecedores de matérias primas fará cessar o seu fluxo: uma maciça exploração para uso próprio de recursos locais irá promover outro tanto.

Considere-se apenas o que representaria na exaustão de hidrocarbonetos se a utilização de fertilizantes por hectare fosse por todo o lado

semelhante às do americano de hoje. Seriam 10, 20, 50 anos, como o quadro já revelou. Este e outros factos, em análise mais profunda, mostrariam outras razões além das «humanitárias» para explicar a angústia dos desenvolvidos pela explosão demográfica nos que o são menos.

É do mesmo Paul Ehrlich que já citamos e se fez esterilizar para dar o exemplo o seguinte à parte (existe no texto duma das suas lições): **«Let's hope that part of the globe stays underdeveloped, because if we ever tried to develop it, the world would end...»**<sup>(1)</sup>

E embora Ehrlich, e os especialistas do M.I.T. e a maior parte dos bem informados, saiba que as estatísticas indicam uma queda de natalidade quando se atinge um certo nível de capitação de bens materiais, e de cultura, calculo que infiram também que esse tal nível para todos seria a proximidade do colapso global!

O realismo pode degenerar em pessimismo! Punhamos a questão de outro modo e sejamos optimistas pelo menos na prospectiva: — como tanto capitalistas como socialistas nas suas manifestações actuais têm o ponto comum, entre tantos, de progredir no desperdício porque usam a tecnologia suboptimizando e de modo idêntico delapidando os recursos naturais, na sociedade do futuro nem um sistema nem outro existirão. Também não haverá estados independentes, guerras, exploração de uns pelos outros. A Tecnologia servirá a todos, a natureza será domesticada de modo mais subtil, o Sol será a fonte de energia mais utilizada e deixaremos à biosfera o cuidado de efectuar as sínteses de calorías, de proteínas, etc., de que todos precisamos para viver, etc., etc..

Como tal mundo não surge amanhã e precisamos sobreviver retomamos o prazo médio. Adoptemos as premissas:

- 1) É impossível uma reconversão global da tecnologia em dez anos (ou vinte...).
- 2) Os sistemas políticos e económicos que comandam a marcha da evolução não começam a praticar, todos, instantaneamente e simultaneamente os princípios humanitários que sempre disse-ram norteá-los.
- 3) Massas crescentes de população tomam consciência da gravidade do problema da degradação do ambiente e exigem providências.

---

<sup>(1)</sup> «Esperemos que essa parte do mundo permaneça subdesenvolvida porque se alguma vez tentássemos desenvolvê-la o mundo acabaria».

Por força da hipótese três começou a ser promulgada em todos os países, para tranquilidade do público, e aplicação naqueles em que a sua opinião pesa mais, legislação anti-poluição.

Como o investimento necessário nos mais desenvolvidos é colossal, por serem também os mais poluídos, o mercado assim criado torna-se de uma extraordinária atracção. O Estado e as grandes empresas, e estas com o dinheiro daquele, investem na investigação necessária.

As grandes empresas, de que o público tem tendência a desconfiar, encontram a oportunidade única de melhorar a sua imagem e aumentar os seus lucros com a venda do equipamento ou produtos que não poluem. E o P.N.B. aumenta porque nos seus algarismos à actividade de poluir se adiciona a de despoluir. Obviamente, esta oportunidade única está reservada a alguns poucos: aos que souberem prever, investir, desenvolver a investigação necessária, «correr riscos». Os grandes ficarão maiores e os pequenos mais pequenos...

Finalmente, há o mercado exterior: primeiro para instalar o equipamento mais poluidor que o país de origem não tolera mais — há tanto subdesenvolvido ou em vias de desenvolvimento a querer industrializar-se ou a industrializar-se um pouco mais! E essa instalação é até um acto de humanidade — novos empregos, mais bem estar, P.N.B. a crescer! E quando o bem estar já é grande e a poluição preocupa, eis que está pronto a chegar o produto acabado de uma tecnologia superior: — o equipamento despoluidor ou a fábrica que já não polui.

**Conclusão: a pobreza paga-se sempre por um preço exorbitante!**

## 7. ...EM PORTUGAL

No nosso País, há os que entendem que falar de poluição é travar o desenvolvimento: constituem ou uma classe de intelectuais idealistas que não digeriram até às últimas implicações o que a Imprensa estrangeira de vulgarização lhes fornece ou agrupam-se nos saudosistas para quem neste País a poluição é contra a lei, a tradição e as convicções mais profundas.

Há quem pense que poluição é um tema de oportunidade, mobilizador de massas, força política a explorar e há o desfrutador das comodidades da vida, para quem a poluição é um incómodo!

Estas e outras tendências irão chocar-se, combinar-se, desfazer-se e a poluição arrisca-se a ser mais um instrumento do que um problema real para ser visto e encarado na perspectiva correcta.



Ora não é travando o desenvolvimento que impediremos a poluição — ela entra sem pagar direitos e ainda cobrará juros. Mas desenvolvimento económico não é necessariamente progresso e os fanáticos ao P.N.B. deveriam começar por separar as parcelas se se interessam tanto como dizem pela sorte de todos e dos mais desfavorecidos. E deveriam fazer algo mais do que separar as parcelas!

Finalmente, e para concluir, podemos ter verdadeiro progresso, sem ter de pagar os custos do equipamento que nos instalam, das licenças que nos vendem, das associações que nos oferecem e depois voltar a pagar os estragos que nos trouxeram, os erros a que nos induziram, o melhor que nos levaram.

Ora tudo é possível, mas difícil. **Alguma poluição é inelutável e todos a aceitaremos se das suas causas todos colherem igualmente os benefícios.** Precisamos de aprender a otimizar globalmente, não a suboptimizar. Precisamos de saber prever, de medir consequências.

É com essa intenção que organizamos este curso a que esta introdução pretende servir de pano de fundo

Quanto ao curso em si, talvez seja oportuno frisar, eventualmente insistir, de que ele não se origina em actividade ditada pela súbita descoberta do sensacionalismo do tema. Corresponde sim à consciencialização de que os resultados da investigação científica de há anos desenvolvida por este grupo em Transferência de Calor e Massa — actividade de que três cursos de extensão universitária realizados desde 1969 dão conta — eram directamente aplicáveis à dispersão de poluentes.

Qualquer grupo de investigação gosta de realizar trabalho útil. O conceito de utilidade varia. No nosso caso pensamos que só podemos lucrar se usarmos as ferramentas mais avançadas que a Ciência nos oferece, se as desenvolvermos e se nos não alhearmos de quem, como e porquê vai usar os seus resultados.



### **3. ENTRE O DIA MUNDIAL DO AMBIENTE E O DAS COMUNIDADES(\*)**

#### **1. RETROSPECTIVA**

Após três décadas de promessas, mais gente morre hoje de fome do que população havia no mundo há trinta anos. Os ricos são mais ricos. Os pobres são mais pobres.

Entre as nações passa-se o mesmo que dentro das nações: salvo raríssimas exceções, a desigualdade aumenta.

O conhecimento científico e tecnológico serviu os que eram capazes de o gerar e os que eram capazes de o gerar geraram o que os servia. Do conhecimento científico brotaram as meias ciências, a pseudo-ciência e o cientismo.

O cientismo, tal como o fetichismo, serve para ludibriar os crentes em nome da divindade. Os seus sacerdotes assumem, como o feiticeiro, o exclusivo do acesso aos «Deuses» e do controle do futuro de todos. Os tecnocratas de hoje são os cultores sagrados e os fruidores do cientismo das visões sectoriais. Cientismo com que se servem dos, e de que se servem os, políticos.

No século das luzes voltamos à idolatria: à idolatria do produto nacional bruto que em sua brutalidade não distingue o útil e o inútil, a enxada da espingarda, a opressão do progresso. Vivemos no mundo dos valores médios: P.N.B. por habitante, consumo de aço por habitante; consumo de energia por habitante; consumo de proteínas por habitante, etc.. Mundo de valores médios mas não de repartição igualitária. Os

---

(\*) *Diário Popular*, Junho de 1977.

valores médios são os novos ídolos. Ídolos que são números. Números índices que afinal escondem muito mais do que afirmam traduzir. Que a par de tais índices seja o crescimento do egoísmo, da

opressão legalizada, da droga e da prostituição é algo que incomoda demasiado os seus cultores para que os incite a uma reflexão. Preferem refinar o cientismo na pesquisa de como aumentar os valores médios na presunção de com o seu aumento poderem eliminar os sintomas da decomposição social e humana que é intrínseca ao seu modelo de «progresso» e «desenvolvimento». No altar dos novos ídolos é a imolação de mais homens que se acelera no fogo sempre maior que destrói a Natureza. Impostores de boa fé perante si próprios ou impostores no confronto entre o que prometem e fazem, o resultado final é o mesmo. Daí a arrogante sobranceira no invocar de uma ciência que não passa de mistificação ardilosa. Daí o fanatismo na imposição da sua ordem, a ordem da cegueira, da moral de conveniência, da irracionalidade legal.

## 2. QUALIDADE DE VIDA

O fracasso evidente da ideologia do consumo, a escandalosa contradição entre o prometido e o alcançado iriam necessariamente gerar novos chavões para que sob a capa de novas encenações prosseguisse imperturbada a dominação subjacente, a alienação acrescida e a exploração desenfreada. Qualidade de vida foi o conceito nobre que surgiu desmascarando a impostura infrene duma ideologia em que o homem mais não é que objecto de produção e consumo. O conceito era nobre mas a ideologia do consumo inútil é a expressão mesma de um sistema de exploração cuja força é ainda imensa. Tal sistema estaria condenado se o potencial explosivo da nova ordem moral e intelectual chegasse ao Povo. Por isso, antes de chegar apropriou-se, deturpou-se, virou-se em sua negação e transformou-se em... austeridade! Austeridade para os pobres e para os fracos para que paguem uma vez mais a sua pobreza e a sua desunião no altar dos novos-velhos ídolos.

Que os pobres e os fracos sejam as nações dos terceiros ou quartos mundos ou os países ditos em desenvolvimento; que nestes sejam as regiões do interior e nestas sejam alguns em relação a outros, pouco altera a atitude subjacente pois ela é comum a todos, muito embora alguns, os mais «evoluídos», o façam em geral com mais refinamento. Por isso a sua responsabilidade é diferente, pois diferentes são os seus níveis

culturais como diferentes são os meios de que dispõem se efectivamente quiserem construir o mundo mais habitável e mais fraterno que afirmam desejar.

Qualidade de vida... diálogo norte-sul... ajuda aos pobres... Que qualidade, que diálogo, que ajuda?

Descentralização regional, poder local, promoção do interior abandonado, democracia, liberdade... Que descentralização, que poder, que promoção, que democracia, que liberdade?

### 3. POBREZA MATERIAL OU COLONIZAÇÃO MENTAL?

Austeridade americana é utilizar menos automóveis gastando mais de 20 litros aos 100 Km ou não acender em pleno verão a lareira de lenha num ambiente refrigerado à custa do petróleo do Médio Oriente. Austeridade lisboeta não é certamente austeridade beirã ou transmontana. Somos pobres. Pobres nos valores médios dos índices macroeconómicos em comparação com os países que nos apontam como exemplo de progresso. Que progresso? O científico e cultural ou o da tecnologia concentracionária, o do consumo inútil, da delinquência e da droga, da psiquiatria de massas, da violência institucionalizada?

Dizem alguns que é o do progresso na melhoria de qualidade de vida, mas o que verificamos é o progresso da prostituição, da criminalidade, da droga, do desemprego, da deterioração das condições de vida. O que verificamos, praticamente sem excepção, é que as medidas tomadas ou advogadas seja qual for o partido político ou a inspiração ideológica são aquelas que geraram o que se afirma ir combater e vem de bem longe. Que uns se proponham atenuar mais que outros as desigualdades que se acentuam é apenas o triste consolo da escolha entre o mau e o péssimo. Todavia, o simplesmente aceitável está fora do nosso alcance enquanto neste País (como em tantos...) nos não convenceremos que a raiz da nossa pobreza não é a falta de recursos materiais. A nossa pobreza gerou-se (e não cessará de crescer) da indigência mental em que vegetaram e vegetam os que detêm o poder real. Eles tudo farão para que os não destronem do pedestal a que a mediocridade institucionalizada os alcandorou.

Portugal, em sua multiseular tradição, de há muito que aprendeu a ser Europa. Muito mais do que Europa aprendeu a ser Mundo. Aprendeu-o pelos seus navegadores, pelos seus imigrantes, pelos seus traba-

---

lhadores expatriados por força das condições geradas por quantos se apresentaram como seus mentores e se trampolinaram a seus governantes.

Seria bom que ao comemorarmos a Pátria Portuguesa derramada

pelo mundo fossemos capazes de ultrapassar o folclore e a pedincha de economias dos que forçamos a imigrar. Seria altura de com eles quebrarmos o ciclo da pobreza... da pobreza mental, da subserviência provinciana enfatuada e podre que o fascismo nos legou e prossegue imperturbável.

## 4. O HOMEM E O PROBLEMA DA ENERGIA (\*)

### 1. INTRODUÇÃO

O Homem descobriu o fogo há mais de cem mil anos. Nos últimos 40 anos descobriu a bomba atômica, foi à Lua e, apesar disso, continua desconhecendo muitos aspectos científicos fundamentais da combustão. Tal não significa que o conhecimento empírico acumulado não seja enorme, nem que o estudo das chamas não tenha sido factor essencial na criação e avanço de sectores científicos fundamentais. Significa, porém, que o trivial é muitas vezes bem mais complexo que o espectacular, e também que o espectacular dispõe em geral de recursos bem mais elevados do que o que interessa directamente à vida e ao bem estar de todos nós.

Dizia-me há anos um amigo estrangeiro, cientista, que devotou a sua vida ao estudo das chamas, que a combustão não dava prémios Nobel, que os dinheiros públicos iam muito mais facilmente para os estudos sobre a composição dos gases na atmosfera de Marte do que para o estudo correspondente numa câmara de combustão, apesar destes terem efeito imediato na qualidade da vida diária e do avanço nos conhecimentos fundamentais serem também aplicáveis à compreensão do que se passava na atmosfera de outros planetas.

Exemplos como este podiam repetir-se às dezenas e a partir deles uma análise mais profunda das causas subjacentes: as relações do poder com a ciência, a tecnologia e o bem dos povos. Não sendo este o tema da nossa exposição, não podemos deixar de aflorar alguns aspectos que

---

(\*) Nota introdutória a um curso de extensão universitária, Dezembro de 1975.

nos ajudem a reflectir o mundo em que vivemos e a sociedade em que nos encontramos. Para essa análise, o conhecimento científico das leis do mundo físico em que vivemos constitui uma ferramenta essencial

e de valor incomparavelmente superior ao discurso filosófico e esotérico a que nos habituaram os «humanistas clássicos», mesmo quando revestem a forma de certos cientistas políticos, que hoje nos aparecem, ou de economistas e sociólogos que manejam complexas equações para escamotear os pressupostos básicos que implicitamente contêm e que a maioria de nós rejeitaria. Habitado ao permanente confronto das suas teorias com a realidade dos factos, o cientista e o técnico facilmente se inferiorizam perante as teorias globalizantes carregadas duma cultura clássica, fluente em todos os temas, arrogante na sua erudição humanística, mas incapaz de perceber as implicações profundas das mais recentes descobertas científicas, ou muito simplesmente do 1.º e 2.º princípios da termodinâmica e das limitações intrínsecas que o mundo físico impõe às suas teorias sobre o Homem, sobre a Vida e sobre a Sociedade. A clara distinção entre ciência e tecnologia, fundamental na percepção do que a tecnologia pode e não pode fazer na solução de problemas futuros, escapa a grande número de responsáveis e mesmo a muitos técnicos formados na escola tradicional da especialização estreita e acrítica.

Técnicos e cientistas têm um importante papel a desempenhar no esclarecimento destas questões fundamentais e no estimular de um diálogo com outras especialidades e profissões, para que do conjunto resulte uma opinião pública capaz de julgar por si própria e se recuse a aceitar conclusões pré-preparadas só porque o assunto foi tratado por especialistas.

2. O tema desta exposição é a energia. O conceito de energia é indissociável da ciência como hoje a conhecemos. O conceito não é fácil e certamente nessa dificuldade se encontra a longa génese que a precedeu. Depois de adquirido, não foi evolução fácil aceitar o princípio da sua conservação. Basta lembrar que tal princípio foi de novo posto em causa com a descoberta da radioactividade nos princípios deste século e que a sua final aceitação teve implicações fundamentais na criação e desenvolvimento da física moderna, nomeadamente da física atómica. Após cada contestação sólida com origem em dados experimentais, o avanço foi sempre no sentido da sua revalidação como peça fundamental e a reinterpretção dos factos no sentido da descoberta de novas formas e equivalências.



Paralelamente e a ele intimamente ligado esteve o enunciado 2.º Princípio da Termodinâmica e o Conceito de Entropia. Tanto um como outro princípio têm implicações filosóficas importantes e a simplicidade com que hoje os formulamos e com que sentimos a sua simplicidade e universalidade não deve fazer-nos esquecer as vicissitudes da sua gestação e elaboração. O pensamento filosófico tradicional dificilmente admite limitações, e o próprio senso comum só com dificuldade se eleva ao nível dos princípios que unificam experiências do quotidiano muito diversificadas.

Para Ptolomeu parecia óbvio que a Terra fosse o centro do universo e que o Sol andasse à volta da Terra. Para Aristóteles e para os filósofos que durante mil anos o seguiram e levaram Galileu ao fogo da Inquisição discorrer sobre as implicações da velocidade uniforme na queda dos graves era certamente mais nobre do que ir verificar se era isso que efectivamente sucedia. E não era. A natureza desconhecia a sua filosofia e o seu discurso e por isso os graves caíram e continuaram a cair com movimento uniformemente acelerado.

Atitudes semelhantes continuam a verificar-se todos os dias, não apenas no cidadão comum como naqueles que têm responsabilidades bem maiores, e em muitos temas que aparentemente nada têm a ver com o mundo físico.

Ora a ciência repudia por igual modo a exclusiva especulação abstracta como a exclusiva acumulação de conhecimento empírico. Este é sintetizado nos princípios e as deduções lógicas deles extraídas abrem os horizontes para outra experimentação e estas, eventualmente, para teorias mais gerais, que contêm as de partida como caso particular. Nesta evolução, o que a princípio se não revelava torna-se evidente para uns poucos, e mais tarde para muitos mais, se efectivamente válidos e devidamente explicados e sujeitos à crítica. A gestação e enunciado do primeiro e do segundo princípios da termodinâmica são exemplos ilustrativos não apenas de um modo de proceder que é fundamental na ciência, como da relutância com que são aceites pelos sistemas de ideias existentes, se as vai contradizer ou sistematizar de modo novo. Pois, apesar da sua importância, as implicações profundas decorrentes daqueles princípios ainda não entraram no nosso mundo cultural, nem muitas vezes no apetrechamento intelectual efectivo de muitos dos nossos cientistas e técnicos, que um sistema de ensino retrógado fechou para o mundo através de uma estreita e acrítica formação especializada. Para nos darmos conta disso basta ver o número de patentes que as repartições oficiais ainda registam baseadas na negação do 1.º Princípio da Termodinâmica; as que

assentam na violação do 2.º Princípio, por serem mais sofisticadas, são menos frequentes, mas por isso a sua consagração no registo de patentes é praticamente garantida. Os nossos jornais são particularmente propensos a divulgá-las e considero mesmo esclarecedor que um dos nossos grandes semanários tenha recentemente dedicado a um tal tipo de invenção um grande título e quase um quarto de página. Num semanário conhecido pelo refinamento das suas análises políticas e da multiplicidade das suas fontes de informação, tal atitude constitui de facto o espelho de uma certa sociedade e do seu tipo de ensino. É verdade que Engels também produziu uma elaborada teoria sobre a natureza que a termodinâmica afundou e que Lysenko também pensou ter ultrapassado Marx, pretendendo utilizar o Marxismo na criação de uma nova genética: os genes porém não se convenceram com a sua argumentação! Creio que as marxianos deveriam estudar estes exemplos que a todos nós também devem merecer meditação, pois contêm uma lição clara: nem os nossos discursos, nem as nossas deduções convencem a Natureza. Na nossa actividade de investigação poderemos compreendê-la melhor, mas não podemos forçá-la. E a ideia corrente e largamente expandida de que o progresso se traduz por domínio e exploração da natureza tem tanto de pueril como de perigoso, traduzindo pressupostos ideológicos de cujas consequências últimas nem capitalistas nem marxianos parecem ter-se apercebido, ou querer aperceber-se.

3. O Segundo Princípio da Termodinâmica diz-nos que num sistema isolado a entropia (e o caos) evoluem contínua e inelutavelmente para o máximo possível. A Terra é, sob o aspecto de transferência de matéria, um sistema (praticamente) fechado. A vida, sob qualquer das suas múltiplas formas, foi e é possível nela porque a Terra não é um sistema isolado pois recebe energia de um sistema a temperatura mais elevada que ela (o Sol) e transfere energia para um vasto sistema a temperatura mais baixa (o espaço exterior). Como um todo, a manutenção da sua temperatura média exige, pelo primeiro princípio da Termodinâmica, que reemita a energia que recebe mais a que do seu interior se libertou sob a forma de calor.

A forma altamente organizada que constitui o ser vivo, só é possível através da redução da sua entropia relativamente à que teria se reduzido a matéria inerte. Esta redução de entropia só se obtém através do fluxo de energia que se processa através do ser vivo na sua interacção com

o meio exterior. Só este fluxo de energia permite contrariar a tendência para o seu aumento de entropia que finalmente o reduziria a matéria inerte. Sempre que há um fluxo de energia há também uma conversão em calor e um aumento global de entropia. O ser vivo reduz a sua entropia à custa do aumento de entropia no Universo que lhe é exterior, e fá-lo usando energia. É usando energia que o Homem actua sobre a natureza, é utilizando energia que pode extrair metais dos seus minérios, construir todos os utensílios, modificar o seu ambiente.

É através da energia solar que o planeta Terra faz funcionar os seus ciclos característicos: o ciclo hidrológico, o ciclo do oxigénio, do azoto, do carbono, etc. Mas estes ciclos (como o próprio nome indica) são fechados. Em relação à matéria o planeta é fechado, não há permuta. É por isso que o fluxo de energia tem um particular significado e assume especial importância para a vida sobre o planeta.

#### 4. BALANÇO ENERGÉTICO DO PLANETA

De modo a fixar ideias quanto às energias totais em jogo examinemos rapidamente os fluxos de energia através da superfície da Terra, tal como estimadas por King Hubbert<sup>(2)</sup>.

##### Fluxo de Energia à Superfície (recebido)

Do Sol	$173.410 \times 10^9$ Kwatts
Do interior da Terra	$32 \times 10^9$ Kwatts
Dos vulcões, Geysers, etc.	$0,3 \times 10^9$ Kwatts
Das marés (energia gravitacional)	$3 \times 10^9$ Kwatts
	<hr/>
Total	$173.445,3 \times 10^9$ Kwatts

A energia recebida do Sol corresponde pois a 99,98% do total.

A energia recebida do Sol reparte-se por sua vez do seguinte modo:

<sup>(2)</sup> *Scientific American*, «Energy and Power», 1975.

### Repartição do fluxo energético recebido do Sol ( $10^9$ Kw)

1 — Directamente reflectida (pequeno comprimento de onda)	52.000	~ 30%
2 — Convertido em calor (na atmosfera, solo, oceanos)	81.000	~ 47%
3 — Evaporação, precipitação, etc.	40.000	~ 23%
4 — Ventos, ondas, correntes	370	
5 — Fotossíntese	40	
	<hr/>	
	Total	173.410 Kw

A energia correspondente a 3+4 é convertida em calor pelo próprio processo. Com excepção de uma pequena parte relativa à fotossíntese, a energia recebida mais a libertação da energia armazenada no planeta (nuclear, térmica, gravitacional) é reemitida para o espaço exterior sob a forma de pequeno comprimento de onda (infravermelho sobretudo, devido à baixa temperatura das superfícies radiantes).

A energia correspondente à fotossíntese é armazenada nas plantas e animais. A fracção acumulada sob esta forma durante os milhões de anos de existência do planeta foi parcialmente convertida nos combustíveis fósseis e parte transformada em calor durante o próprio processo de transformação e degradação. A fracção transformada em calor foi radiada para a exterior tal como as formas anteriormente referidas.

Do quadro anterior, um dos factos mais salientes é a pequeníssima parte referente à fotossíntese, o que imediatamente põe em evidência a fracção diminuta que originou os combustíveis fósseis cuja génese é extremamente lenta.

Os quadros anteriores dão valores globais. Uma discriminação mais pormenorizada da fracção do fluxo energético sob que podemos actuar no sentido da sua conversão em formas controladas, revela os seguintes valores máximos, segundo uma estimativa de Star<sup>(3)</sup>:

<sup>(3)</sup> *Scientific American*, 224, 43, 1971.

— Fluxo de energia solar no solo	28.000.10 <sup>9</sup> Kw
Máximo utilizável:	
— sob a forma de combustível renovável (fotossíntese)	13.10 <sup>9</sup>
— através do ciclo da água (energia hidráulica)	3.10 <sup>9</sup>
— através dos ventos	0.1.10 <sup>9</sup>
— em aquecimento doméstico	0.6
— Energia das marés	1.10 <sup>9</sup>
— Energia geotérmica	0.06.10 <sup>9</sup>
	<hr/>
Máximo total utilizável	~ 18.10 <sup>9</sup>

Em termos globais, e considerando estritamente os valores da energia em jogo, torna-se absolutamente evidente que a natureza acabará por impor, num futuro não distante, drásticas limitações aos sistemas ideológicos cujo fundo subjacente é a dominação da natureza... e dos homens.

## 5. LIMITAÇÕES BIOLÓGICAS

Se o fluxo energético é fundamental à existência da vida, não é menos fundamental a estreita faixa de temperaturas que a natureza impõe ao ser vivo, para poder sobreviver. A física impõe aqui novamente as suas limitações. A fotossíntese, por exemplo, que cresce inicialmente com um aumento de temperatura, diminui ultrapassado um certo valor (na ordem dos 40°C) e desaparece completamente com alguns graus mais acima, e a planta morre. Por outro lado, o animal, cuja temperatura está fixada em estreitos limites, só pode sobreviver com variações não muito grandes das condições ambientais. Tanto em relação aos animais de sangue frio como de sangue quente é possível hoje, usando simplesmente os métodos de cálculo estabelecidos pela ciência da transferência de calor e massa, prever as condições ambientais extremas em que pode sobreviver e explicar grande parte do seu comportamento quanto a hábitos de vida, migração, etc..

Este conjunto de conhecimentos permite determinar, com pequena margem de erro, os efeitos previsíveis quando se altera o microclima, e antecipar os efeitos duma intervenção excessiva nos fluxos energéticos do planeta. Efectivamente, já anteriormente se mostraram os fluxos de

energia em jogo e se mostrou a energia a ser radiada pelo planeta para que se não altere significativamente a sua temperatura média. Como a energia solar é recebida na zona dos pequenos comprimentos de onda

e reemitida na zona dos grandes comprimentos de onda, funcionando sempre a atmosfera como um filtro, uma alteração mesmo pequena na sua composição (sobretudo  $\text{CO}_2$ ,  $\text{OH}_2$  e poeiras em suspensão) é susceptível de drasticamente alterar a capacidade de equilíbrio térmico do planeta, muito antes mesmo de surgir a limitação da carga térmica adicional imposta pela utilização dos combustíveis fósseis ou nucleares. Por outro lado, muito antes de se atingirem os valores globais médios com significado ao nível do equilíbrio geral surgem -- e já são hoje amplamente visíveis -- os efeitos locais determinados pela ultrapassagem da capacidade de que dispõe o ambiente para distribuir pelo planeta inteiro as agressões localizadas que já sofre.

## 6. O HOMEM E A SUA UTILIZAÇÃO DA ENERGIA

Para sobreviver, o Homem precisa de um fluxo médio diário mínimo de  $\sim 0,1$  watts (2.000 Kcal/dia). É este fluxo que lhe permite manter-se nos limites que a natureza fixou para a sua entropia máxima. Grande parte desta energia, que ingere sob a forma de alimentos, transforma-se em calor no seu corpo e vai-lhe permitir manter a sua temperatura de equilíbrio. Colocado em ambiente adverso, o organismo sobrevive durante um período transitório utilizando reservas acumuladas, e mesmo assim dentro dos limites impostos pela sua capacidade de regulação quanto a trocas de calor com o exterior. Aquele fluxo mínimo de energia é fundamentalmente imposto pelo seu equilíbrio térmico. O fluxo necessário aumenta quando se locomove, exerce esforço físico, etc.. Sob este aspecto, o seu organismo comporta-se como conversor da energia contida nos alimentos em trabalho mecânico. E o seu rendimento é francamente superior ao de muitos motores tradicionais!

Assegurar o fluxo mínimo de energia através dos alimentos para conseguir sobreviver, corresponde naturalmente à primeira etapa do seu desenvolvimento. Na procura do seu equilíbrio térmico com o ambiente, o Homem (tal como os outros animais) procurou abrigos que facilitassem ao seu sistema de regulação suportar as variações ambientais. Posteriormente, com a descoberta do fogo (há  $\sim 100.000$  anos), aumentou substancialmente não só a sua capacidade de sobrevivência biológica mas também

pela primeira vez encontrou a capacidade de manejar fluxos energéticos susceptíveis de lhe permitir a fabricação dos primeiros utensílios metálicos.

Com a domesticação de animais, o Homem descobriu a possibilidade de converter alimentos em energia mecânica e, através da agricultura, de aumentar de forma sistemática a conversão de energia solar em mecânica, libertando-se, de forma sempre crescente, de uma actividade centrada na busca da energia necessária à sua sobrevivência biológica.

A evolução do Homem e das suas organizações tem sido encarada sob múltiplos aspectos e não iremos aqui repetir nem conceitos biológicos, nem históricos, nem económicos. A sua faceta energética parece-me complementar e reveladora, por ser susceptível de quantificação e sobretudo de salientar a sua estreita interligação com a natureza em múltiplos aspectos.

Para podermos novamente raciocinar em termos quantitativos conviria estabelecer primeiramente ordens de grandeza que ajudem às comparações.

Em termos de potência máxima capaz de ser dispendida temos:

1 — Homem	0.09 Kw
2 — Boi	0.4 Kw
3 — Cavalo	0.9 Kw
4 — Máquina a vapor primitivo (~ 1.700)	1 Kw
5 — Azenhas de água (~ 1.700)	90 Kw

Em termos de comparação da potência animal notamos que se trata de potências máximas, durante períodos mais ou menos curtos. Nesta perspectiva se compreende porque razão o cavalo e o boi tiveram (e têm) utilização bastante distinta.

Se a potência máxima mecânica unitária disponível em 1700 era de 90 Kw, em 1975 é superior a 1.000.000 Kw em regime contínuo (turbina de vapor) e em curto período (foguetão saturno, p. ex.) muitas vezes superior.

Os valores anteriores permitem-nos situar a evolução do Homem em termos de energia utilizada per capita ao longo da sua evolução. Os valores estimados são os seguintes:

Valor médio diário de energia utilizada (1.000 Kcal)

	<i>Alimentos</i>	<i>Alimentos para animais</i>	<i>Agricoltura e Industria</i>	<i>Transporte</i>	<i>Total</i>
Homem primitivo (há 1.000.000 anos)	2				2
Homem caçador (há 100.000 anos) na Europa	3	2			5
Agricultor primitivo (5.000 A.C.)	4	4	4		12
Agricultor (1.400 D.C. — Norte Europa)	6	12	7	1	26
Industrial (Inglaterra 1875)	7	32	24	14	77
Tecnológico (E.U.A. — 1970)	10	66	91	63	230

Valores estimados por Earl Cook.

O quadro anterior caracteriza quantitativamente um certo tipo de evolução. É comum utilizar semelhantes dados para definir um índice de progresso, atitude que escamoteia, sobretudo no que se refere aos últimos 100 anos, os princípios ideológicos básicos que lhe estão subjacentes.



## 5. RECURSOS NATURAIS, ECONOMIA E SOCIEDADE (\*)

### I PARTE

#### 1. ALGUNS DADOS

O 25 de Abril de 1974 surgiu na altura da maior crise económica que se verificou no Ocidente após o quase colapso dos anos 30. Nos anos 30 surgiu em Portugal o fascismo. Na América o «New Deal» de inspiração keynesiana.

Em 1976, a crise económica geral continua, apesar das constantes e optimistas declarações em contrário. Paul Samuelson, comentando recentemente (*Newsweek*, 18.10.76) a revisão para menos do crescimento do P.N.B. nos E.U.A. previsto para 1976, apelidava-a de excessivo nervosismo económico. A verdade é que em Setembro os preços subiram mais do que em qualquer mês anterior e o desemprego aumentou. Em Inglaterra, a libra caiu como nunca, e um colunista da conspícua *Newsweek* interrogava-se sobre se a presente situação inglesa significava decadência ou maturidade (*Newsweek*, 1.11.76). Será bom, pois, não nos iludirmos e encarar na perspectiva adequada o receituário proposto pelas iminências económicas que em Outubro de 1976 vieram a Lisboa dizer-nos como salvar a nossa economia. Ao ouvi-los, julgaríamos estar em 1960, e que o 25 de Abril fora em 1958. Como estamos em 1976 e como as suas

---

(\*) Texto de um seminário na Faculdade de Economia da Universidade do Porto efectuado em 5/11/1976. *Técnica*, separata do n.º 437, pp. 143-57.

concepções e metodologias assentam nas economias dos seus hiper-industrializados países, seria altura de perguntar porque não funcionam nos seus países tais receitas e por que razão haveríamos nós mais uma vez de ser cobaias. Será que, por se ter nos anos 30 desembocado no fascismo, vamos em 1976 optar pelo «New Deal»?

No final de Outubro assisti à interessante conferência de um alto responsável do Planeamento na Electricidade de Portugal; imperturbável e seguro, admitiu que o nosso crescimento dos consumos de electricidade se poderia considerar como seguindo taxas análogas às verificadas nos países actualmente «desenvolvidos», quando eles tinham as capitações de consumos que em 1975 se verificaram entre nós!

Em múltiplas declarações oficiais tem-se afirmado que a base fundamental da nossa recuperação se encontra na indústria mecânica pesada e na química, as quais, incentivadas, serão o motor da nossa marcha acelerada para o «desenvolvimento» económico. São indústrias capital-intensivo. Entre elas Sines. Sines, que pelo menos um dos especialistas estrangeiros que esteve na Gulbenkian condenou.

Entretanto, no seu último Boletim, correspondente ao primeiro trimestre de 1976, a Direcção-Geral dos Combustíveis informa-nos que durante esse trimestre as nossas refinarias apenas estiveram aproveitadas em 65% da sua capacidade. Apesar disso, importamos fuel-óleo, gasóleo, etc.. A frota petroleira nacional, embora possua capacidade excedentária relativamente às necessidades do mercado interno, apenas assegurou 71% do total. Em 1975 assegurava integralmente o referido transporte.

A listagem de factos e acontecimentos significativos poder-se-ia estender por longas páginas. As mesmas perguntas não cessariam de reforçar-se:

- será que nada se alterou na economia ocidental de 1960 para cá? Será que as sucessivas crises dos últimos anos (energia, recursos, ambiente, inflação, estagnaflação, etc.), são meros e insignificantes acidentes de percurso a colocar entre parêntesis e ignorar?
- será que a economia mundial, com particular relevo para a dos «amigos» do Ocidente conosco, nos vão criar condições tais que tudo irá passar-se como se estivéssemos em 1960? E se o fizesse, quando deixaria de o fazer? Isto é, quando é que nos fariam acordar para a realidade concreta do mundo que nos cerca?

No seu esquematismo, tais perguntas parecerão absurdas, ou mesmo ridículas. Não é verdade que todos os políticos nacionais preconizam o realismo na apreciação dos problemas e o pragmatismo na sua solução?

Examinemos, porém, as análises de situação que vêm produzindo e as medidas concretas que vêm propondo ou aplicando. Que concluímos? Pessoalmente, não creio que as boas intenções cheguem. Também não bastam as declarações solenes de que estamos num mundo em crise se continuarmos a planear e conceber usando metodologias e instrumentos que ignoram no seu âmago a crise de que tanto falam. Tal crise, não é algo de conjuntural e passageiro; os factos aí estão a demonstrá-lo. O pragmatismo e o realismo estão na compreensão das causas profundas duma crise, e na antevisão da sua trajectória. O pragmatismo está na aplicação concreta de medidas de fundo e não na proliferação de medidas conjunturais contraditórias, que inelutavelmente se repercutirão na trajectória futura. De facto, a melhor prática sempre foi a que se alicerça na teoria mais sólida.

## 2. ECONOMIA E PLANEAMENTO

De acordo com E. F. Schumacher, depreende-se de alguns escritos de Keynes que ele não aspirava para os economistas mais do que uma profissão respeitável, semelhante à dos dentistas. Ele próprio tinha a clara consciência dos limites estreitos de validade em que se movia a ciência nascente da economia. Na sua lucidez, sabia que nunca a economia poderia aspirar ao rigor explicativo e preditivo da física, no domínio da sua aplicação. Esta verdade elementar foi esquecida. Os economistas subiram aos mais altos escalões da política e, na sua preocupação de quantificar, rejeitaram tudo que se não exprimisse em números. E mesmo quando a previsão económica se exprime em números, não deixa de ser impressionante o modo como sobre os mais frágeis pressupostos se elaboram os mais refinados e sofisticados modelos matemáticos. Como se o rigor matemático ou a espantosa capacidade manipulativa de equações oferecidas pelo computador, pudesse conferir solidez à fragilidade das hipóteses base, com as quais a Matemática não tem nada que ver. Sobre dados ou hipóteses absurdos, a Matemática só pode produzir resultados absurdos, embora matematicamente correctos.

Um pequeno exemplo: a comunidade europeia do carvão e do aço iniciou em 1960/61 um elaboradíssimo estudo destinado a fornecer resposta a virtualmente qualquer pergunta relativa a combustíveis e energia em países do Mercado Comum no período de 1961-1975. No relatório afirma-se que em 1970 o preço CIF do carvão americano nos portos do

mar do Norte seria «cerca de \$14,50 por tonelada»; o relatório especificava que «cerca de 14,50» significava entre \$13,75 e \$15,25, isto é, uma margem de incerteza de \$1,5 (mais ou menos 5%). A verdade foi algo diferente. Em 1970 os preços CIF reais foram \$24 e \$25 para aquele carvão. Baseados nesses e noutros factos concluíam que, em 1970, uma produção de 125 milhões de toneladas nos países da comunidade seria competitiva. A realidade foi uma produção de quase o dobro! Os dados anteriores são de E. F. Schumacher, que foi consultor económico da C.E.C.A. e criticou tal metodologia em artigo publicado no **Economic Journal** em 1964. Ele próprio afirma ainda:

«Está na moda admitir que ter alguns números acerca do futuro é melhor que não ter nada. Para obter números acerca do desconhecido, o método corrente é produzir um palpite acerca de uma coisa ou outra — chamando-lhe uma hipótese — e deduzir uma estimativa por um cálculo subtil. O resultado é então apresentado como o resultado de um raciocínio científico, como algo de muito superior a simples trabalho intuitivo (não o sendo!). Esta prática perniciosa pode conduzir aos mais colossais erros de planeamento...».

Ao fazer a citação e os comentários que a antecederam, não pretendo, de modo algum, condenar ou subvalorizar a importância e o valor dos métodos quantitativos e as enormes vantagens que um modelo matemático adequado intrinsecamente possui. O que me parece fundamental, sobretudo no nosso país, é não permitir que se apresente como resultado indiscutível e de valor científico algo que não é mais que a manipulação sofisticada de hipóteses arbitrárias. É nesse caso mais barato e mais honesto apresentar os palpites... pois o valor será idêntico ao dos resultados saídos do computador.

**Esperemos que, por exemplo, no prometido livro branco sobre a opção nuclear as hipóteses e os modelos venham claramente explicitados para se acabar de vez com certas mitologias.**

### 3. PRINCÍPIOS INCONTROVERSOS

Em física, os princípios possuem hierarquias no sentido em que alguns englobam todos os outros, ou abarcam domínios mais amplos. A base para o estabelecimento dos princípios é a da exaustiva verificação

factual, demonstrável, permite um rigor não alcançado noutros ramos do conhecimento, nomeadamente a Medicina, a Biologia e a Economia. E se espectaculares avanços da Medicina e da Biologia resultaram da aplicação nesse domínio dos conhecimentos adquiridos nas ciências físicas, não vemos por que razão deve prescindir-se do seu uso nos outros domínios em que é aplicável.

A Economia tem tratado as ciências físicas de modo peculiar. As ciências físicas, e o seu braço aplicado — a Tecnologia — são um instrumento privilegiado de produção. Por outro lado, o espectacular sucesso tecnológico a que assistimos como que radicou a ideia de que, fornecidos os meios financeiros adequados, tudo pode ser obtido. Trata-se de perigosa miopia, de que se encontram flagrantes exemplos em governantes, políticos, gestores e... economistas célebres. Exemplo significativo que encontrei foi um Nobel da Economia, Paul Samuelson, ao abordar, na sua célebre «Introdução à Análise Económica», os problemas do ambiente, da poluição e da qualidade de vida. Analisar o como e o porquê de tal atitude, que também se encontra em Marx e Engels, levar-nos-ia a algumas verificações interessantes. Acrescentemos que o vício do raciocínio se iniciou com a ideia de que os recursos físicos da Terra são inesgotáveis e se prolongou na atitude de que o Homem nunca destruiria a base mesmo da sua existência física fosse qual fosse a sua intervenção sobre a Natureza. Por outro lado, consoante a perspectiva histórica ou ideológica, existe o pressuposto implícito de que o Homem é capaz de resolver todos os problemas que lhe surjam, sem limitações de qualquer espécie. Os protagonistas dessa atitude desconhecem que tal proposição se contradiz a si própria e à evidência factual em que se baseia. Efectivamente, não pode argumentar-se com o exemplo das realizações científicas e tecnológicas que o Homem realizou para inferir que nesse domínio tudo lhe é possível, e simultaneamente esperar que os princípios científicos fundamentais em que tais realizações se basearam sejam transformados na sua negação. Admiti-lo é entrar no domínio do sobrenatural utópico. Continuar a ignorar o absurdo, só poderá conduzir à catástrofe.

Sem entrar em extensas considerações epistemológicas, direi que entre os princípios fundamentais se encontram o primeiro e o segundo princípios da Termodinâmica. O primeiro afirma a conservação da energia e matéria. O segundo, mais subtil e de implicações mais complexas, rejeita o moto-contínuo a nível macroscópico no Planeta; afirma que na transformação de energia de uma forma a outra há sempre uma fracção convertida em calor; determina a impossibilidade de certas reacções

químicas, etc.. Como a mais vulgarizada consequência do segundo princípio é a impossibilidade da conversão total do calor noutras formas de energia, e a fixação de um limite máximo a essa conversão em função

das temperaturas extremas, para uns quantos o segundo princípio esvazia-se nos motores térmicos, na descoberta da máquina a vapor e nas implicações que teve na revolução industrial. As implicações são, porém, muito mais vastas. Entre elas a de que não é possível efectuar no Planeta transformação alguma que não envolva um fluxo de energia e o concomitante aparecimento de calor (se não é de puros fluxos caloríficos que se trata). A de que não é possível a existência de seres vivos sem que um fluxo constante de energia se processe através deles. Finalmente, que a vida sobre a Terra só é possível porque o Planeta recebe continuamente um fluxo de energia proveniente do Sol, energia essa que reenvia em valor sensivelmente igual para o espaço exterior.

O conceito de conservação decorre imediatamente do conceito de **balanço**. Este conceito é-nos familiar sob múltiplas formas. A variação da quantidade de dinheiro que tenho na carteira ao fim do dia é igual ao dinheiro que recebi durante o dia, menos o dinheiro que gastei durante o dia. Para fazer um balanço, escolho uma unidade de tempo (o dia por exemplo) e defino uma fronteira fechada (a minha carteira). Conto as quantidades que saem pela fronteira, e as que entram durante esse período de tempo. A diferença entre as duas é um saldo. Se a quantidade de que estou a fazer o balanço não se cria nem se destrói dentro da fronteira, digo que essa quantidade se conserva. Para o cidadão comum, a massa monetária é uma quantidade conservada. Para o Banco de Portugal não é!

O mesmo conceito aplica-se à energia e à matéria. Se contabilizar toda a matéria que entrou no meu corpo durante um mês (os alimentos que ingeri, o ar que inspirei, etc.), e toda a que saiu (o suor, a urina, os dejectos, o «ar» expirado, etc.), o saldo destes fluxos ao fim de um mês dará a minha variação de «peso» nesse período.

Estabelecidos os conceitos e garantida por toda a ciência conhecida a validade dos princípios, podemos através deles estender a análise a entes mais vastos. É o que faremos a seguir.

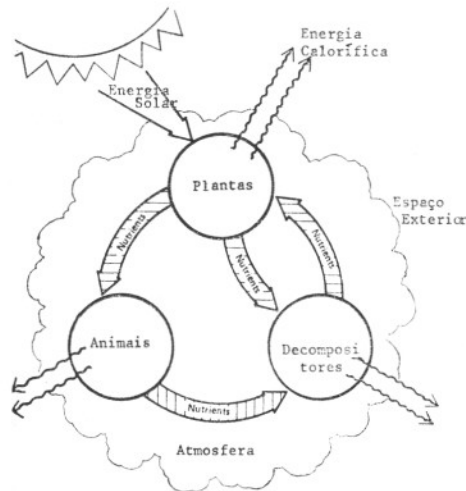
## II PARTE

### 1. BALANÇO ENERGÉTICO DO PLANETA TERRA

O Planeta Terra é um sistema termodinâmico fechado (não permuta praticamente matéria com o Universo exterior). Não é, todavia, um sistema isolado, pois recebe continuamente do Sol um fluxo de energia, que reenvia em quantidades muito próximas para o espaço exterior.

Pelo primeiro Princípio da Termodinâmica, toda a energia se conserva. A energia transforma-se, muda de forma, mas não se cria nem destrói. Para todos os efeitos práticos a matéria também se conserva<sup>(1)</sup>.

Esquemáticamente:



Em termos mais rigorosos, o balanço energético do Planeta, como um todo, exprime-se pelos seguintes valores, estimados por King Hubert (Scientific American -- Energy and Power -- 1971)

#### Fluxo de Energia à Superfície (recebido)

Do Sol	$173.410 \times 10^9$ Kwatts
Do interior da Terra	$32 \times 10^9$ Kwatts
Das marés (energia gravitacional)	$3 \times 10^9$ Kwatts
Total	$173.435 \times 10^9$ Kwatts

<sup>(1)</sup> Em termos rigorosos conserva-se a soma energia+matéria.

A energia recebida do Sol corresponde pois a  $\sim 99,98\%$  do total.

A energia recebida do Sol reparte-se por sua vez do seguinte modo:

#### Repartição do fluxo energético recebido do Sol ( $10^9$ Kw)

1 — Directamente reflectida (pequeno comprimento de onda)	52.000	30%
2 — Convertido em calor (na atmosfera, solo, oceanos)	81.000	47%
3 — Evaporação, precipitação, etc.	40.000	23%
4 — Ventos, ondas, correntes	370	
5 — Fotossíntese	40	
Total		173.410 Kw

Com excepção da energia directamente reflectida e de uma pequena parte armazenada nas plantas através da fotossíntese, toda a energia recebida é finalmente reenviada para o espaço exterior sob a forma de radiação de pequeno comprimento de onda.

## 2. O SER VIVO

Pelo segundo Princípio da Termodinâmica, **um sistema isolado** tende inelutavelmente para a desorganização máxima, para o caos, para a entropia máxima possível. Num sistema global, repartido em subsistemas, é possível aumentar a organização num subsistema, isto é, reduzir a sua entropia, à custa do seu aumento noutros subsistemas. Tal é possível através de fluxos de energia. Um ser vivo é uma estrutura organizada que podemos considerar como um subsistema.

Tal organização no ser vivo só é possível através de um fluxo contínuo de energia e de matéria. As reacções químicas que caracterizam a sua existência são apenas possíveis entre limites bem determinados de temperatura. Todavia, acentuamos, só é possível fluxo de matéria no ser vivo porque existe disponível um fluxo de energia. Como um todo, a matéria conserva-se no Planeta, verificando-se na ecosfera uma reciclagem contínua. O motor desta reciclagem é fundamentalmente a Energia Solar.



### 3. ECOSISTEMAS NATURAIS E CADEIAS ENERGÉTICO-ALIMENTARES

Nos ecossistemas naturais, as trocas de matéria com outros sistemas são pequenas. A reciclagem das matérias que o constituem tem como motor a energia solar recebida. O ecossistema atinge o seu equilíbrio<sup>(2)</sup> quando a energia que fixa, através da fotossíntese, iguala a energia que perde através da respiração.

Num ecossistema toda a energia utilizada provém da fotossíntese que se realiza nas plantas com clorofila. As outras plantas e todos os animais na base da pirâmide alimentar, recebem a sua energia através de alimentos vegetais que ingerem. Os carnívoros vão buscar a sua energia aos herbívoros, que por sua vez a receberam das plantas. Neste processo, todavia, a energia útil transmitida é cada vez menor. Embora a energia total se conserve, a energia retida pelo animal é só uma pequena fracção.

Como ordem de grandeza, consideremos uma vaca:



Num carnívoro, a energia aproveitada da carne que comeu é por sua vez uma fracção pequena da energia nela contida. Por isso, ao progredirmos na cadeia alimentar, a fracção utilizada da energia solar fixada pelas plantas é cada vez menor.

<sup>(2)</sup> Equilíbrio num sentido dinâmico, não no de estático, parado.

O Homem é omnívoro. Pode obter o seu conteúdo energético através de alimentos vegetais, ou através da carne de outros animais. Em termos energéticos, a primeira via representa uma utilização muitíssimo mais eficaz da energia solar que é, em última análise, a fonte de energia que lhe permite viver.

Para que as afirmações qualitativas anteriores permitam uma melhor apreciação, vejamos alguns valores indicativos quanto a rendimentos de conversão de energia solar em energia química armazenada nas plantas<sup>(3)</sup>:

<i>Cultura</i>	<i>Matéria sintetizada por hectare/ano</i>	<i>Percentagem da energia solar recebida que foi fixada pela planta</i>
Clima Tropical:		
— Junco	88	1,6 %
— Cana de açúcar	66	1,2 %
Clima Temperado:		
— Cereais anuais	22	0,4 %
— Pastagens	22	0,4 %
— Floresta em declínio	15	0,3 %
— Savana	11	0,2 %
Deserto	1	0,02%

(Segundo *Report on Solar Energy Research in Australia*, 1973, da «Australian Academy»)

Os valores anteriores são indicativos, pois dependem do tipo de culturas, região, etc.. Todavia, valores de 5% na conversão da energia solar incidente parece ser o máximo até agora alcançado e em condições laboratoriais.

Consideremos agora valores indicativos do rendimento na conversão energética dos alimentos em carne, efectuada por alguns animais.

<sup>(3)</sup> Estes valores (tais como os das figuras, quadros ou tabelas que figuram neste artigo) são valores aproximados. Não houve a preocupação de eliminar eventuais discrepâncias para que não se infira um rigor que não possuem em absoluto. Os números apontados correspondem, todavia, a condições bem determinadas, que podem encontrar-se nas referências citadas. Não cabe, num trabalho desta natureza, discutir em pormenor as diferenças que necessariamente existem. Por isso os números são considerados indicativos.

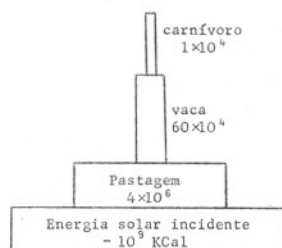
Na segunda coluna apresenta-se o rendimento da conversão proteica.

<i>Animal</i>	<i>Rendimento energético na conversão</i>	<i>Rendimento da conversão proteica</i>
Cadela em gestação	25%	
Vaca	14-19%	9-11%
Leite de vaca:		
— (média de 3 lactações)	30%	17%
— (média durante a vida)	14%	18%
Borrego	10%	6%
Porco	30-40%	14-16%
Frango	12-16%	12-14%
Truta (tanque)	17%	
Lúcio jovem	40%	

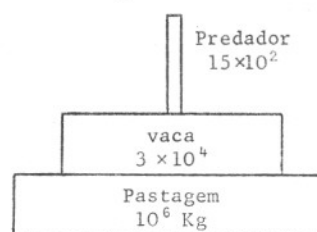
(Segundo W. B. Yapp — *Production, Pollution, Protection*, 1972)

Apesar do valor necessariamente aproximado dos valores apresentados, torna-se imediatamente claro o desperdício da energia recebida pelo Sol à medida que se sobe na cadeia alimentar. De igual modo se degrada a conversão da matéria<sup>(4)</sup> quando se sobe na cadeia, assim como se reduz o número de indivíduos em cada nível.

Esquemáticamente, temos as pirâmides da energia e da matéria:



Pirâmide de Energia



Pirâmide de Matéria

(<sup>4</sup>) Desperdiça no sentido em que de uma certa quantidade de alimentos no início da cadeia alimentar, a matéria retida pelo animal diminui à medida que se sobe na cadeia ou nos níveis tróficos. Isto sucede porque a forma pela qual a matéria é absorvida pelos animais varia com o nível trófico. Há assim uma transformação dos alimentos de uma forma a outra. A erva comida por uma vaca é por esta convertida em carne. Um carnívoro pode assimilar carne mas não erva, etc.

Obviamente, a quantidade total de matéria (abstraindo da forma em que se apresenta) mantém-se constante no Planeta.

e podíamos ainda considerar uma pirâmide de números em que o número de seres em cada nível sofre diminuições consecutivas.

Apesar dos valores muito baixos da conversão da energia solar pela fotossíntese, conversão essa que é a base da vida, os seguintes valores, estimados por Boardman e Lakum (**Energy Exchange in the Living World** — 1974) merecem ser referidos:

Tomando como valor de referência a energia utilizada pela Humanidade em 1970, a energia solar anualmente fixada pelas plantas é 10 vezes superior e as reservas fósseis conhecidas são 1000 vezes maiores. Estes números devem ser encarados com as reservas inerentes à incerteza das estimativas. Apesar disso, as ordens de grandeza contêm uma perspectiva que não pode ser esquecida, pois as reservas fósseis esgotam-se a ritmo sempre crescente, e a energia solar não.

#### 4. O HOMEM E A FABRICAÇÃO DE ECOSISTEMAS

A partir do momento em que o Homem aprendeu a manipular fluxos energéticos, adquiriu a possibilidade de actuar directamente no ecossistema e alterá-lo.

Inicialmente caçador errante, alimentando-se de carne e frutas selvagens, com a descoberta da agricultura o Homem passou a ser capaz de fixar energia solar através das plantas que cultivava. Domesticando animais de tiro, pode converter a energia química armazenada nas plantas em energia mecânica. Tal progresso originou o seu agrupamento em comunidades fixas e, com o aparecimento do comércio, o Homem alterou a reciclagem de materiais no ecossistema local onde se encontrava, na medida em que desse ecossistema passou a extrair matéria que exportava para outros ecossistemas. O seu impacto foi inicialmente pequeno porque a população era diminuta e os ecossistemas não se ressentiram apreciavelmente. Por outro lado, além da energia que obtinha dos animais e o obrigavam a cultivar áreas crescentes, o Homem dispunha já da energia calorífica da queima da lenha. Não sabia era transformar esta energia em trabalho mecânico. Ela permite-lhe, todavia, a fabricação de utensílios metálicos. Descobre posteriormente como utilizar a energia hidráulica, dos ventos, etc., e aparecem as manufacturas. Paralelamente, aumenta a produção de alimentos e a população cresce. Descobre, depois, como transformar a energia calorífica em mecânica: apareceu a máquina a vapor. Inicia-se a revolução industrial. Com a revolução industrial as quantidades

de energia que pode manipular crescem consideravelmente, **pois passou a saber usar os combustíveis fósseis, os quais resultaram da energia solar acumulada ao longo de milhões de anos através da fotossíntese.**

Com a mecanização da agricultura, o número de animais de trabalho decresce, aumentando a produção primária para a alimentação humana. Os ecossistemas locais, porém, foram sendo perturbados em escala sempre crescente. A reciclagem local foi abalada em grau acelerado porque fração crescente dos materiais que formavam o ciclo local foram transportados para outros sítios. Era pois necessário trazer de outros locais os produtos minerais necessários para manter ou aumentar a produtividade do solo agrícola utilizado. Surgem assim os fertilizantes. Surge também a monocultura, surge o ecossistema fabricado de acordo com ideias preconcebidas. O equilíbrio local foi destruído. Com o crescimento económico, a industrialização e o crescente desprezo pelas leis da Natureza, o processo de desequilíbrio foi-se agravando e os efeitos secundários surgem de modo cada vez mais alarmante. O Homem descobre que o Planeta é finito e que a sua intervenção sobre a Natureza tem limites.

Preocupado com o cancro, talvez o Homem aprenda a lição das células cancerosas. As células cancerosas parece terem como única finalidade crescer. Crescem à custa das restantes. Crescem ignorando limites,

até que o organismo de que vivem morre devido a esse crescimento. As células cancerosas morrem com ele.

## 5. FLUXOS DE ENERGIA E MATÉRIA MANIPULADOS PELO HOMEM À ESCALA DO PLANETA

A dimensão dos (sub)ecossistemas naturais era relativamente diminuta à escala do Planeta, no sentido em que a interdependência dos múltiplos sub-ecossistemas parciais que formam a ecosfera era pequena. Deste modo, a destruição de um não arrastava a destruição de todos. Uma forte interdependência é hoje a regra. A agricultura dos países industrializados assenta nos combustíveis fósseis, não só quanto à energia como aos fertilizantes, aos pesticidas, à indústria. A utilização maciça de pesticidas provoca efeitos colaterais destrutivos cada vez mais extensos.

A utilização crescente de combustíveis fósseis representa um fluxo crescente de energia dos países produtores para os utilizadores. Com essa energia vão também as matérias primas para os fertilizantes e para a

indústria. Significativamente, é nos países maiores consumidores de combustíveis fósseis que as produções agrícolas por hectare são maiores, e são alguns destes, como os E.U.A., que posteriormente exportam produtos

alimentares para os subdesenvolvidos. Em termos puramente físicos tal situação é aberrante, como aberrantes são, aliás, todos os imperialismos. Naturalmente, os fluxos de matéria e energia são desiguais: em termos de energia ou de matérias-primas em bruto, as quantidades recebidas são muito maiores que as exportadas, quando medidas em unidades físicas de Kwh ou de Kg. Em termos financeiros é obviamente o inverso. Impli-cando sempre a utilização de energia uma degradação na qualidade<sup>(5)</sup>, e a transformação de matérias em produtos, uma produção de resíduos, a «crise do ambiente» e a «poluição» surgem naturalmente nos impor-tadores. Mas o lucro compensa tudo e vai descobrindo o modo de retirar aos explorados os benefícios e de lhes deixar a poluição. Citem-se, por exemplo, as celuloses...

Aparentemente, a crise do ambiente (de que a poluição é o aspecto mais visível) e a crise da energia são fenómenos distintos. Encaradas, como muitas outras, na óptica das leis fundamentais da física e em particular da termodinâmica, e não esquecendo as teorias económicas e seus mitos, as crises sucessivas e as que vão seguir-lhe ganham uma perspectiva clara e unificadora. Depois de tão violada, a Natureza impõe as suas leis. E as sociedades humanas irão moldar-se a elas.

O que se verifica no presente é que o crescimento exponencial do consumo e da produção, acelerando os efeitos, permite assistir a alterações no período de uma geração que anteriormente só se processavam ao longo de séculos. É também esta alteração que obriga, por razões de sobrevi-vência, a olhar muito mais longe no futuro e a não permitir as mínimas falhas de opção no presente. Encontramo-nos um pouco naquela situação de guiar de noite um automóvel a 120 km/h, com os faróis de um carro de 1900. Enquanto não usarmos faróis que iluminem à distância, se não queremos abrandar a velocidade, também não podemos ter as mínimas falhas de reflexos. Mas se a velocidade ultrapassa a capacidade dos reflexos e não abrandamos... o desastre se não surge na primeira curva, verifica-se inelutavelmente na segunda!

---

<sup>(5)</sup> Devido a transformação de uma parte, pelo menos, em calor.

## 6. CRISE DE AMBIENTE E CRISE DE ENERGIA

O absurdo de uma civilização assente na produção pela produção, no consumo pelo consumo, teria necessariamente de rebentar à luz do dia com a própria rotura acelerada que engendrou nos sub-ecossistemas. Tal aceleração e tais roturas foram possíveis pela utilização crescente e cada vez maior de energia. O mito de que se podia refazer o ambiente aumentando a produção para obter os recursos necessários para despoluir, não resiste à aplicação serena do segundo Princípio da Termodinâmica. O mito só podia gerar um aumento no consumo de energia. Os fatalistas económico-tecnocratas, com os seus modelos econométricos e seus ajustamentos de curvas a dados de que ignoravam as causas profundas, não puderam descortinar que as suas projecções quanto à produção de energia e ao consumo apenas aceleravam um processo de colapso, numa espiral de instabilidade. O motor desse mito conveniente e imperialista foi o petróleo barato. Tão barato que os E.U.A. se podiam permitir transformar o seu território numa gigantesca fábrica de síntese de produtos agrícolas que reexportavam. A U.R.S.S. seguiu via análoga na produção de alimentos; apenas não alcançou o mesmo grau de perfeição tecnológica. A filosofia na produção de alimentos nos países de Leste, tal como nos países desenvolvidos da Europa Ocidental, é idêntica: utilização maciça de energia fóssil na produção de alimentos.

Curiosamente, mesmo antes da «crise da energia», tal aumento espectacular da produção de alimentos nos E.U.A. não melhorou a dieta alimentar nem sequer diminuiu a percentagem do orçamento que o americano médio gastava e gasta na alimentação. Na dieta alimentar do americano médio, entre 1946 e 1968, apenas o consumo de carne aumentou em 18%. Mas as proteínas baixaram em 5%, as calorias em 4%, a manteiga em 44%, os ovos em 15%, etc. (segundo um estudo da American Association for the Advancement of Science).

Entretanto, a fome aumentou na Índia, no Brasil, no Paquistão, na África. Na China, em que as concepções adoptadas foram acentuadamente diferentes, passou-se da fome à auto-suficiência.

Estes factos apontam para a inelutável conclusão de que, mesmo sem «crise de energia», o absurdo acabaria por realizar-se. Aliás, a «crise de energia» foi e é um oportuno bode expiatório para muitos erros acumulados. Tal como há uma vintena de anos atrás o foi o encerramento do Canal do Suez. Se não tivéssemos a crise de energia teríamos uma outra qualquer. A de energia, sem maquilhagem, existiu desde sempre na cegueira de certo tipo de filosofia social de organização económica.

## 7. A CRISE DO PETRÓLEO

Segundo a opinião do Prof. Thurow do M.I.T., na sua óptica americana, a crise de energia foi consequência duma baixa anormal do custo do petróleo bruto ocorrida no período 1950-1970. Tal baixa, na filosofia da pilhagem máxima dos recursos ao serviço da maximização do lucro, provocou uma distorção inconveniente das economias capitalistas que procuraram tirar partido máximo de tal baixa anormal dos preços.

Os países da O.P.E.C. procuraram, naturalmente, obter um valor actualizado para o seu petróleo. Como muito bem observava o Sheik Yamani em entrevista à *Newsweek*, para quê trocar petróleo bruto, que não perdía o seu valor, por dólares que a inflação corroía?

Em toda a chamada crise do petróleo, é conveniente salientar a inflação nos países importadores de petróleo e exportadores de equipamento. Os países da O.P.E.C., naturalmente, compreenderam que os aumentos de preço no petróleo não teriam qualquer significado se eles viessem a ser ultrapassados pelo aumento de preços nos produtos que adquiriam nos importadores de petróleo. Compreenderam e aplicam. Os nossos trabalhadores também irão descobrindo que os seus aumentos de salários não terão qualquer significado se a inflação subir mais depressa levando-lhes por via indirecta mais do que o obtido com as suas reivindicações directas!

Esquecer esta verdade elementar quanto aos preços do petróleo, é querer escamotear um dado fundamental.

Não vamos discutir aqui a crise do petróleo em múltiplas outras facetas, nem os argumentos que permitem antever que a O.P.E.C. não conseguirá sequer manter os objectivos iniciais. Aceitemos, porém, como realidade inelutável que o petróleo não mais voltará aos preços do período áureo do capitalismo actual. Não é sequer profecia. É certeza. Essa lição já a aprenderam os países industrializados. Quanto a nós, Portugueses, é urgente saber extrair-lhes as ilações.

## 8. O CUSTO ENERGÉTICO DOS BENS E DOS SERVIÇOS

Muito antes da «crise da energia» já alguns cientistas se preocupavam com a energia necessária à fabricação de um produto ou à prestação de um serviço. Surgiu assim o que poderemos chamar como a nóvel disciplina da análise energética, que conjuga Termodinâmica e Economia. A chamada análise energética encontra-se na sua infância e são patentes



algumas insuficiências que decorrem sobretudo de a Termodinâmica ter sido mal digerida e aplicada pelos economistas. Todavia, os resultados que a análise energética já obteve são de valor incalculável, sobretudo para a clarificação das conseqüências futuras das opções quanto ao modelo de sociedade e de economia que pretendemos construir.

A análise energética assenta basicamente no primeiro princípio da Termodinâmica — o princípio da conservação da energia — e procura determinar o dispêndio total de energia utilizável que é gasto na obtenção de um produto ou de um serviço. A análise energética não extrai todas as conseqüências da segunda lei da Termodinâmica, mas tem-na em conta.

O primeiro e mais espectacular resultado da análise energética encontra-se na desmontagem do sistema alimentar dos E.U.A.. Seguidamente, foi estendido à análise de vários ramos industriais nos E.U.A., no Reino Unido, na Alemanha, etc..

Consideremos primeiro a análise do sistema alimentar.

## 9. ANÁLISE DO SISTEMA ALIMENTAR NUM PAÍS ALTAMENTE INDUSTRIALIZADO (E.U.A.)

A agricultura dos E.U.A. foi durante largos anos considerada um modelo de produtividade. Os dados e curvas seguintes baseiam-se num artigo de C.E. Steinhart na revista *Science* (1974), na qual se encontram as necessárias referências bibliográficas.

A «alta» produtividade da agricultura americana traduz-se na Fig. 1.

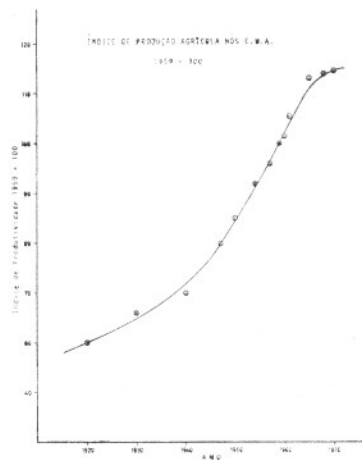


Fig. 1

Esta é a curva, sobretudo a parte crescente até 1959-60, que certos economistas gostam de apresentar.

Qual o motor desse aumento de produtividade? O factor físico, mais

naturalmente a ter em conta, é a energia. Conjugando a curva anterior com a utilização de energia no sistema alimentar dos E.U.A. obtém-se a seguinte representação (Fig. 2).

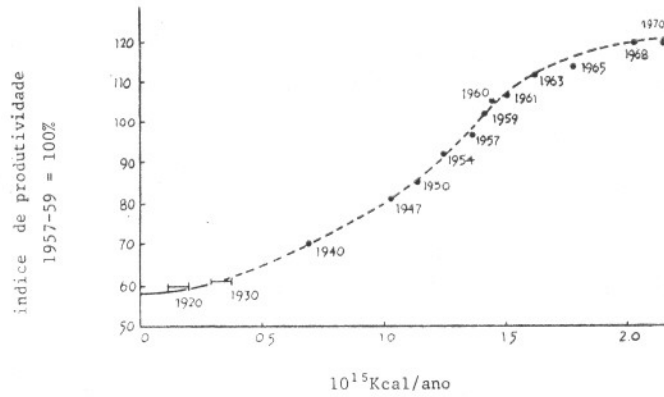


Fig. 2

Energia fornecida ao sistema alimentar

E em termos de homens-hora cultivando a Terra obtemos (Fig. 3):

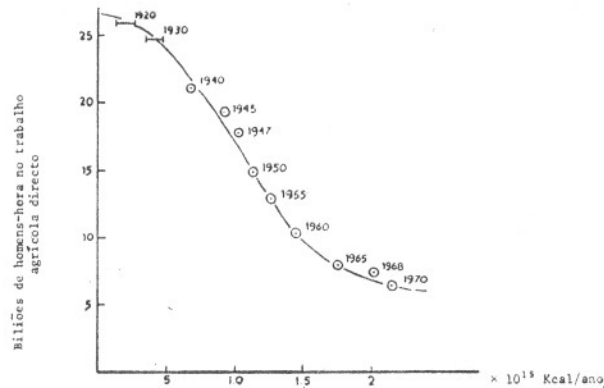


Fig. 3

Energia fornecida ao sistema alimentar

Em todos os casos as curvas mostram o rápido crescimento inicial da produtividade. Todavia, a partir de 1959-60 surge a tendência para a saturação, a qual vem a confirmar-se nos anos seguintes<sup>(6)</sup>:

Em termos puramente energéticos, a Fig. 4 mostra outra perspectiva:

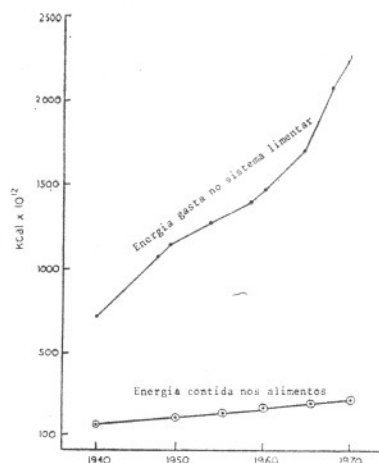


Fig. 4

A relação energia fóssil utilizada pelo sistema alimentar/Energia solar fixada, fica patente na curva seguinte:

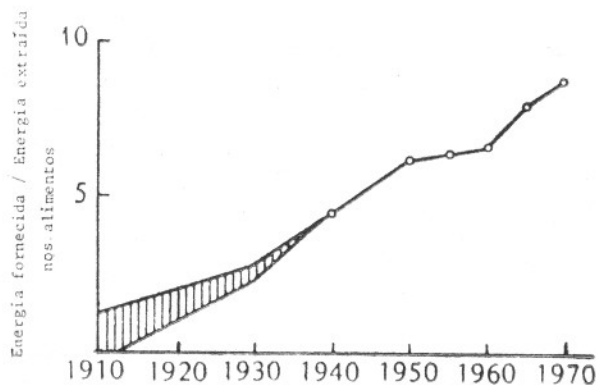


Fig. 5

Em 1970, o conteúdo energético médio dos alimentos exigia já um fornecimento de energia cerca de 10 vezes superior. A tendência verificada

<sup>(6)</sup> Atente-se, simultaneamente, na importância que tem um saber actualizado. Se a formação e o saber tecnológico de quem toma decisões neste domínio se baseiam no que aprendeu até 1960, continuará a raciocinar e a agir como se a curva não tivesse inflectido deste então. Agindo com sinceridade e boa fé, estará meramente a repetir as causas que levaram à inflexão e à crise posterior.

é para que continue a aumentar aquela relação. O sistema encontra-se pois em flagrante desequilíbrio energético, e tudo indica que o desequilíbrio se irá acentuar.

Qual o real significado destes valores?

Como anteriormente referimos, o Homem, com o aparecimento do comércio, quebrou a reciclagem no ecossistema inicial. A utilização intensiva de energia e fertilizantes artificiais permitiu-lhe aumentar substancialmente a produção por hectare. Conseguiu, mesmo, aproveitar mais racionalmente a energia solar na fotossíntese, através dos novos tipos e métodos de cultura. Aumentou mesmo em muitos casos o rendimento global da conversão fotossintética nos limites da exploração agrícola. Todavia, o sistema alimentar deve ser considerado como um todo. A produção de fertilizantes consumiu energia. O transporte de fertilizantes para a exploração agrícola, e dos produtos desta para o centro de consumo, custou energia. A conservação pelo frio, a produção de embalagens, etc., custou energia. A utilização de corantes, a manutenção de supermercados, consumiu energia. Por outro lado, o aumento da produção de cereais e de rações para a produção de carnes piorou a conversão energética global. No final, nem a dieta alimentar do americano médio melhorou, nem o custo da alimentação diminuiu<sup>(7)</sup>. E o sistema no seu todo está criticamente dependente do custo e disponibilidade de energia fóssil utilizada, sobretudo petróleo. Este é, sobretudo, importado.

Entretanto, é ainda ideia corrente que a produtividade da agricultura americana é de tal modo elevada, que os E.U.A. têm um excedente de produção alimentar, sobretudo de cereais. E que a importação destes cereais é vital para mitigar a fome nos países pobres, nomeadamente na Índia. Ainda há pouco foi muito publicitada a venda de trigo à U.R.S.S. e já em 1976, quando o Secretário de Estado da Agricultura do Governo dos E.U.A. nos visitou, fomos informados que Portugal era um muito bom cliente dos E.U.A. em produtos alimentares. Fixemos a afirmação: um bom cliente.

Por outro lado, quando René Dumont esteve entre nós o ano passado afirmou: «dispomos de dados suficientemente claros, sobretudo os da F.A.O., para sabermos que os cereais que constituem factor determinante da produção alimentar vão ser dentro de poucos anos uma arma tão estratégica como é hoje o petróleo (...). Com efeito, atendendo à recessão que se verifica na produção cerealífera mundial, os países que

---

(7) Relembremos que o mesmo se verifica nos países industrializados da Europa e na Austrália.

hoje se encontram na dramática situação de importarem cada ano mais cereais, como é o caso de Portugal, arriscam-se a pagá-lo muito caro, quer económica quer politicamente.».

Citamos propositadamente René Dumont para acentuar uma relação de causa-efeito que passou aparentemente despercebida. A «crise de energia», aspecto subjacente na crise do ambiente, desencadeia uma crise do sistema alimentar. Entretanto, o mito da elevada produtividade da agricultura americana e do preço competitivo dos seus cereais desfez-se, e os americanos já conhecem claramente o motivo. Este, em traços simples, é o seguinte: a alta produtividade americana manteve-se devido aos subsídios directos do governo aos agricultores para manterem ou aumentarem a produção. Tal levou à criação de gigantescos excedentes alimentares, que os E.U.A. exportaram abaixo do preço de custo como instrumento de uma política. Todavia, e este é o facto novo que a análise energética revelou, os custos de produção dependiam criticamente dos preços da energia e muito particularmente dos do petróleo bruto. A agricultura era pois duplamente subsidiada. Aos preços actuais do petróleo, o subsídio indirecto revelou-se enorme. Deste modo, os preços da venda de cereais à U.R.S.S., que eram lucrativos com o petróleo ao preço antigo, transformaram-se em prejuízo com os actuais preços em vigor. Por outro lado, a venda foi de tal modo grande e os «stocks» existentes sofreram hemorragia tão considerável que os E.U.A. se vêm forçados a nova orientação na sua política agrícola e os preços irão necessariamente subir.

As previsões de René Dumont, baseadas em estatísticas de produção, encontram-se deste modo singularmente reforçadas com as conclusões da análise energética e não podem de modo algum ser iludidas. Os países altamente industrializados, como a Grã-Bretanha, a Suíça, etc., já o compreenderam e preparam planos de emergência para enfrentar a situação. Neles, a estrutura alimentar é basicamente análoga à dos E.U.A.: altamente industrializada, pesadamente subsidiada em energia concentracionária e não renovável.

E nós? Vamos definitivamente usar a nossa inteligência e o conhecimento científico mais moderno, ou vamos de mão estendida mendigar empréstimos para repetir os erros que os outros já cometeram?

## 10. ANÁLISE ENERGÉTICA DOS PRODUTOS INDUSTRIAIS

A análise energética dos produtos industriais segue metodologia análoga. Para não nos alongarmos demasiado, consideremos apenas os

resultados finais. Para que se verifique não ser o custo energético típico de um só país, apresentamos resultados para os E.U.A. baseados num estudo de A. J. Liehtenberg e A. Makijani do «College of Engineering» da Universidade da Califórnia (Berkeley), para a Grã-Bretanha baseados no trabalho de P. D. Chapman e N. Mortimer, da Universidade Aberta (ERG0006-1974) e para a média mundial feita por P. D. Chapman (**Energy Policy** — 1975).

**Custo energético de produtos base**  
(Kwh por tonelada)

<i>Produto</i>	<i>E.U.A.</i>	<i>Reino Unido</i>	<i>Média Mundial</i>
Aço em bruto	12.600	10.540	10.500
Alumínio	67.200	91.000	91.000
Cobre	21.000	12.800	20.000
Zinco	14.700	19.000	20.000
Cimento	2.300	2.200	2.200
Chapa de vidro	7.200	6.250	6.250
Plástico	29.000	45.000	45.000
Papel	6.400	7.500	7.500
Carvão	42	8.334	—
Urânio (de minério com 0,3%)	—	383.000	—

Embora a comparação apresentada tenha deficiências e nem sequer os mesmos factores sejam igualmente considerados, note-se que a variação é muito menor do que poderia esperar-se entre as três colunas. Por outro lado, embora no caso dos metais a base seja o minério, alguns casos há em que na produção se utilizou uma certa reciclagem de sucata, e daí o seu valor muito baixo.

O efeito da recuperação de sucata no custo energético de alguns metais, na Grã-Bretanha e segundo P. D. Chapman, é o seguinte:

**Custo energético dos produtos base usando reciclagem**  
(Kwh por tonelada)

<i>Produto</i>	<i>A partir minério</i>	<i>A partir sucata</i>	<i>Média no Reino Unido</i>
Cobre	20.000	2.500	12.750
Alumínio	91.000	3.000	27.000
Zinco	20.000	2.500	19.000
Chumbo	15.000	2.000	7.000
Aço	—	6.500	13.200

Como se verifica, a reciclagem do metal permite economias energéticas que vão de 7,5 (caso do chumbo) a 30 vezes (alumínio). O resultado é óbvio, e a 2.<sup>a</sup> Lei da Termodinâmica permite esperá-lo. A mesma 2.<sup>a</sup> Lei nos indica que as economias serão tanto maiores reciclando quanto menos ricos em metal forem sendo os minérios, o que é a evolução natural em face do consumo crescente.

Assinale-se desde já, em termos de economia nacional, o absurdo económico da exportação de sucatas a preço de lixo, e a aberração que consiste em importar minérios e deixar acumular tal lixo.

O custo energético de certos produtos finais também já foi estimado. Segundo Chapman, construir uma Central Térmica Clássica de 1000 Mw custa  $2.700 \times 10^6$  Kwh, e uma Central Nuclear da mesma potência  $10.200 \times 10^6$  Kwh. Por outro lado, o custo energético do enriquecimento do urânio para o carregamento inicial de um reactor nuclear custa, por sua vez, de  $110 \times 10^6$  Kwh para o Reactor Candu (urânio natural) a  $6.000 \times 10^6$  Kwh para um reactor de tipo urânio enriquecido. Se o minério de partida for mais pobre do que 0,3% (que é o caso português) a situação piora consideravelmente, podendo chegar-se a atingir o caso limite de a obtenção de combustível nuclear consumir mais energia do que a que pode vir a extrair-se dele num reactor nuclear.

## 11. CUSTO ENERGÉTICO DOS TRANSPORTES

Para o transporte de passageiros a análise energética revela os seguintes valores:

### Custo energético de transporte de passageiros

<i>Modo de transporte</i>	<i>Máxima capacidade teórica em passageiros</i>	<i>Ocupação média %</i>	<i>Consumo de energia em Kwh/passageiro</i>
Bicicleta motorizada	1	110	0,20
Automóvel:			
— pequeno (em cidade)	4	40	0,50
— médio	5	32	0,75
— grande	5	32	1,06
Autocarro urbano	95	20-25	0,25
Metropolitano (eléctrico)	300	15-20	0,11
Caminhos de Ferro:			
— locomotiva Diesel (percurso inferior 100 Km)	100 pass./carr.	38	0,09
— tracção eléctrica longa distância	100	38	0,09

Segundo *Energy Conservation: Ways and Means*, da «Future Shape of Technology Foundation», 1974

Quanto ao transporte de mercadorias e segundo um relatório publicado pela O.E.C.D..

### Custo energético do transporte de mercadorias

<i>Modo de transporte</i>	<i>Kwh/tonelada quilómetro</i>
Caminho de Ferro:	
— Mercadoria geral	0,12
— Mercadoria pesada	0,11
Camião:	
— De 20 toneladas	0,18-0,30 (*)
— De 12 toneladas	0,24-0,39 (*)
— De 7 toneladas	0,32-0,46 (*)
— De 0,75 toneladas	1,49-2,10 (*)
Fluvial: reboque + 6 barcaças	0,16
Aéreo (1.000 Km por viagem)	3,73

(\*) O valor mais elevado refere-se a transporte urbano. O mais baixo a estrada rural ou outra.

Segundo *Energy and other Consequences of Freight Transfer to Rail*, O.C.D.E., 1974

Os números anteriores merecem os seguintes comentários:

- Alguns valores são extremamente sensíveis à taxa de ocupação. Todos eles se referem a valores médios, numa situação real.
- No transporte de passageiros o caminho de ferro é significativamente superior em economia. O Metropolitano é mesmo superior ao transporte em bicicleta motorizada.
- **O transporte colectivo em autocarro é claramente superior ao transporte em automóvel mesmo para ocupações médias inferiores.**

Quanto ao transporte de mercadorias o transporte ferroviário é superior a qualquer outro, havendo embora que ter em conta a taxa de ocupação, os encargos de capital, etc., para um juízo definitivo.

## 12. INDÚSTRIAS CAPITAL INTENSIVO E ENERGIA INTENSIVA

Uma indústria é capital intensivo quando o capital necessário por cada emprego criado é muito elevado: Analogamente é energia intensiva se por Kg de produto final a energia necessária é muito elevada. A caracterização «muito elevada» deve entender-se em relação aos valores médios de todas as actividades.



Como seria de antever, existe correlação entre a intensidade em capital e energia. Um estudo abarcando cerca de 350 ramos de actividade nos E.U.A. revela que as **indústrias mais capital intensivas são também em geral as mais intensivas em energia. A mesma conclusão se extrai de uma análise feita nas indústrias britânicas e alemãs.**

### 13. A QUALIDADE DA ENERGIA

Na exposição anterior, as várias formas de energia não foram distinguidas. É uma prática corrente nos economistas que elaboram as estatísticas que pode conduzir a perigosas distorções. A análise anterior pode considerar-se uma análise em termos do 1.º Princípio da Termodinâmica. A introdução do segundo é fundamental para se lhes abarcar todo o significado. De facto, pelo 2.º Princípio, toda a energia se pode converter em calor, mas da energia calorífica apenas uma fracção se pode converter noutras formas. Esta conversão exige duas fontes de calor a temperatura diferente, e a conversão máxima possível aumenta com essa diferença de temperaturas. O ambiente é, em geral, a fonte a temperatura mais baixa. É por isso que quantidades embora gigantescas de energia calorífica à temperatura ambiente são completamente inutilizáveis. Produzir temperaturas abaixo do ambiente também exige energia. Por outro lado, sempre que há fluxos de outras formas de energia, uma fracção é sempre transformada em calor: é ainda uma consequência da 2.ª Lei da Termodinâmica. Daqui resulta que se pode falar em qualidade de energia. Energia química, energia eléctrica, energia mecânica, são energias de alta qualidade porque se podem converter noutras com elevado rendimento e todas elas em calor, na sua totalidade. A qualidade da energia calorífica depende da temperatura a que se encontra. Nos seres vivos, o fluxo básico de energia é químico. Esta transforma-se em trabalho mecânico e em calor. O ser vivo só incorpora energia sob formas bem determinadas: energia química sob forma de certos alimentos. A restante, nomeadamente calorífica, pode apenas evitar que ele dispenda energia química em calor para manter a sua temperatura.

Na conversão da energia química dos combustíveis em energia mecânica e esta noutras formas, o Homem, na esmagadora maioria dos casos, converte primeiro a energia química em calor. Seguidamente, é o calor que transforma em energia mecânica. Neste processo introduz enormes perdas. É assim que numa Central Térmica moderna as perdas são

da ordem dos 70% que cede ao ambiente sob a forma de energia calorífica inutilizável. Passa-se o equivalente numa Central Nuclear, embora as perdas sejam maiores. Presentemente, a conversão directa de energia química em electricidade, ou de energia solar em electricidade, é possível. Os rendimentos de conversão, todavia, são muito baixos. Por isso, entre outras razões, tais descobertas não representam ainda qualquer parcela importante na produção de energia eléctrica para actividades correntes<sup>(8)</sup>.

É tendo em conta as limitações presentes na produção de energia eléctrica que não faz sentido, por exemplo, desperdiçar 70% da energia do combustível numa Central Térmica para produzir electricidade e seguidamente converter esta electricidade em calor. Utilizando directamente o combustível no aquecimento, a energia poderia ser usada a quase 100%.

### III PARTE

#### 1. A NOVA ORDEM ECONÓMICA INTERNACIONAL

Sobre o tema da «Nova Ordem Económica Internacional» publicou a UNESCO um livro. A UNESCO, na proposta de plano a médio prazo (1977-1982) que neste momento se discute em Nairobi, dedica um importante capítulo ao «Homem e o seu Ambiente». Num dos subcapítulos trata-se dos «recursos minerais e energéticos». A energia é encarada como recurso mineral e toda a filosofia preconizada de ajuda ao Terceiro Mundo é-o na óptica da sofisticação dos métodos de encontrar novos jazigos... novos recursos minerais.

As declarações de princípios no domínio do Homem e o Ambiente são nobres. A concretização em actos, passa de imediato pela mais exaustiva descoberta de recursos naturais não renováveis que porventura os detentores dos capitais e meios de exploração ainda desconhecem.

Uma nova ordem económica mundial. Um belo conceito, com muitos significados. Os países hiper-industrializados conhecem perfeitamente os dados do problema anteriormente esboçados. Antevêm a trajectória. Não irão alterar a raiz mesma dos seus sistemas, aquela que os conduz ao

---

<sup>(8)</sup> Tal não sucede em situações particulares como é o caso dos satélites artificiais, em que a energia eléctrica utilizada é obtida por conversão directa de energia solar.

beco sem saída. No seu fatalismo tecnocrático, e parafraseando Keynes, **o longo prazo não interessa, porque no longo prazo estaremos todos mortos.** Mesmo que o longo prazo caia já, com a aceleração do absurdo, em nossos filhos ou netos.

Pode haver, de facto, uma Nova Ordem Económica Internacional, para os que não perderam a Esperança e acreditam no Homem. Mas a dita Nova Ordem significa algo de muito diferente para os ricos e para os pobres. Fazemos um esboço rápido.

## 2. MATÉRIA, ENERGIA, INFORMAÇÃO

O surto capitalista do pós-guerra deveu-se sobretudo à inovação tecnológica que substancialmente aumentou as produtividades... e os P.N.B.. Os aumentos de produtividade, devidos à tecnologia, ao aguilhão do consumo inútil, etc., se permitiram aumentar salários, permitiram sobretudo lucros crescentes. Tais aumentos tiveram como motor um gasto crescente de energia e uma delapidação acelerada de recursos naturais não renováveis. A indústria pesada e a química foram motores... o petróleo era barato. Todavia, o que um simples balanço de energia e matéria imediatamente revela, é que qualquer transformação deixa um resíduo e que a não reciclagem acelera a degradação ambiental e a poluição. Despoluir exige energia, e a utilização de energia concentracionária (sobretudo eléctrica) é fonte de poluição. O processo torna-se instável e o 2.º princípio da Termodinâmica revela-o. Reciclar é não desperdiçar tanto... e ganhar monopolisticamente menos. Despoluir será cada vez mais caro... Os economistas inventaram o conceito da deseconomia externa e a C.E.E. estabeleceu o princípio do poluidor pagador. Com deseconomia externa ou poluidor pagador, quem paga finalmente é a sociedade... É a socialização dos prejuízos. Uma opinião pública esclarecida e uma força trabalhadora consciente vão-se dando conta do logro. As camadas mais jovens verificam crescentemente que em nome de um futuro melhor o legado que lhe transmitem é um mundo envenenado... espiritual e biologicamente falando.

Como vai reagir o sistema? O sistema verifica que até aí pilhou recursos e acumulou detritos. Todavia, gerou algo que não polui: informação, «know how» tecnológico. Deste modo, se os países com recursos naturais e mão-de-obra abundante optarem pelos seus esquemas de

industrialização, por que não instalar neles as fábricas, deixar lá os resíduos, o envenenamento da população local e a degradação do ambiente?

A montagem e funcionamento de tais fábricas exigem informação, exigem «know how», exigem capitais. Exigem aquilo que o explorador possui em abundância! O saldo final é-lhe altamente favorável e pode ainda apresentar-se como benemérito. Resolve, simultaneamente, um problema importante: o da mão-de-obra que importava. Esta, que a própria permanência ensina a defender-se cada vez melhor da sobreexploração e luta pelos benefícios sociais dos trabalhadores de origem. Em fase de expansão acelerada, o problema não existia. Com estagnação ou recessão tornou-se um peso. Todavia, se essa mão-de-obra for utilizada no país de origem, os encargos sociais cabem a este. As flutuações de conjuntura suporta-as este. Se a sua indústria é a de sub-contratantes, é esta que, obviamente, primeiro fica sem trabalho, se as encomendas baixam.

Nesta evolução, os hiper-industrializados fazem migrar as actividades mais pesadas e degradadoras do ambiente e as mais perigosas para as suas periferias. Internamente, desenvolvem o sector de serviços, o das actividades de mais elevado valor acrescentado e, digamos, de maior custo por Kg! Como exemplos típicos encontramos a indústria informática, a química fina... e a dos armamentos.

Significativamente, em nenhum dos casos o valor da energia gasta tem muito significado em termos económicos.

A exportação de armamento merece uma referência especial, pois é hiper-lucrativa. Internamente, veda-se da curiosidade pública a título de «Defesa Nacional». O seu contributo para a balança de pagamentos é assinalável... tal como o contributo para a corrupção do poder político. É o complexo militar-industrial, nos E.U.A., é o caso Lockheed. É agora o caso Dassault, em França.

Nesta perspectiva, o caso Seveso, em Itália, ganha outra perspectiva. Tal como ganham as declarações oficiais quando afirmam, peremptoriamente, que não serão concedidas licenças para a instalação de indústrias venenosas em Portugal. Em Itália também não foram concedidas tais licenças. Em Portugal, nem sequer um regulamento de chaminés ainda temos!

Seveso é meramente um caso. Deu-se por ele porque foi espectacular. Originará mais umas leis e umas quantas declarações solenes de bons princípios. Pouco mais. Como pode um País saber se uma indústria é «venenosa» no sentido restrito dos termos, se ele próprio desconhece

inteiramente os elos vitais do seu processo de fabrico? Produzir cosméticos, ou produtos terrivelmente tóxicos como a Dioxina, pode cifrar-se em algo de tão simples como variar a temperatura a que se dá uma reacção química! Seveso foi isto. A Dioxina faz parte do arsenal das armas biológicas, provoca alterações genéticas... foi usada no Vietname. Seveso é, porém, algo mais. É a evidência do que sucede a uma população cultural e, sobretudo, cientificamente pouco esclarecida...

### 3. ALGUMAS CONCLUSÕES

**A Economia corrente trata os recursos naturais não renováveis como um rendimento, quando eles são na verdade um capital, um património.** Uma empresa que venda o património e considere essa receita como valor de produção... vai à falência. É este o absurdo em que labora a ordem económica vigente, com a diferença que a empresa em questão é a vida sobre a Terra. **A falência não significa desemprego, significa morte!**

Em 1930, Keynes escrevia: «Durante pelo menos outros cem anos, devemos proceder face a nós próprios e a todos os outros, como se o justo fosse infame e o infame fosse justo; pois o infame é útil e o justo não o é...». «Avareza, usura, astúcia, devem continuar a ser os nossos deuses, ainda por muito tempo».

O Mundo actual mostra a que conduziu tal filosofia. Tal filosofia é, porém, o cerne mesmo da ordem económica e social vigente e continua a ser o princípio inspirador para a resolução da crise!

Não haverá alternativa a tal atitude, a tal fatalismo, que em nome do Homem estimula no Homem o que ele tem de pior: o egoísmo, a inveja, a crueldade, a competição pela competição? Levou tal atitude à prosperidade universal com que se pretendia justificá-la? Não levou, nem podia levar. Alternativas? Claro que há alternativas, se quisermos ir à raiz dos problemas. Elas decorrem limpidamente do que anteriormente se expôs. Resta saber se temos a coragem para as enfrentar. Quanto mais tardarmos, menos possibilidades restam para os nossos filhos. Se lhes não legarmos mais que a alternativa entre o suicídio e a **mudança violenta** e radical, eles escolherão esta: o seu próprio instinto biológico de sobrevivência a isso os levará. A menos que a espécie humana tenha perdido o instinto de sobrevivência: nesse caso desaparecerá, pelas suas próprias mãos.

---

Em Portugal, estamos no período crítico das opções definitivas. É essa a nossa terrível, mas aliciante responsabilidade histórica. Preocupamo-nos mesmo com nossos irmãos e nossos filhos? Ou, em nome deles,

está afinal cada um, egoisticamente, a pensar apenas em si próprio e na sua comodidade imediata?

Em Maio de 1968, em Paris, alguém escreveu numa parede: «as paredes têm ouvidos e os ouvidos têm paredes». As nossas paredes tiveram ouvidos durante longos anos. Será por isso que muitos querem agora nos ouvidos erguer muros e nos olhos pôr antolhos?

---

NOTA: O facto de nos referimos sobretudo aos aspectos capitalistas do chamado mundo ocidental, significa apenas que a vasta documentação que nestes se publica torna a análise mais fácil. Não deve pois inferir-se, da crítica acima feita, uma apologia (por omissão) de outros sistemas económicos e sociais actualmente existentes.

— As citações de Keynes foram extraídas de E. F. Schumacher — *Small is Beautiful*, Abacus, 1974.

## 6. ENERGIA, PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E SISTEMA ALIMENTAR (\*)

### FUNDAMENTOS QUANTITATIVOS DUMA ESTRATÉGIA DE PLANEAMENTO EM PERÍODO DE TRANSIÇÃO

«Qualquer forma de agricultura representa um esforço para alterar um dado ecossistema de modo a aumentar o fluxo de energia para o homem...»

C. Gertz — «Two types of ecosystem», in *Environment and Cultural Behaviour*, Natural History Press, 1969.

#### 1. A FOME

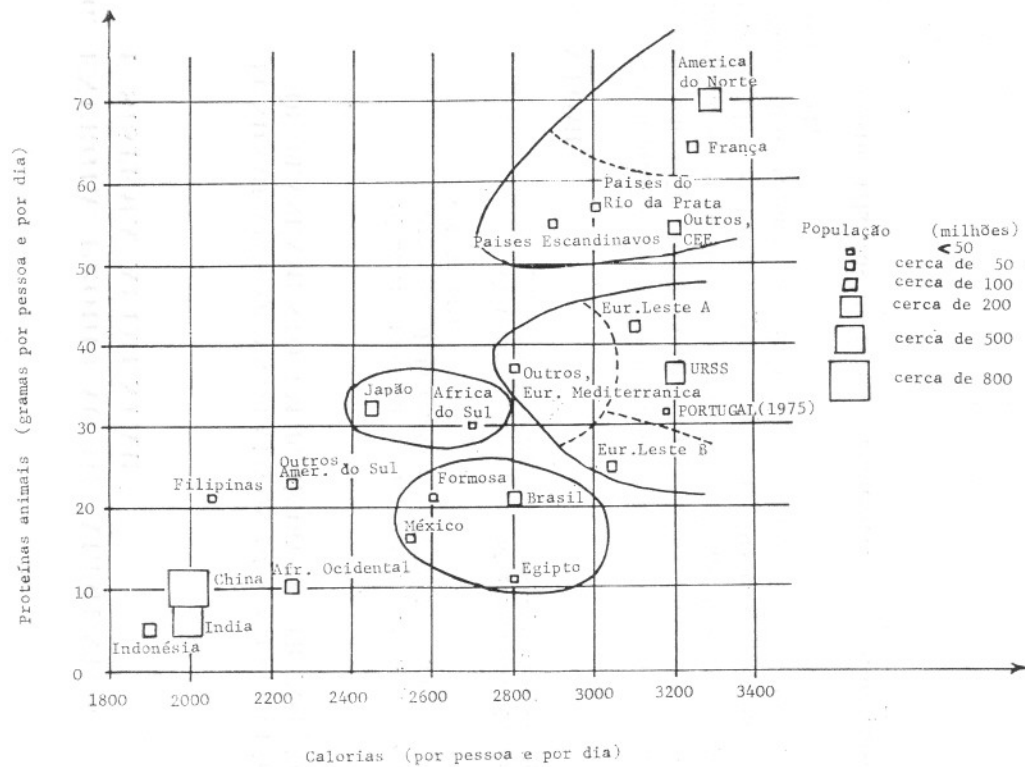
1.1 Cerca de quatro mil milhões de seres humanos habitavam o planeta em 1970. 10% encontravam-se bem alimentados; 15% sobre-alimentados; 50% sub-alimentados; 10% sofriam de carências alimentares graves; 15% encontravam-se numa zona intermédia. Quanto ao custo relativo dos regimes alimentares, verificava-se, em 1970, a seguinte situação [1].

#### Custos relativos de regimes alimentares em vários países

Indonésia	1	U.R.S.S.	3,4
Índia	1	Itália	4,0
China	1,4	Israel	4,3
Paquistão	1,4	R. F. Alemã	5,1
Brasil	2,4	França	5,8
Japão	2,9	E.U.A.	6,8

(\*) Lição inaugural no «Seminário sobre Frio», no Instituto Universitário de Évora, Abril de 1978.

Tipificando o regime alimentar em função do consumo diário de proteínas de origem animal e calorías por pessoa obtém-se a seguinte representação por países [1], [20].



Tipologia da alimentação mundial (1970 - FAO)  
Figura 1



1.2 Considerando seguidamente a população dos vários países e os recursos dispendidos com a alimentação, verifica-se que menos de 1/3 da população do globo consome 3/5 dos seus recursos alimentares. Os valores referem-se a 1970 e baseiam-se em dados da F.A.O..

Todos os valores anteriores constam de um estudo aprofundado do Prof. Klatzmann, do Instituto Agronómico de Paris, Director de Estudos na Escola Prática de Altos Estudos e Membro da Academia de Agricultura de França. A sua análise procura demonstrar que os conhecimentos actuais e os recursos existentes permitiriam resolver o problema actual da fome, pois o planeta poderia alimentar até cerca do dobro da população actual. Acrescente-se que a população mundial tem duplicado em cada 35 anos, aproximadamente.

Havendo os meios e os recursos, o problema da fome encontra-se, todavia, cada vez mais agravado. Porquê? «Porque não se quer», segundo o próprio Prof. Klatzmann.

1.3 Na singeleza crucial dos números temos, pois, que:

- num prazo da ordem de 35 anos, o planeta terá atingido o limite da sua capacidade em alimentar a população existente;
- actualmente, 15% da população tem problemas de saúde devido a sobre-alimentação; cerca de 60% devido à falta de alimentos.

Se atendermos a que tais números se referem a valores médios por país, que ao estabelecer tais médias se não distingue entre o que uns desperdiçam e os outros não tiveram, o panorama é, ainda, bem mais grave. Por outro lado, se, tendo havido os recursos e os meios, se não quis enfrentar o problema, quais as perspectivas quando os recursos são limitados e os meios escasseiam? A escassez de recursos surge com toda a nitidez ao analisar-se a dependência em que se encontra da energia a produção de alimentos. O Prof. Klatzmann não teve em conta tal restrição, certamente porque à data em que elaborou o seu trabalho e com os dados ao seu dispor, tal condicionamento não tinha ganho ainda a objectiva evidência científica de que hoje se dispõe. Mas os factores que levaram os homens a não querer resolver o problema subsistem agravados. Em certa medida, a bomba atómica da Índia é um símbolo: os políticos preferem desperdiçar meios e recursos no reforço do seu poder e do que entendem como prestígio, a enfrentar seriamente os gravíssimos problemas que transformam em infra-homens os seus concidadãos. A filosofia subjacente à bomba atómica ou às realizações de prestígio

é a mesma que opta pela esterilização maciça de homens e mulheres para que a população não aumente, em vez de optar pela elevação do seu nível social, cultural e económico, cujo resultado final seria bem mais humano e eficaz.

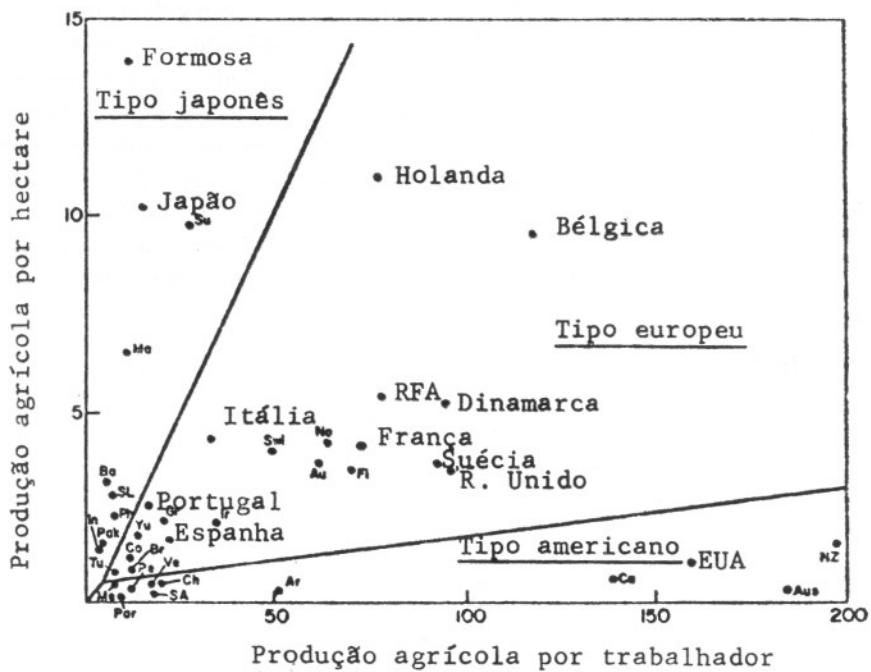
As consequências, a nível global, da atitude assumida pelos grandes e pelos que neles se inspiram, adoptando cegamente as suas soluções de progresso, talvez por demasiado sombrias arredam-se sistematicamente numa reflexão colectiva, devido às profundas alterações políticas que necessariamente arrastariam. Alterações que têm a peculiaridade de pôr simultaneamente em causa os modelos políticos de ambas as superpotências e os seus veneradores. Todavia, mais do que especular sobre o futuro planetário, importa analisar dados e factos para que ao menos as opções políticas tenham algo de mais fundamentado em que se apoiar que a capacidade de vender ilusões e arregimentar votos. Até porque se uma ou outra têm a transitória capacidade de fazer aceitar a fome como fonte de progresso e a degradação moral e intelectual como exaltante avançada, nenhuma consegue transmutar pedras em pão, nem que a Natureza inverta as leis físicas que regem o seu comportamento.

## 2. QUE É A PRODUTIVIDADE DA AGRICULTURA?

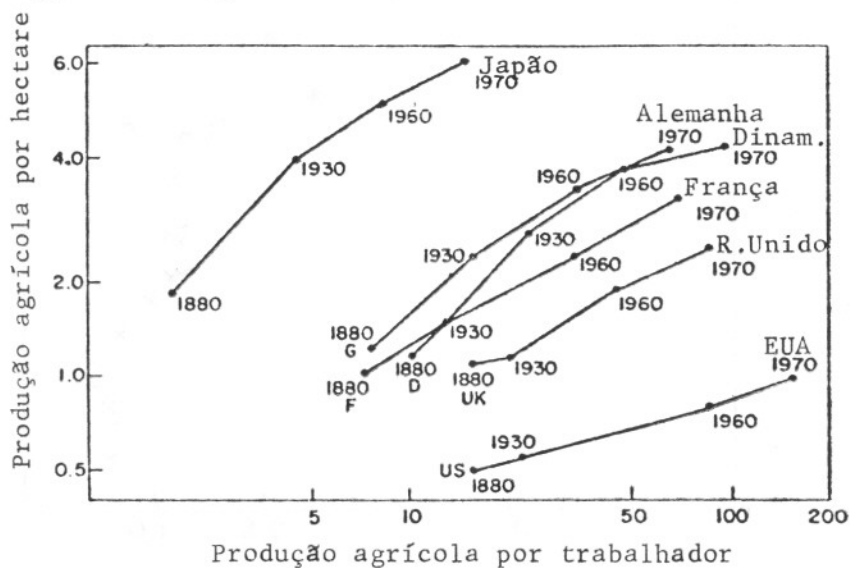
2.1 A caracterização da produtividade da agricultura é habitualmente considerada tomando como índices:

- a produção por hectare
- a produção por trabalhador

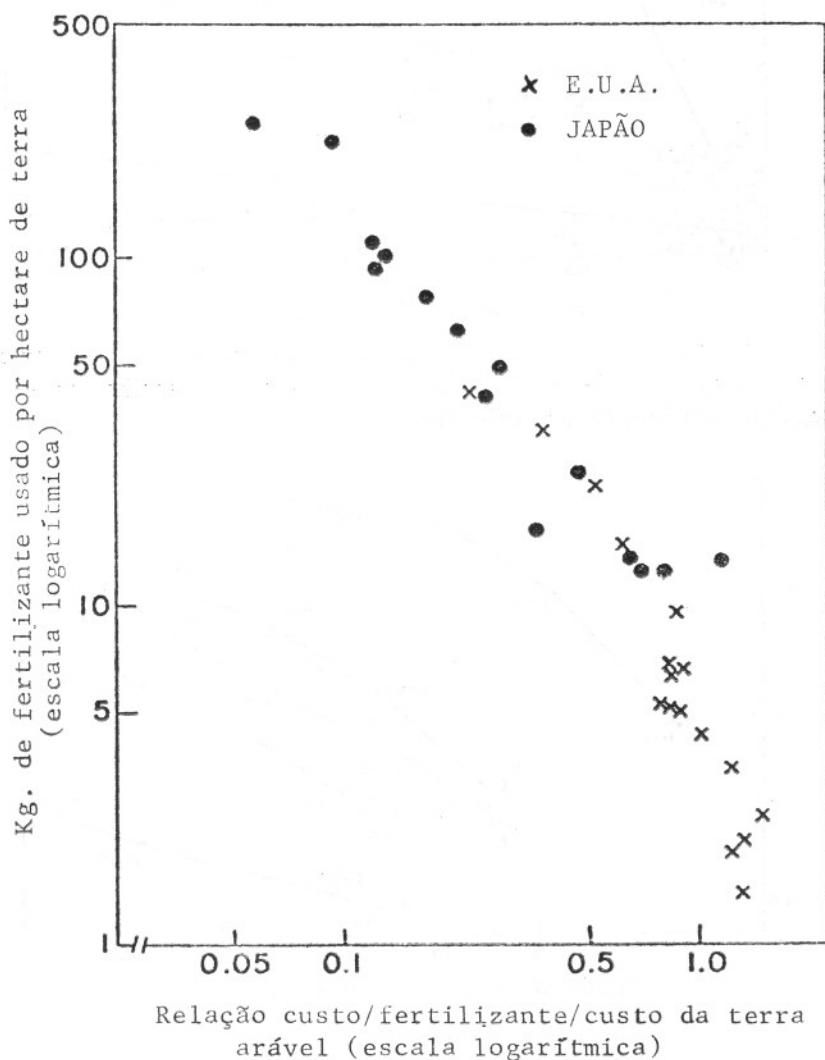
A figura seguinte [12] apresenta a evolução desses índices para seis países desenvolvidos, no período 1880-1970.



Se o mesmo tipo de caracterização for usado para efeitos de comparação internacional de produtividade da terra e do trabalho, obtém-se a seguinte distribuição em 1970 [10].



Como se verifica, os E.U.A. e o Japão correspondem aos casos extremos de produção por trabalhador e de produção por hectare, se excluirmos a Nova Zelândia e a Austrália por um lado e a Formosa por outro. Tais situações extremas, relativamente a dois países hiper-industrializados e com igual sistema de economia, reflectem apenas condições muito diferentes quanto ao valor relativo da terra, dos fertilizantes e do trabalho, Tomando como factores base o número de quilos de fertilizante por hectare de terra arável e a relação de preços entre o fertilizante e a terra, verifica-se que os E.U.A. e o Japão apresentam comportamentos análogos [2].



A lógica subjacente a tal tipo de comportamento é relativamente simples: se a terra é escassa e o seu valor elevado, a produção é aumentada à custa de fertilizantes (caso do Japão). Se a disponibilidade em terra arável é grande, o seu custo é mais baixo e aumenta-se a extensão da área cultivada. Num caso, a tónica dominante é na produção por hectare à custa de fertilizante e trabalho humano. No outro, a tónica encontra-se na mecanização. O custo monetário do trabalho humano é o outro factor que faz pender a relação fertilizante/mechanização para um ou outro lado. Comparando a evolução na década 1960-1970, no Japão e nos E.U.A., verifica-se uma evolução que a continuar levaria a posições finais semelhantes.

Embora não possua valores quantitativos para a U.R.S.S. e países de Leste, tudo indica que a U.R.S.S. adoptou uma estratégia semelhante à dos E.U.A. (embora com muito menor sucesso) e que em todos os países industrializados o comportamento se situa entre o dos E.U.A. e do Japão, que são, de certo modo, paradigmáticos.

### 3. A PRODUTIVIDADE DO TRABALHADOR NA AGRICULTURA

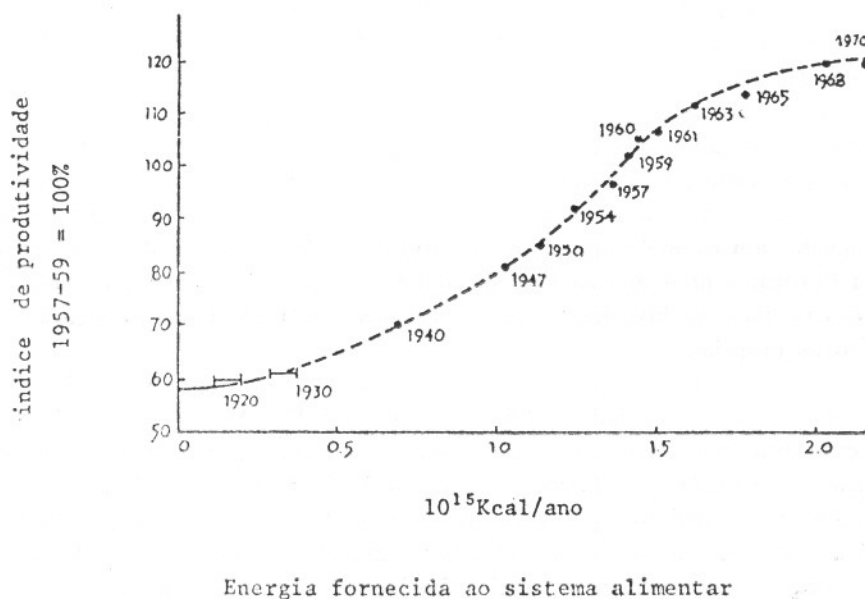
Em termos de índices macro-económicos, um país com percentagem alta de população activa ligada à agricultura tem sido, «por definição», um país atrasado. O padrão invocado é, invariavelmente, a agricultura americana com a sua elevadíssima produção agrícola por trabalhador na agricultura e a baixíssima percentagem que representam no conjunto da população activa. Do quase dogma assim gerado, nascem cópias desajustadas de pesadas consequências. Tais números merecem, por isso, um pouco de reflexão. A primeira reflexão que se impõe é a do ajustamento das soluções tecnológicas às realidades concretas de um país. **O Japão é apenas um exemplo, que se reencontra em todos os países desenvolvidos da Europa: a preocupação não foi copiar mas sim adequar soluções técnicas com base na investigação científica apropriada aos recursos e características próprias.**

A segunda reflexão que se impõe é a do significado preciso da produção por trabalhador. Relativamente aos E.U.A., os valores largamente difundidos reportam-se ao trabalhador directamente ligado à exploração agrícola. De acordo com um estudo do Prof. D. Pimentel da Universidade de Cornell [3], por cada trabalhador directamente ligado à exploração existem mais dois que trabalham para ele no fornecimento de bens essenciais à exploração, os quais não incluem nem os trabalhadores na

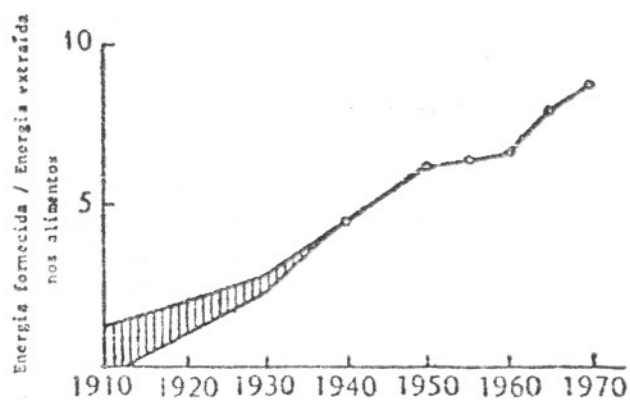
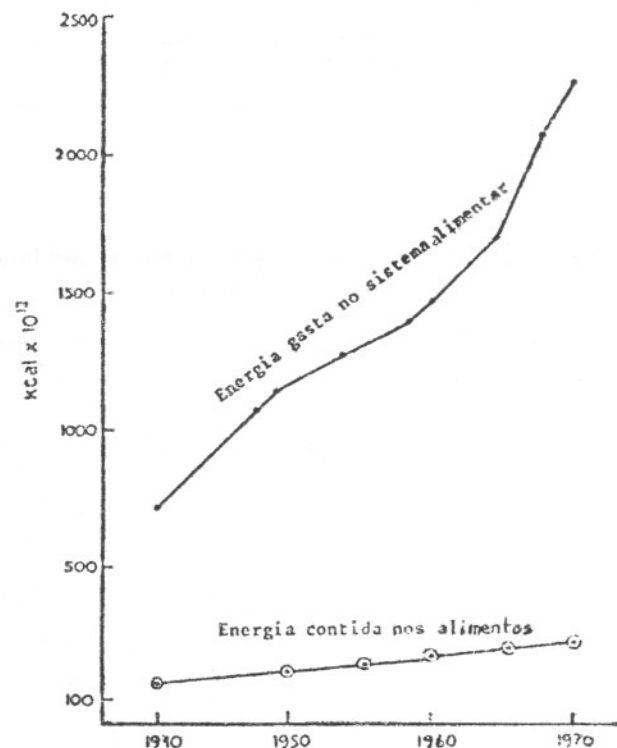
indústria de processamento de alimentos, nem na venda, nem uma enorme gama de manufacturas directamente ligadas ao sistema alimentar. Tendo em conta estes números, e que a finalidade de um sistema de produção alimentar não é a mera transferência de trabalhadores de um local para outro mas sim a produção de alimentos ao mais baixo custo no consumidor, concluir-se-á facilmente que o modelo americano está bem longe de ser exemplar. Nos E.U.A. transformou-se a agricultura em indústria e o custo da alimentação é o mais elevado do mundo.

#### 4. O CUSTO EM ENERGIA NÃO RENOVAVEL DA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

4.1 Aumentar a produtividade por trabalhador ou por hectare requer energia. Para montar e desenvolver o complexo sistema alimentar característico da maioria dos países industrializados depende-se energia. Quando se considera o dispêndio em energia não basta considerar os custos directos na produção de alimentos (combustível para tractores, energia para irrigação, para secagem e armazenagem, etc.), mas sim todos os custos directos e indirectos que nela confluem (produção de fertilizantes, de herbicidas, de maquinaria, etc.). Apreciando nesta óptica o desenvolvimento da agricultura nos E.U.A., obtém-se a seguinte representação para o período 1920-1970 [8].



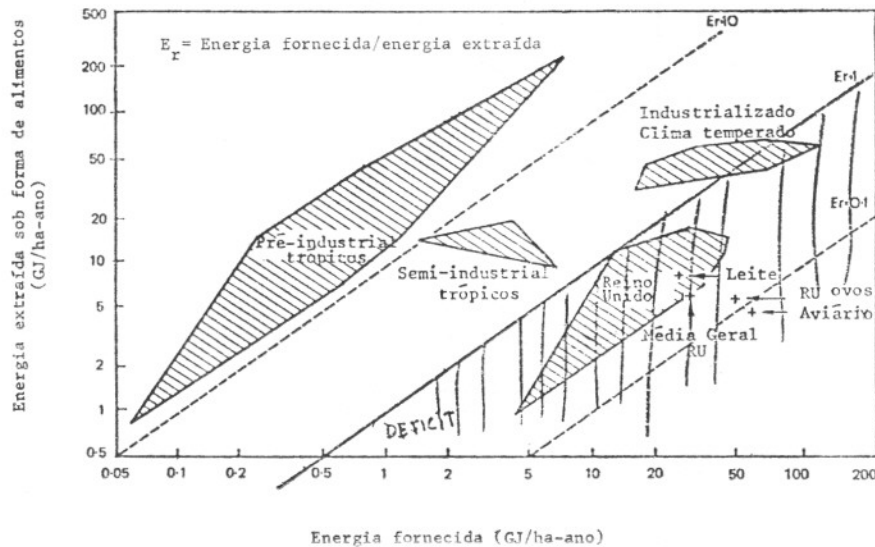
Se atendermos a que os alimentos correspondem a uma transformação de energia solar em energia química assimilável pelo ser vivo, tem algum significado estabelecer a relação entre a energia (não solar) gasta no sistema alimentar e a energia contida nos alimentos. Com base nos dados anteriormente referidos, foi a seguinte a evolução nos E.U.A. [8].



Como se pode verificar, a um crescimento de tipo exponencial, com o aumento de energia que se verifica entre 1920 e 1957-59, segue-se uma progressiva saturação. Com o aumento de energia, a «produtividade» cresce cada vez menos.

4.2 A relação entre a energia fornecida por hectare e a energia contida nos alimentos é um índice da perturbação ecológica introduzida pelo homem. Na figura seguinte, devida a G. Leach [6], representa-se sinteticamente o efeito do grau de industrialização naquela relação de energias:

**Energias fornecidas e extraídas por hectare na produção de alimentos no Mundo**



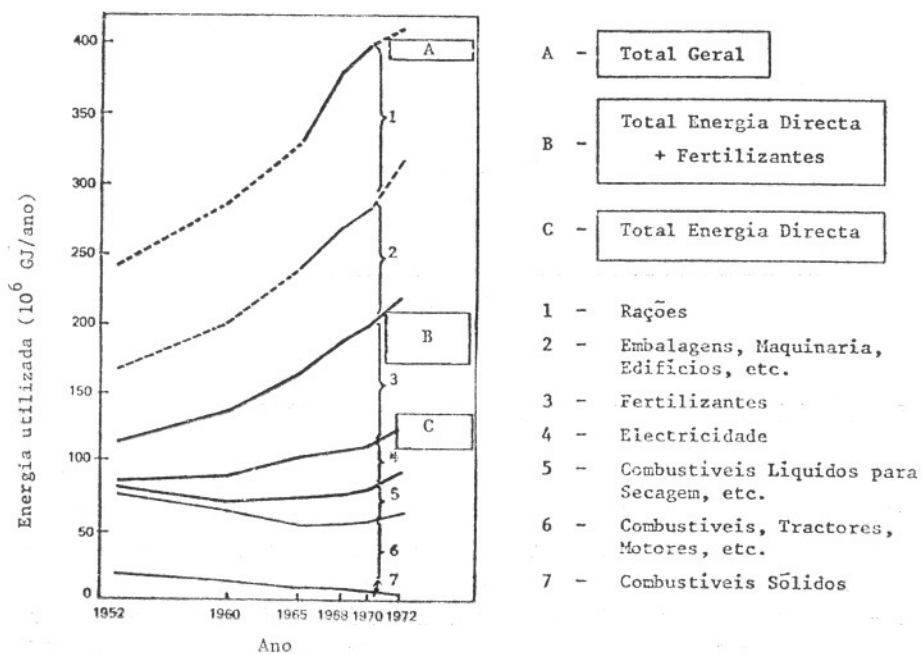
Nos países industrializados, e apenas tomando em conta as energias directas e indirectas fornecidas por hectare de exploração, é necessário gastar entre 6 a 10 unidades de energia não renovável para obter uma unidade de energia nos alimentos. Tal relação não tem cessado de aumentar.

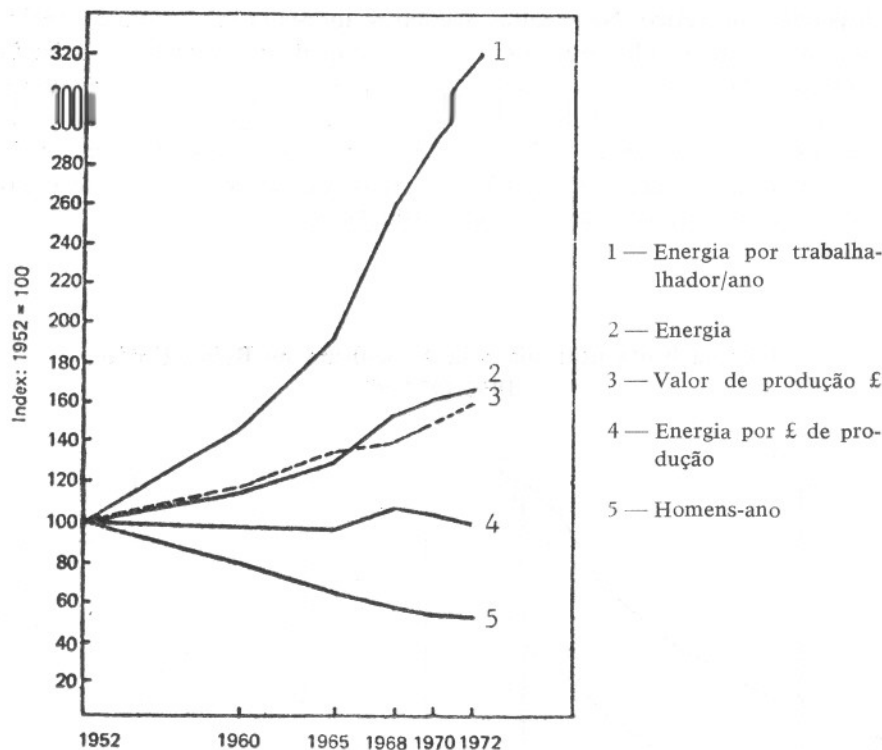
Para além do preocupante significado ecológico que a relação anterior exprime, tem interesse verificar as componentes mais importantes de tal



dispêndio energético. Nas figuras seguintes apresenta-se a evolução verificada no Reino Unido entre 1952 e 1972, a qual corresponde à profunda evolução do pós-guerra no sentido da industrialização da agricultura, verificando-se, tal como nos E.U.A., uma contínua redução do número de trabalhadores directamente ligados à exploração agrícola e um espectacular aumento na energia gasta por trabalhador.

### Energia bruta utilizada pela Agricultura no Reino Unido 1952-1972 [6]





## 5. O CUSTO EM ENERGIA DO SISTEMA ALIMENTAR

5.1 Os números do capítulo anterior referem-se aos subsídios directos e indirectos de energia fornecidos directamente à exploração agrícola (ou à pesca). Tais números representam apenas uma parcela do sistema global, que deve necessariamente incluir os gastos adicionais em energia para levar os alimentos ao consumidor. Tais gastos incluem o processamento dos alimentos, a conservação, o transporte, etc.. Tal componente é importante, pois à industrialização da agricultura anda invariavelmente associado o crescimento dos aglomerados urbanos e de todo um conjunto de actividades comerciais e industriais ligadas directamente à alimentação. É a este conjunto de actividades que deve chamar-se «sistema alimentar» ou «sistema de produção, processamento e distribuição de alimentos».

Comparando o dispêndio em energia «per capita» no sistema alimentar, verifica-se que nos E.U.A. (em 1963) e no Reino Unido (em

1968) os valores são sensivelmente idênticos: 23,6 MJ e 23,7 MJ, respectivamente. Para a relação energia dispendida no sistema alimentar, energia dispendida na produção, os valores são:

E.U.A. 3,9  
Reino Unido 3,14

Se acrescentarmos o dispêndio energético com a cozinha, aquisição de alimentos, etc., nos E.U.A. há um consumo adicional «per capita» de 10,4 MJ, e a relação anterior passa de 3,9 para 5,59.

Os valores percentuais são os seguintes para os E.U.A.:

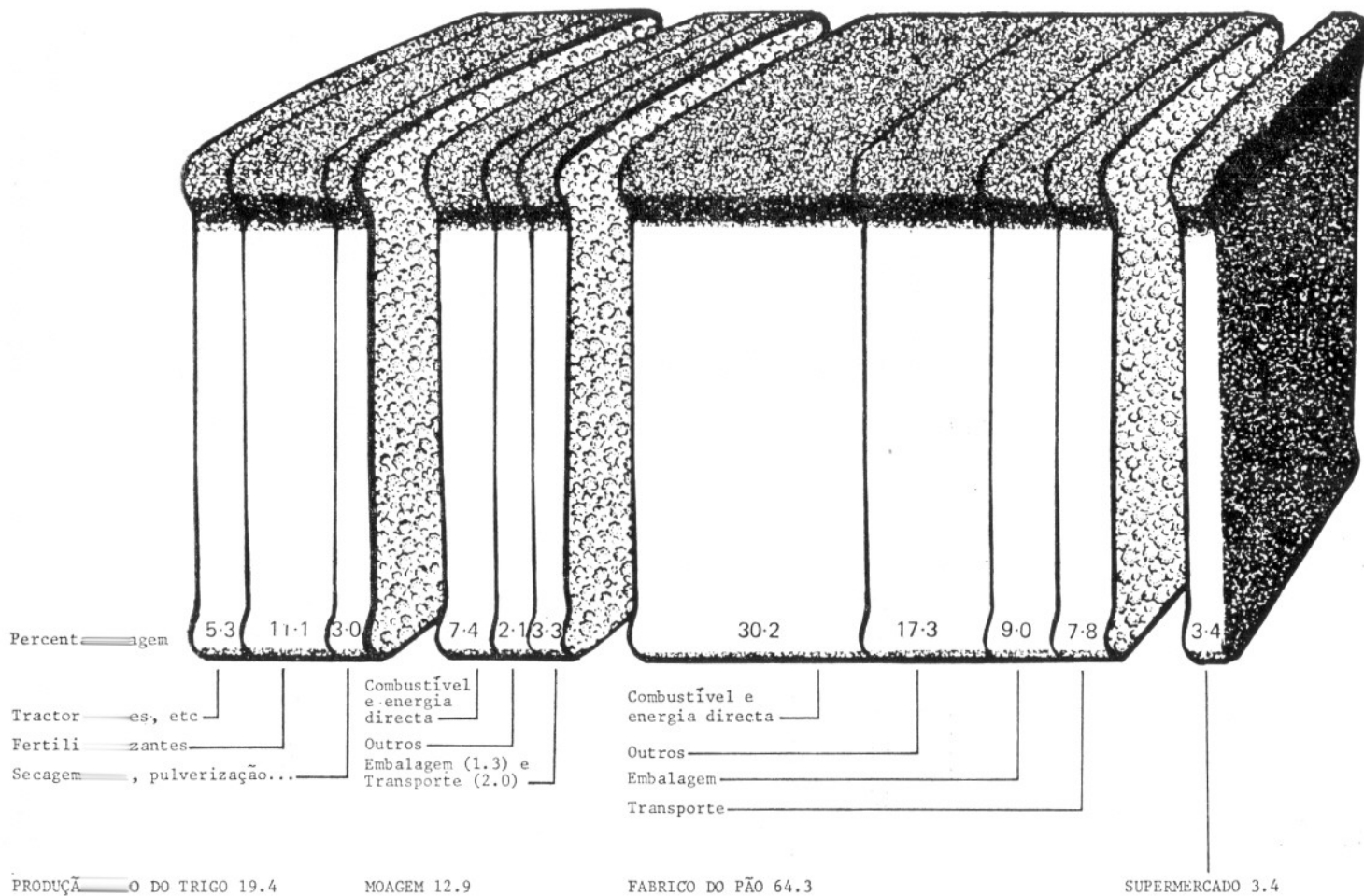
Na produção agrícola e pesca	18%
Processamento dos alimentos	33%
Distribuição e venda	19%
Cozinha, etc.	30%

Os valores para os E.U.A. foram estimados por Hirst [5]. Para o Reino Unido por G. Leach [6]. A repartição percentual é análoga.

Considerando o gasto total (isto é, a cozinha, os dispêndios energéticos associados ao transporte do supermercado para casa, etc.), os valores globais situam-se, pois, em cerca de 800 kg de equivalente em petróleo por pessoa, por ano, para ambos os países (embora em anos diferentes) e relativamente à totalidade dos alimentos consumidos.

Considerando o caso particular do pão vendido em supermercado e excluindo os gastos referentes à cozinha, etc., obtém-se a sugestiva síntese da figura seguinte, que ilustra o

**Custo em energia não renovável de 1 kg de pão no Reino Unido vendido num supermercado** (total 20.7 MJ ~ 0.48 kg de equivalente em petróleo — Segundo G. Leach, «Energy and Food Production», 1976)



PRODUÇÃO DO TRIGO 19.4

MOAGEM 12.9

FABRICO DO PÃO 64.3

SUPERMERCADO 3.4

A figura fala por si: um quilograma de pão vendido no supermercado exige o equivalente a 0,48 kg de petróleo. A relação entre a energia gasta e a energia contida nesse quilograma de pão é de 1,9. O custo energético da proteína foi de 243 MJ/kg.

**5.2 Em termos de energia gasta por trabalhador, a agricultura situa-se no domínio da indústria pesada,** ligeiramente acima da indústria automóvel e muito acima de um enorme grupo de indústrias mecânicas, tomando como referência o ano de 1968 e o Reino Unido. Apesar das incertezas inerentes a algumas parcelas de balanços energéticos com esta complexidade, os resultados finais variam pouco ao serem obtidos por metodologias diferentes. A margem de incerteza final em nada altera, por isso, as surpreendentes revelações que trazem. Surpresa que desaparece ao desmontarem-se os mitos à luz fria da análise objectiva e quantificada. Acrescente-se que a agricultura do Reino Unido enfileira entre as mais avançadas do mundo, na óptica habitual de produtividade e progresso.

## 6. ENERGIA, TERRA E PROTEÍNAS

Se o valor de um alimento em calorias é importante, tal não basta para o caracterizar. O mais importante factor adicional a ter em conta é o seu conteúdo em proteínas. Aliás, a nível mundial, as principais insuficiências são de tipo proteico e não energético. Tem, por isso, o maior interesse, na análise energética da produção de alimentos, estabelecer o custo em energia das proteínas obtidas. Tal custo é fácil de obter a partir do custo energético da caloria alimentar desde que a mesma seja desagregada por tipo de alimento e se conheça para cada um a percentagem em proteínas da sua composição. Adoptando esta metodologia, M. Slessor, usando dados por si obtidos e reanalisando inúmeras análises energéticas efectuadas por outros autores, procurou verificar a relação existente entre a energia total (directa e indirecta) fornecida por ano e hectare e a sua produção em proteínas.

Esta análise abrangeu 250 sistemas. Entre eles contam-se a produção de proteínas a partir do petróleo e do metanol; a piscicultura; a exploração de algas; a cultura hidropónica; a produção de concentrado de proteínas a partir de folhas, etc.. No seu conjunto, abrange praticamente a totalidade dos sistemas conhecidos, desde os tradicionais aos de maior sofisticação tecnológica. A gama de energia total por hectare

apresenta uma variação entre casos extremos de cerca de 10<sup>8</sup>. Os resultados são muito importantes pois a correlação obtida é de 91% para o caso das proteínas de origem vegetal e de 81% para o caso da proteína animal [13].

A expressão que traduz a relação entre a energia gasta e a produção de proteína vegetal é:

$$P_V = 52,5 \times E^{0,72}$$

sendo  $P_V$  a produção em kg por hectare-ano de proteína vegetal e  $E$  a energia total fornecida ao sistema expresso em Giga Joules por hectare e ano.

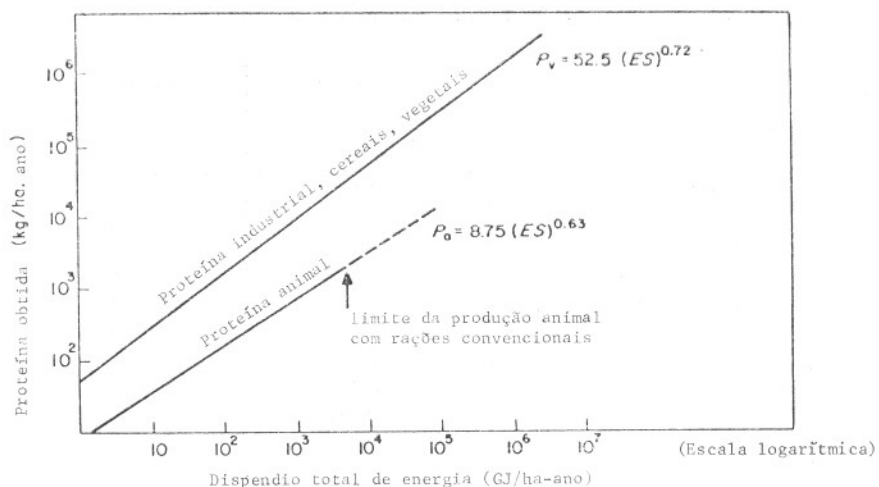
Para a proteína animal, a relação é:

$$P_A = 8,75 \times E^{0,63}$$

com  $P_A$  e  $E$  expressos nas mesmas unidades que anteriormente. Deve notar-se que a superfície a que se refere  $P_A$  é a superfície total de terra que intervém na produção. Tal significa, por exemplo, que no caso da produção industrializada de carne, não intervém apenas a área das instalações mas sim a área total envolvida na produção de rações e alimentos nela consumidos.

Os resultados anteriores têm implicações de relevante interesse prático apesar das inerentes reservas que devem pôr-se à sua aplicação quantitativa a casos específicos. Efectivamente, numa região bem determinada e num sistema específico, é perfeitamente natural que se verifiquem diferenças significativas. Por exemplo, uma melhoria genética combinada com um fertilizante apropriado pode apresentar valores superiores. No entanto, o que a experiência revela é que se o aumento de energia artificial por hectare combinado com a espécie vegetal adequada pode aumentar significativamente a produtividade da terra, os aumentos de energia a partir de um determinado valor óptimo não aumentam de igual modo a produtividade e provocam habitualmente o seu declínio. Por outro lado, uma melhoria genética corresponde quase sempre a um desenvolvimento da capacidade de resposta a um número restrito de factores (por exemplo, fertilizante), desenvolvimento esse que, tipicamente, arrasta uma vulnerabilidade maior noutras características (p. ex. a resistência a certas doenças, temperaturas, etc.). A protecção contra os factores desfavoráveis, além de exigir adequada coordenação, traduz-se invariavelmente por aumentos no dispêndio de energia. Ao atingir-se o máximo de produtividade para uma dada combinação de factores, o avanço seguinte obter-

-se-á por manipulação genética, mudança de tipo de cultura, etc.. Este é o significado a dar à correlação apresentada.



Apesar das observações anteriores, a implicação a nível global é ineludível:

- Para alimentar adequadamente uma população determinada, ou se aumenta a área cultivada ou a utilização directa e indirecta de energia por unidade de superfície. Em qualquer caso há um aumento total de energia dispendida.
- A produção de proteínas por hectare não cresce em proporção directa com a energia fornecida; cresce em proporção inferior.

## 7. EFEITO DA COMPOSIÇÃO DA DIETA ALIMENTAR

Se em termos puramente fisiológicos as proteínas necessárias à dieta alimentar podem ser obtidas através de uma alimentação predominantemente ou mesmo totalmente vegetariana, tal tipo de dieta é a excepção e não a regra. Aliás, na tipologia alimentar é hábito indicar apenas as proteínas de origem animal. É de acordo com óptica semelhante que o consumo de proteínas de origem animal (e não o consumo total de proteínas) figura (erradamente) entre as variáveis macro-económicas que para uns quantos exprimem o progresso. A proteína animal resulta da

conversão efectuada pelos animais das proteínas vegetais que ingerem. Tal conversão introduz perdas consideráveis, não apenas sob o aspecto energético como proteico.

A tabela seguinte dá, a título ilustrativo, alguns exemplos:

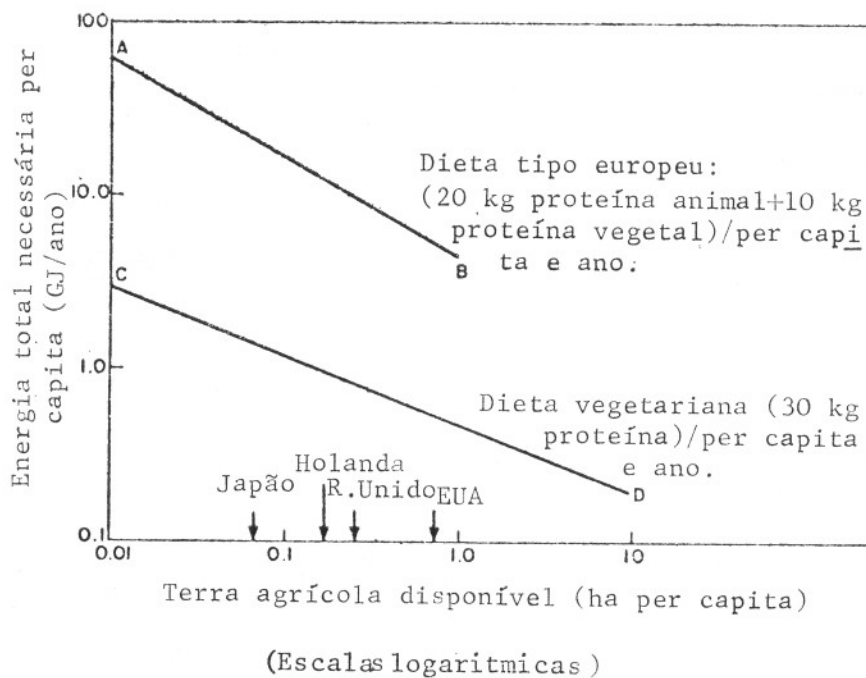
<i>Animal</i>	<i>Rendimento energético na conversão</i>	<i>Rendimento da conversão proteica</i>
Cadela em gestação	25%	
Vaca	14-19%	9-11%
Leite de vaca:		
— (média de 3 lactações)	30%	17%
— (média durante a vida)	14%	18%
Borrego	10%	6%
Porco	30-40%	14-16%
Frango	12-16%	12-14%
Truta (tanque)	17%	
Lúcio jovem	40%	

Independentemente de uma análise caso a caso, importa sublinhar a diferença de comportamento na produção de proteína animal e vegetal por hectare com o aumento da energia artificial utilizada. Como sublinha o autor das correlações apresentadas, a prática vulgarizada de utilizar uma relação fixa na conversão de proteína vegetal em animal não é justificada pelos factos, pois quanto mais intensivos em energia são os sistemas de produção animal, mais intensivos tendem a ser os sistemas de produção vegetal que os suportam. Daí que o rendimento na conversão proteica se degrade com o aumento da intensidade na energia utilizada. A tabela seguinte explicita a observação [13]:

<i>Intensidade em energia GJ/ha-ano</i>	<i>Produtividade em proteínas kg/ha-ano</i>		<i>Relação proteína vegetal/proteína animal</i>
	<i>Animal</i>	<i>Vegetal</i>	
3	16	115	7
10	35	280	8
30	70	640	9
100	150	1500	10
300	310	3400	11
600	490	5600	11,3
1000	680	8000	11,8



Com base nas correlações anteriores pode determinar-se — para efeitos normativos — o mínimo de energia a fornecer por ano e «per capita» em função da terra disponível e do tipo de dieta alimentar. Na figura seguinte apresenta-se tal relação para um consumo médio anual «per capita» de 30 kg de proteínas no caso de uma dieta inteiramente vegetal e de uma dieta tipo europeu, que consiste em 20 kg de proteína animal e 10 vegetal. Indica-se também o valor de terra cultivável disponível «per capita» em vários países. Os valores devem-se a Slessler.



## 8. PESCA E ENERGIA

8.1 As actividades de pesca como fonte de alimentos não foram ainda explicitamente abordadas, apesar da enorme importância do peixe na dieta alimentar de inúmeros países, nomeadamente Portugal.

Para a relação energia dispendida/energia metabolizável no peixe, Steinhart [8] dá para a pesca costeira os valores de 1/1, e para a pesca do alto entre 10/1 e 20/1. A ausência de indicações suplementares torna

difícil uma avaliação pormenorizada de tais valores e o estabelecimento do custo em energia das proteínas. O estudo efectuado por G. Leach [6] apresenta uma análise de muito interesse para vários casos específicos.

Assim, para o Reino Unido e em 1968, os valores são:

— Energia total gasta por kg de peixe utilizável na alimentação humana	34,6 MJ/kg
— Energia total gasta por kg de proteínas	78,6 MJ/kg
— Relação entre a energia total gasta e a energia metabolizável	20

Para a Austrália, no caso do marisco, a relação entre energias é de 17,3. O custo energético por kg de proteínas é de 366 MJ/kg.

Tendo apenas em conta, no balanço energético, o custo em energia directa do combustível, G. Leach apresenta ainda os seguintes valores:

<i>País e tipo</i>	<i>Energia no combustível/energia metabolizável</i>	<i>Energia gasta por kg de proteínas MJ/kg</i>
Golfo do México — marisco	164	3450
Malta — pesca geral — 1972	23	420
Adriático — pesca geral — 1971-72	62,5 a 109(*)	1135 a 1990(*)

(\*) Os valores menores correspondem a embarcações pequenas.

8.2 A produtividade primária do mar é extremamente variável (encontrando-se estreitamente associada à conjugação de correntes de pequena e de grande escala que assegurem um fluxo suficiente de nutrientes) e muito sensível à poluição de zonas críticas para o equilíbrio ecológico. Por outro lado, o desenvolvimento das técnicas de detecção e captura tem conduzido, em inúmeros casos, à sobrepescagem e à destruição da capacidade ecológica de recuperação. O aumento da captura está intimamente ligado a um maior consumo de energia, que os valores anteriores claramente reflectem. A pesca costeira é a que representa o custo energético mais baixo, mas é por isso, também, a que mais rapidamente excede a capacidade de recuperação do ecossistema. O aumento de produção através da pesca do alto traduz-se num crescimento muito rápido do custo em energia da caloria alimentar e da proteína, não só devido ao maior consumo em combustível directo para o transporte e conservação, como aos custos indirectos do equipamento. O aparecimento

das fábricas flutuantes, de que são bem conhecidos os exemplos da U.R.S.S. e do Japão, insere-se numa evolução típica, que o custo em energia traduz. Por outro lado, tudo parece indicar que o limite da captura mundial de peixe se encontra próximo por razões ecológicas. O alargamento dos direitos económicos sobre as águas costeiras até às 200 milhas é uma das consequências.

Na situação actual, o valor típico para a relação energia dispendida/energia metabolizável (cerca de 20) mostra que a pesca, só por si, excede largamente os valores médios dos restantes produtos alimentares nos países industrializados. Do facto decorre que a pesca, tal como actualmente concebida e praticada, não é certamente a fonte de proteínas e calorias baratas que habitualmente se considera. A dependência crítica em que a pesca se encontra da energia, aconselha por isso uma análise muito cuidadosa de todo o planeamento que neste sector se faça pois não é óbvio, no caso do nosso País, que a solução mais adequada seja a pesca a grande distância.

## 9. A CRISE DA ENERGIA

9.1 Os valores anteriormente apresentados documentam, ineludivelmente, a crítica dependência em que a produção de alimentos se encontra relativamente à energia. O sistema alimentar sofreu uma industrialização acelerada, para a qual singularmente contribuiu o custo real decrescente dos combustíveis fósseis. Este facto tem sido iludido sistematicamente, havendo uma generalizada (e irracional) tendência para acusar os países árabes de todas as dificuldades e para atribuir a um acto histórico preciso — a guerra israelo-árabe de 1973 — as causas de uma crise. A realidade profunda é algo diferente. Por um lado, procedeu-se com o petróleo e gás natural como se de vulgares produtos industriais se tratasse, e como se produções crescentes fossem indefinidamente acompanhadas de preços unitários decrescentes. Como todos os recursos naturais, os combustíveis fósseis existem apenas em quantidades finitas. Por outro lado, eles seguem a lei ineludível de os custos totais em energia para a sua obtenção, após uma fase decrescente, atingirem um mínimo seguido de um crescimento acentuado. Tal comportamento é previsível e decorre do segundo princípio da Termodinâmica. Uma simples mas racional aplicação dos princípios fundamentais da Termodinâmica, juntamente com uma análise de toda a informação disponível, tinha permitido a King Hubert prever, há mais

de 20 anos, que o máximo de produção nos E.U.A. de petróleo e gás natural se deveria verificar entre os princípios e os meados da década de 70. Tal comunicação foi apresentada numa reunião de especialistas mas a publicação final foi censurada pela companhia petrolífera a que pertencia, fazendo a substituição do período indicado por «dentro de algumas décadas»<sup>(1)</sup>. A previsão relativa ao máximo de produção mundial aponta para 1990 ~ 2000. Só passados mais de 20 anos os mesmos foram, a nível oficial, tomados seriamente. É desnecessário analisar as razões de tal procedimento, embora seja de algum interesse referir que o Prof. King Hubert foi convidado a expôr, em pormenor, as bases e consequências das previsões feitas pelos grupos financeiros mais importantes ligados ao petróleo. Tais reuniões efectuaram-se ao mais alto nível e foram mantidas reservadas.

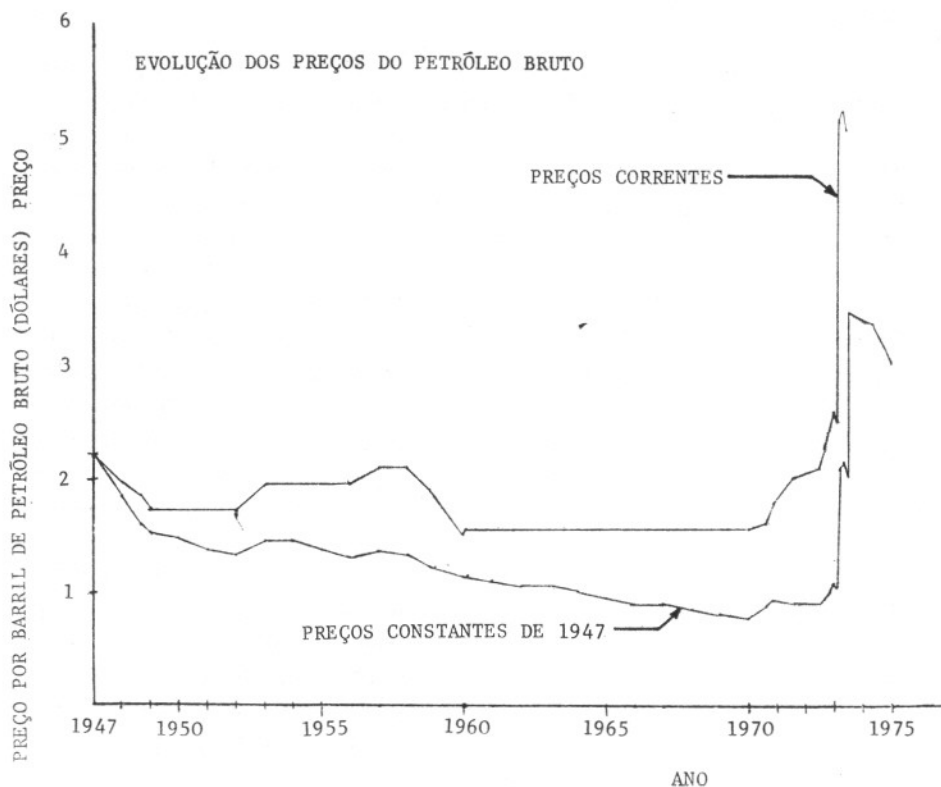
9.2 O carácter finito dos recursos naturais é hoje um dado adquirido, embora só muito raramente tido efectivamente em conta pelos mais altos responsáveis. Para que se sublinhe o facto de o espectacular desenvolvimento do pós-guerra nos países industrializados ter tido no petróleo a **preços reais decrescentes** um factor de primordial importância, apresenta-se na figura seguinte a evolução dos custos a preços correntes no período 1947-1975. Na obtenção do custo a preços de 1947 utilizou-se o índice de preços no Reino Unido publicado pelo **Economist** (13.7.1974) para o período 1961-1973<sup>(2)</sup>.

---

<sup>(1)</sup> Comunicação pessoal do Prof. King Hubert, que na altura pertencia aos quadros da Shell. Esta divulgação tem o seu assentimento.

A substituição de 1970-1975 por «dentro de algumas décadas» visava sobretudo os accionistas das companhias de petróleo, pois era susceptível de influenciar a cotação das acções na bolsa.

<sup>(2)</sup> Poder-se-ia ter usado outro país como referência, mas a evolução final seria do mesmo tipo.



Como se verifica, o aumento de preços verificado em 1971 ~ 1973, limitou-se, praticamente, a repor o petróleo bruto no seu valor real de troca, o qual se tinha progressivamente degradado com a inflação importada dos países desenvolvidos. Tal subida seria inevitável houvesse ou não a guerra israelo-árabe e verificar-se-ia logo que os países produtores conseguissem estabelecer uma frente comum.

A reacção imediata à subida nos preços do petróleo foi uma alta de inflação nos países industrializados. Tal inflação teria como efeito baixar novamente os custos reais do petróleo no caso de se não verificarem posteriores subidas no seu custo monetário. Tais ajustamentos têm sido periodicamente efectuados com o primordial objectivo de manter o preço real. Neste tipo de ajustamento, os desequilíbrios e as repercus-

sões serão tanto mais acentuadas quanto menor a capacidade de resposta das várias economias. Os mais débeis sofrem, como sempre, os efeitos mais pesados.

9.3 Tendo em conta a estrutura do custo energético dos produtos, é natural que o efeito imediato duma subida no custo da energia se repercuta através dos efeitos directos. Com o decorrer do tempo, os custos indirectos far-se-ão sentir cada vez mais. Trata-se de um processo dinâmico, em que os tempos de reacção às várias perturbações são diferentes. Por outro lado, a perturbação introduzida pelo custo directo da energia surgiu numa altura em que a estrutura económica dos países desenvolvidos do ocidente apresentava já ineludíveis sintomas de graves distorsões. Contra as profecias (sem base) de uns quantos ideólogos de há poucos anos atrás, era inelutável que a «crise de energia» se iria fazer sentir nos países de leste. A própria estratégia de desenvolvimento que tinham seguido, assente no desenvolvimento de indústrias pesadas e energia intensivas e numa industrialização da agricultura de tipo ocidental (embora muito menos bem sucedida) torná-los-ia, necessariamente, vulneráveis a alterações significativas no custo real da energia. Tal custo poderia ser mantido artificialmente baixo por razões políticas... A U.R.S.S., principal fornecedor de petróleo bruto aos países de leste, porém, alinhou os preços do seu petróleo com os dos países da O.P.E.P.... Que num caso o aumento se tenha devido à «exploração capitalista» e no outro à «excelência do socialismo centralizado», é algo que certos políticos não deixarão de vir explicar... sem que por esse facto a pobreza dos pobres e dos fracos tenha deixado de aumentar...

9.4 Para além das flutuações próprias da conjuntura, para além das pressões ou manipulações de ordem política em torno do custo real dos combustíveis líquidos e gasosos, não poderão subsistir dúvidas acerca duma tendência para a subida dos custos reais no médio e longo prazo. Seria também ilusório pensar que outras formas de energia alternativa, sobretudo as formas altamente concentradas, venham a reduzir os seus custos relativos. O caso da energia nuclear é, sob este aspecto, altamente significativo. Quando se esperava a sua indiscutível competitividade económica verificou-se o inverso pela via da escalada nos custos do equipamento o qual ultrapassou o crescimento da inflação. E tal passou-se com uma forma de energia onde os preços reais foram sempre artificialmente descidos através de um sem número de subsídios indirectos. Tal escalada nos custos reflecte, entre outros factores, o custo em energia da própria construção das centrais e da produção de urânio enriquecido.

9.5 Se os custos reais da energia não vão certamente descer, pois os recursos finitos do planeta em formas não renováveis são já uma realidade ineludível, é fundamental que este facto seja tido devidamente em conta num planeamento para o futuro. Em Portugal, se a crise de energia tem servido de pretexto para as mais variadas justificações de medidas económicas e políticas, o que se tem verificado é uma actuação superficial como se de crise passageira se tratasse. Tal facto torna-se sobretudo evidente ao analisar as soluções técnicas advogadas e implementadas tanto no âmbito restrito da política energética como na da política económica em geral, nomeadamente quanto à produção de alimentos. Tais soluções, independentemente do quadrante ideológico de que provêm, exprimem um substracto técnico comum caracterizado pela desactualização típica do subdesenvolvimento científico e tecnológico, o qual se caracteriza por uma cópia de soluções de outros países sem uma análise crítica que evidencie o sentido profundo da evolução e que seja capaz de identificar o que é e não é adequado ao país real para onde a transposição se efectua.

9.6 Analise-se novamente a evolução dos custos reais do petróleo nas últimas décadas. Tal baixa seria por si só factor muito importante, mas que não traduz todo o impacto produzido. De facto, para além do custo da energia, há a facilidade com que os combustíveis líquidos e gasosos se transportam e utilizam, e o mais baixo custo do equipamento. O efeito conjugado dos dois factores afastou da competitividade económica outros combustíveis — nomeadamente o carvão — e impediu o aproveitamento da maioria das formas renováveis de energia. Tal facilitou a rápida penetração de soluções tecnológicas desenvolvidas pelos grandes grupos económicos que desse modo alargaram substancialmente o seu domínio. A enorme implantação e expansão das multinacionais na Europa corresponde a este período. O espectacular aumento de produtos sintéticos e de inutilidades perigosas e o refinamento das técnicas de «marketing» e de manipulação da informação para o consumo inútil está associado à mesma fase. As consequências são conhecidas: a dependência de uma única fonte de energia e a consequente vulnerabilidade atingiu proporções alarmantes. Por outro lado, a estrutura económica sofreu profundas distorções em benefício da hiper-centralização e controle por um número reduzido de grupos económicos e financeiros. O caso da Europa Ocidental é profundamente esclarecedor. Os efeitos no sistema alimentar foram imensos. Tal tipo de «crescimento» conduziria inevitavelmente à rotura. O primeiro efeito visível foi «a crise do ambiente». Sucede-se a «crise

de energia» e a esta a «crise do sistema alimentar». A raiz comum é o uso abusivo e irracional de uma forma privilegiada de combustíveis fósseis — o petróleo e o gás. A nova realidade é por isso singularmente diferente. No passado, ao uso crescente de energia corresponderam sempre preços mais baixos e a maior facilidade de utilização. No presente e no futuro, todas as formas convencionais típicas da ordem económica e política que gerou a situação existente só têm à sua disposição formas mais dispendiosas de energia e tecnologias mais complexas de utilização. As Centrais Nucleares de fissão, as Centrais Nucleares com reactores «breeder» e fusão termo-nuclear controlada (se for possível) inserem-se nessa via de agravar os problemas aumentando a dimensão dos erros. Todavia, nem os seus inspiradores e promotores de origem estão certos de que poderão levar a cabo uma tal operação devido à escassez de urânio e aos fabulosos dispêndios financeiros exigidos que a opinião pública tolera cada vez menos. Por isso, investem já nas formas renováveis de energia, de modo a desenvolver soluções que lhes permitam manter e ampliar o controle e o poder de que dispõem. As soluções advogadas são, obviamente, e de novo, de tipo centralizado e capital intensivo e começam a ter ao seu serviço um expressivo aparelho de propaganda que desacredite as realizações tecnológicas difíceis de monopolizar e promova a «magia» e o prestígio do «progresso» que advogam.

9.7 Para quem das relações entre a economia, a ciência e a tecnologia tem um conhecimento minimamente fundamentado, capaz de ultrapassar os condicionamentos da propaganda, não é difícil constatar que as soluções técnicas adoptadas resultaram do contexto económico em que se inseriam, nomeadamente a energia barata. O mesmo conhecimento científico produziria hoje soluções técnicas diferentes mesmo numa economia estritamente capitalista. Todavia, tal diferença não é perceptível para quadros técnicos e económicos cuja formação assentou em receituários de que se não discutiram ou abarcaram os fundamentos científicos. Num país como Portugal, em que a Universidade fez da sebenta a verdade, do acriticismo vocação e do diploma passaporte de promoção económica e social, não tem nada de surpreendente o comportamento que entre nós se verifica. Com esta realidade subjacente, a ideologia não tem passado do verbalismo que esconde, o mais das vezes, a incompetência profissional e o oportunismo. Por isso, ao advogarem-se exemplos estrangeiros defendem-se ou implementam-se soluções que em nome do progresso correspondem o mais das vezes a profundos e graves retrocessos. Os efeitos da subserviência científica e tecnológica têm, no contexto actual,



gravíssimas repercussões e arriscam-se a liquidar todas as perspectivas de um futuro diferente. Mais uma vez, os subservientes pagarão os custos da mudança. Os países industrializados amortizarão os seus erros exportando a tecnologia que os levou ao beco onde se encontram. Quando tiverem efectuado a mudança, exportarão os «remédios» para as graves distorções que provocaram. No processo, uns sairão mais fortes, outros mais dependentes. Aos que se colocam na posição em que nos encontramos, o futuro apenas reserva uma posição ainda pior.

O efeito mais dramático da crise da energia para um país como Portugal é o não ter expandido e estruturado a sua economia quando a energia barata poderia ter sido o motor e de procurar fazê-lo hoje, quando tal possibilidade se encontra não só definitivamente arredada como o desastre a que leva ser já perfeitamente visível. Infelizmente, os mais altos responsáveis ou se recusam a fazê-lo, ou não são capazes de ultrapassar as aparências que deslumbram os turistas apressados. Os quadros técnicos, económicos e políticos, não se apercebem da profunda alteração que a nova realidade implica ou temem a mudança com receio de perder a importância ou os privilégios de que disfrutam. Manter a fachada, tornou-se a palavra de ordem. Mesmo quando a fachada se desmorona, a culpa é sempre de outrem. No final, há sempre alguém que paga as custas e esse alguém é sempre a maioria.

## 10. A PRODUÇÃO ALIMENTAR PORTUGUESA

Torna-se claro, dos resultados anteriores, que para alimentar a população de um país é necessário um mínimo de terra cultivável ou de superfície de pesca, e um mínimo de energia. Ao importar alimentos, um país está a usar a terra de outrém, o mar de outrém, e a energia que outrém gastou. Este facto ineludível é válido seja qual for o tipo de alimentação ou de sistema alimentar.

Portugal importa, actualmente, cerca de metade dos produtos necessários à sua população. De acordo com os balanços alimentares publicados pelo I.N.E., a capitação em 1975 era de 3190 calorias por dia, e 86,4 proteínas, das quais 17 g de origem animal. Tais valores médios estão muito longe de traduzir a realidade, pois neles se incluem os desperdícios e se desconhece a repartição por distritos e classes de consumidores. Uma das componentes mais importantes no desequilíbrio da balança de pagamentos corresponde a produtos destinados à alimentação de gado.

Em muitos casos, tal situação é simplesmente aberrante, pois corresponde a uma industrialização desligada de toda a realidade: importam-se animais seleccionados e as rações para os alimentar, fomentando padrões de consumo insustentáveis pela grande maioria. Ao conjunto vêm juntar-se enormes perdas nos circuitos de distribuição e o lucro escandaloso de intermediários sem escrúpulos. Noutros casos advoga-se ou pratica-se uma industrialização agrícola como se a realidade ecológica fosse transformável ao sabor das fantasias ou convicções de quem decide. Nesta perspectiva irracional e demagógica, a campanha da auto-suficiência alimentar caminha a passos largos para a reedição em grande escala da célebre campanha do trigo nos começos do salazarismo, com a tremenda agravante de as consequências serem extremamente mais gravosas. Sustentada politicamente e alimentada com subsídios directos e indirectos é possível que a fachada se mantenha durante uns anos até ao momento em que a realidade se imponha em toda a sua extensão: transferimos a dependência alimentar para uma dependência energética muito mais gravosa que a presente tendo como resultado final um agravamento da situação económica geral. Será tal percurso evitável? Existirão alternativas?

## 11. A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E O SISTEMA ALIMENTAR

11.1 Ao analisar-se o custo energético da produção de alimentos é fundamental a distinção entre o subsídio energético utilizado directamente na terra e o subsídio energético à totalidade do sistema alimentar. Só a clara separação entre os dois permite descortinar se a finalidade de certas opções é alimentar a população ou se, com esse pretexto, se visa alimentar o poder e o lucro dos grupos que controlam o sistema económico.

Com a população actual é totalmente ilusório supor que seria viável produzir alimentos em quantidade suficiente sem o recurso a subsídios importantes de energia. Para que se tenha uma noção de valores quantitativos, as correlações anteriores em termos de energia por hectare/custo energético de proteínas poderão ser utilizadas. Para uma dieta de tipo europeu, tal significaria o uso de 2 ~ 3 milhões de toneladas equivalentes de petróleo para que Portugal alimentasse a população prevista para meados da próxima década. Tais valores correspondem a balanços energéticos por hectare. Se, porém, a cópia for estendida à produção e distribuição centralizada típica dos hiper-industrializados, o valor irá

crescer de 5 a 10 vezes. Este aumento, que é desperdício e degradação ambiental, está directamente ligado às opções políticas de organização da vida social e da economia. Tal valor é o custo em energia da centralização, da transferência forçada da população ligada à terra para um enquadramento industrial de proletarização. Com essa transferência, nem a qualidade de vida melhora, nem o custo de alimentação desce, nem se trava a corrida acelerada para a desertificação e o desastre ecológico em imensas áreas. Ganham apenas os exploradores do trabalho alheio, seja qual for o modelo político advogado, desde que a centralização político-económica seja a motivação subjacente (motivação, aliás, conducente ao totalitarismo a que apenas se muda o rosto).

11.2 A industrialização forçada exige enormes recursos em capital que vão indirectamente buscar-se à própria agricultura. Por outro lado, reforça-se a substituição do labor humano por energia não fomentando a criação de postos de trabalho. Tendo em conta a situação do País, uma análise realista em termos meramente financeiros levará à conclusão de que tal via desembocará no colapso mesmo que através de empréstimos se conseguissem meios de investimento necessários. Invocar, sob este aspecto, a evolução seguida nos países industrializados, e pretender repeti-la, é intrinsecamente indefensável em bases racionais... Talvez por isso se propagandeie que são opções... políticas!

A defesa que tem sido feita de um desenvolvimento da agricultura baseado no pressuposto da integração no mercado comum é, como facilmente se descortina, de um risco inadmissível especialmente no modo em que tem sido advogada. De facto, em tal argumentação toma-se como pressuposto uma análise de produções e custos nos países do mercado comum baseada em estatísticas que nem sequer reflectem ainda os efeitos directos dos novos custos de energia<sup>(3)</sup> quanto mais os importantíssimos efeitos indirectos que não deixarão de surgir. Deste modo, quando as novas estruturas começassem a ter significativo impacto e já fosse impossível o retrocesso, verificar-se-ia que já não existia o contexto para que haviam sido planeadas. Seria uma repetição de Sines extremamente agravada e de repercussões bem mais vastas.

---

<sup>(3)</sup> Devido por um lado ao típico atraso nas estatísticas e por outro às actuações políticas destinadas a amortecer as consequências imediatas diluindo-as no maior prazo possível.

11.2 Em face da complexa situação que se enfrenta, é de elementar bom senso conceber e aplicar tendo em conta os traços fundamentais da *evolução no mundo que nos cerca e preservando a máxima flexibilidade* correctiva. Esta simples consideração eliminaria por si só as grandiosas realizações que têm na centralização, no desperdício energético e na natureza capital-intensivo ou energia-intensiva as características dominantes. A natureza capital-intensivo e energia-intensiva são típicas da indústria pesada e da utilização maciça de fontes não renováveis de energia. A política energética e a política de produção de alimentos têm nesta faceta o elo de ligação mais evidente. Importa por isso aprofundá-la um pouco mais.

## 12. A ESCASSEZ DO PETRÓLEO E O TUDO ELÉCTRICO

12.1 É muito frequente em certos níveis o pensamento simplista e pseudo-humanitário seguinte:

- aproxima-se o esgotamento das reservas de petróleo e gás natural.
- alimentar a humanidade exige fertilizantes, herbicidas, pesticidas, etc., que só a indústria petroquímica é capaz de fornecer.
- sendo impossível a sobrevivência da humanidade sem os produtos sintéticos da petroquímica, devem reservar-se todos os recursos petrolíferos para essa finalidade e expandir o mais rapidamente possível formas poderosas de energia concentrada, como sejam as centrais nucleares de fissão, seguidas das centrais sobre-regeneradoras e... as de fusão logo que se resolvam os problemas insolúveis.

Entre nós, figura nos textos oficiais que pretendem justificar o crescimento acelerado nos investimentos em instalações de produção termo-eléctricas, que tal é necessário para que se consiga o desenvolvimento da agricultura através da electrificação rural.

Este tipo de argumentação, que parece convincente, não resiste todavia a um mínimo de análise realista e quantificada que não caia na armadilha das espartilhadas visões sectoriais, nem na ficção científica. Por outro lado, tenham-se em conta os recursos financeiros exigidos por uma electrificação rural significativa assente numa produção centralizada. Presentemente, o custo do KW instalado numa central nuclear situa-se nos 40.000\$00, verificando-se uma escalada acentuada e permanente nos

custos. Acrescente-se a este custo o da capacidade de reserva a que a segurança de abastecimento obriga. Junte-se-lhe o custo da transmissão na rede de alta e média tensão. Tenham-se em conta as perdas de transmissão. O custo mais do que duplica. Acrescente-se-lhe o custo de distribuição e as perdas em baixa tensão, e verifique-se o custo a que ficaria o custo do KW na exploração rural e a potência a instalar para que ela possa ter algum significado. Com o maior optimismo, teríamos custos finais de instalação pelos 100.000\$00 ~ 150.000\$00 por KW. Seja-se modesto e austero imaginando que apenas se pretende levar o conforto da electricidade à família que vive isolada na exploração agrícola. Serão ~ 2KW, não fazendo qualquer uso significativo para força motriz. Serão entre 200 a 300 contos por família.

Levar electricidade nuclear à casa da família rural é muito mais dispendioso que dar-lhe habitação condigna! Com tais encargos a amortizar, qual seria o preço da tarifa? Onde iriam os «rurais» buscar os rendimentos para satisfazer tais encargos?

12.2 A ineludível realidade anterior é habilmente escamoteada nos planos de investimentos da Electricidade de Portugal (E.D.P. — Empresa Pública) porque neles se contempla apenas o investimento na produção e pequena parte da rede de distribuição. Tudo o restante, que é pelo menos equivalente, pressupõe-se ser da responsabilidade de outros ministérios, das autarquias, etc.. É por isso que a prometida electrificação rural não passa da pior demagogia. Demagogia consciente ou inconsciente, cuja razão profunda não é promover a melhoria do bem-estar das populações rurais nem um aumento da produção de alimentos. A finalidade primacial é perpetuar o sistema reforçando a centralização efectiva e o poder de uns poucos. É a política do tudo eléctrico que não resiste à elementar constatação de que o tudo eléctrico é não só financeiramente inviável como tecnologicamente impossível à escala requerida no tempo que resta à humanidade para simplesmente... não morrer de fome.

A conclusão anterior decorre da mera verificação de que não há recursos materiais e humanos para que se possam simultaneamente instalar grandes centrais nucleares, alargar a rede de distribuição de energia eléctrica, construir habitações, electrificar a exploração agrícola, instalar refinarias, construir escolas e hospitais, etc., etc.. Prometer tudo é uma coisa. Executar é algo bem diferente. Quando se tratar de executar fixam-se prioridades, e as prioridades irão inevitavelmente para as grandes Centrais, para as grandes realizações centralizadas que são aquelas para as quais há sempre uma empresa estrangeira pronta a executar... e a

afirmar que assume todas as responsabilidades de perfeita execução... (como em Sines!).

Acrescente-se à panorâmica anterior a escassez de urânio, cujas reservas conhecidas se esgotam antes do petróleo. Tenha-se em conta que os reactores de segunda geração ainda não estão comercializados mas já se sabe serem de custo bem superior aos seus predecessores e que não poderão vir a ter qualquer impacto significativo na produção global de electricidade antes de pelo menos 50 anos. Considere-se o facto de nenhum cientista honesto poder ainda hoje garantir que sejam solúveis os problemas científicos de base postos pelo uso da fusão nuclear na produção de electricidade pelo que as afirmações de que a fusão nuclear controlada estará à nossa disposição ao virar do século não passa de especulação sem base. Tenha-se em conta que entretanto é necessário produzir alimentos, criar emprego, melhorar a qualidade e nível de vida. Que concluímos?

12.3 Entretanto temos o petróleo e o carvão. O facto de se prever que a produção mundial de petróleo atinja o seu valor máximo entre 1990 ~ 2000, não significa que nessa altura se esgote bruscamente. Significa sim que a produção irá declinar durante algumas décadas mais. Todavia, as reservas em carvão existem para bem mais de duzentos anos, no pressuposto de continuarem a manter-se as tecnologias de utilização e o crescimento dos consumos.

Quanto à utilização do petróleo na petroquímica, é necessário atender à percentagem que essa utilização representa actualmente. Tal percentagem, no que se refere a fertilizantes, é extremamente reduzida. O espectro da fome, através do esgotamento do petróleo, não surge por essa via. **A fome, que existia quando o petróleo era barato e considerado inesgotável, não cessou de aumentar. O problema da fome não é do petróleo, é do sistema iníquo e degradante que se encontra subjacente ao modo como é utilizado pela ordem económica vigente e pelos valores sociais que promove.** É o mesmo sistema que agora, a pretexto do esgotamento das reservas, procura formas ainda mais sofisticadas de centralização e controle político e económico, para que uns poucos continuem a morrer de excessos e a esmagadora maioria de carências alimentares. E tudo isto, em muitos casos, em nome da melhoria de qualidade de vida e de equilíbrio ecológico.

12.4 Os apologistas do **tudo eléctrico** ignoram (deliberadamente ou por incompetência) que não se metaboliza a electricidade, e que problemas

tão «triviais» como os transportes, apesar dos esforços e investimentos de muitos anos, continuam sem solução adequada. A electricidade transporta-se facilmente mas acumula-se com dificuldade e a preços muito elevados. A simples reconversão global dos transportes terrestres a electricidade (mesmo que já fosse viável) levaria décadas a concretizar-se apesar da brutal dimensão dos recursos exigidos. Os que advogam o tudo eléctrico, fazem-no porque apenas concebem a produção hiper-centralizada. Para quem só concebe Centrais de milhares de Megawatts, o vento, o sol, o biogás, afiguram-se ridículos e inviáveis. Para os que pensam em milhões de consumidores, a produção de milhões de unidades padronizadas e em conjuntos integrados de energia total é a única técnica e economicamente defensável. Uns pensam na produção de muitos milhões de KW eléctricos. Os outros nos milhões de consumidores de poucos KW eléctricos e dos KW não eléctricos necessários à melhoria dos seus padrões de vida. Uns pensam sectorialmente e facciosamente. Outros pensam que o homem é um todo e que a ciência e a tecnologia o devem servir e não servir-se dele.

A produção centralizada de electricidade desperdiça 2/3 da energia útil no combustível. A produção descentralizada e integrada aproveita pelo menos o dobro.

Numa época de transição, os apologistas do tudo eléctrico concebem a transformação radical. Em vez de desenvolverem a fundo o aproveitamento integral de recursos em combustíveis, continuam a delapidá-los através das centrais termoeléctricas clássicas e a monopolizar todos os recursos para tecnologias sem futuro. Em nome da transição suave prolongam o presente e criam as condições para uma ruptura em que tudo, hipoteticamente, se alteraria de vez.

A outra alternativa é desenvolver a fundo o aproveitamento integral, para o que existem já o conhecimento científico e as soluções tecnologicamente comprovadas. Dos combustíveis fósseis aproveita-se a electricidade e toda a energia que os apologistas do tudo eléctrico desperdiçam. Em vez de gigantescas centrais, disseminam conjuntos integrados. Nesta fase de transição, tais conjuntos usarão combustíveis fósseis ou detritos locais. Progressivamente aumentarão a utilização de combustíveis resultantes duma agricultura reconvertida. Não deitam fora o equipamento. Advogam sim o equipamento capaz de usar as formas renováveis de energia. Estes são algo mais que o colector solar ou do que o aeromotor em que uns quantos parecem esgotar tudo o que são energias renováveis.

Os «tudo eléctrico» pretendem ridicularizar os seus opositores afirmando que a colectores solares e aeromotores se não alimenta uma grande



cidade como Lisboa, ou uma siderurgia nacional. Esquecem-se, obviamente, que advogam uma Central Nuclear para accionar o motor eléctrico dum a faca de manteiga em casa de um trabalhador rural nos confins

da Beira. Esquecem-se, basicamente, de adequar os meios aos fins; esquecem-se que Portugal é mais do que o gabinete alcatifado e esbanjador de energia em ar condicionado onde se recebem os estrangeiros ou se veneram as suas realizações.

### 13. ENCARAR O PORTUGAL QUE SOMOS

13.1 Se a produção de alimentos exige energia,

Se a melhoria da qualidade de vida requer energia, nomeadamente electricidade,

Se a alimentação adequada e a eliminação do trabalho físico penoso exige energia,

Se o progresso social exige a criação de emprego,

a primeira e mais inteligente atitude é examinar **que tipo de energia, que quantidades, para que fins.** De que recursos humanos e materiais dispomos. Qual a influência do contexto internacional onde nos inserimos e qual a sua evolução previsível.

13.2 A nível internacional, assistimos a uma crise profunda, de que irão resultar certamente alterações estruturais significativas. Qual será exactamente o resultado final, ninguém o sabe. Do que não haverá dúvidas é que a economia será dominada pela escassez crescente de recursos e sobretudo de energia e alimentos. Em fase de incerteza, é de elementar bom senso adoptar um planeamento flexível, em que a trajectória passa a ser ajustada se necessário e sem grandes custos. Empreendimentos de grande vulto, altíssimos monopolizadores de recursos e cuja viabilidade depende de previsões a muito longo prazo numa multiplicidade de sectores, são obviamente de excluir, sobretudo se a finalidade visada se consegue com muito menor risco, e muito maior flexibilidade e criação de emprego.

Uma agricultura baseada na substituição acelerada de trabalho por energia, tal como ocorreu nos países industrializados, não é, certamente, defensável havendo um mínimo de lucidez. Aliás, tal tipo de desenvolvimento não resolveu sequer nesses países o problema do emprego, sobretudo nas camadas mais jovens, que não cessa de crescer desde há muitos



anos (v. recente estudo da O.C.D.E. sobre o assunto, p. ex.). Pensar resolver o problema do emprego com a imigração, também não é objectivamente defensável face à evolução da conjuntura internacional. E não será também nos próximos anos, mesmo que tal solução não repugnasse em nome dos mais elementares princípios humanitários.

13.3 Tendo em conta os dados anteriores, a racionalidade aponta para uma visão integrada dos problemas. E em tal visão, a energia necessária na agricultura deve, na medida do possível, usar recursos locais e renováveis. A título meramente ilustrativo, e por ter sido entre nós singularmente menosprezada, aponta-se o exemplo da produção de metano e de fertilizante azotado fazendo a digestão anoeróbia dos detritos. Por um lado, porque os fertilizantes azotados artificiais são os maiores consumidores de energia; por outro, porque o metano produzido é utilizável, com meras alterações de pormenor, nos actuais motores térmicos. Acresce que a criação de animais é, neste contexto, a solução racional porque a que completa um ciclo de aproveitamento integral de recursos, se os animais escolhidos e o seu número o forem numa visão equilibrada.

Na tabela seguinte indica-se, para alguns animais domésticos, o volume de metano que pode ser obtido por dia [22]:

<i>Tipo de animal</i>	<i>Metano m<sup>3</sup>/dia-animal</i>
Suíno	0.24
Bovinos	0.22
Galináceos	0.014

A composição típica em nutrientes de uma tonelada de excrementos é:

<i>Animal</i>	<i>Total em unids. nutrientes</i>			<i>Unids. nutrientes disponíveis</i>		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Bovinos	10	4	10	6	2	10
Suínos	13	4	4	6	2	4
Galináceos	35	30	15	21	15	15

O nutriente orgânico disponível, devido a pré-tratamento, é muito mais facilmente assimilável do que o estrume natural, além de que os problemas de odor e ambiente são substancialmente atenuados.

Este tipo de solução tem muitos anos de uso em França, na Alemanha, na Índia, etc., tendo-se verificado o seu declínio no pós-guerra devido ao baixo custo da energia. Actualmente, encontra-se em grande expansão, devendo mencionar-se, entre outros, o caso espectacular da China.

A solução tecnológica mais adequada varia com as condições: desde a instalação nos esgostos de Londres ao complexo recente anunciado para Chicago, até às instalações mais rudimentares para uso em pequenas explorações agrícolas ou comunidades rurais.

13.4 O exemplo do biogás é, acentua-se, apenas indicativo. Nem resolve todos os problemas como uns quantos afirmam, nem o seu contributo real é tão pequeno como outros se encarnçaram em fazer crer. É, sim, a componente de um todo, em que o conhecimento científico e a tecnologia adequada à realidade se combinam harmoniosamente num máximo de valorização de recursos e de criação de emprego.

Para além do biogás, há o aproveitamento do valor combustível de inúmeros sub-produtos de exploração agrícola. Há a produção de etanol, combustível líquido utilizável em motores correntes, etc.. Há, obviamente, a energia eólica, a energia solar e a integração adequada do uso de combustíveis líquidos e gasosos tradicionais.

De modo sintético, poderá dizer-se que um exame aprofundado revela que:

- a utilização de fontes locais e renováveis de energia (sol, vento, biogás, etc.) é não só a mais económica como a mais facilmente disseminável,
- a utilização local de unidades integradas de produção de energia eléctrica e de calor é a mais económica e a que maior capacidade tem de promover o desenvolvimento duma indústria não intensiva em capital nem em energia,
- a reestruturação do sistema global de produção e distribuição de alimentos no sentido de reduzir ou eliminar a concentração é o que leva à alimentação mais barata e menos dependente da energia não renovável.

A integração da agricultura, da pecuária, da piscicultura e da pesca é o que permite o aproveitamento integral de recursos. O fertilizante azotado é o sub-produto do tratamento anoeróbio dos estrumes que produz gás combustível. Os sub-produtos agrícolas, que a produção centralizada

desperdiça, são fontes importantes de energia de indiscutível competitividade económica desde que localmente utilizadas.

A secagem, a conservação e armazenagem, grandes consumidores de energia fóssil, podem ser feitas usando energia solar em realizações tecnológicas amplamente comprovadas.

Se fizermos a comparação em termos de custos energéticos, verificaremos que tal tipo de desenvolvimento elimina as parcelas mais elevadas do custo energético do sistema alimentar. Por outro lado, substituindo uma fracção importante do subsídio energético externo por aproveitamentos locais de formas renováveis, consegue-se simultaneamente uma produtividade elevada e um custo baixo em energia não renovável. Em termos nacionais o custo financeiro global é muito menor. Efectivamente, para além dos custos monetários já anteriormente referidos, acrescenta-se o desperdício em energia próprio da conversão termoeléctrica centralizada (a qual corresponde a cerca de duas vezes a electricidade produzida).

A estratégia anterior é a única estratégia para o futuro que permite manter abertas todas as opções de progresso. Em tal estratégia, a utilização de combustíveis fósseis corresponde a uma imprescindível fase de transição. As exigências para a agricultura, como anteriormente se referiu, não são exorbitantes e não excedem sequer a capacidade de refinação já instalada ou em curso de instalação. Tal transição não elimina a electricidade. Pelo contrário, defende o seu uso onde ela é necessária. A diferença fundamental é a que distingue o modo como se produz: num caso hiper-centralizada, hiper-capital intensivo e delapidadora de recursos escassos. No outro, descentralizada, criadora de emprego, utilizadora máxima de recursos. Num caso, a produção esquece o consumidor. No outro, os interesses do consumidor determinam a melhor estratégia de produção.

## 14. REPENSAR AS SOLUÇÕES

14.1 A explosão populacional. A crise de ambiente. A crise de energia. A fome. O desemprego. A alienação e a droga. A escandalosa traficância de armamento a troco do qual se pilham recursos para o desperdício. A sobrecapacidade bélica das superpotências para aniquilar várias vezes toda a vida no planeta, são facetas de um todo que não adianta ignorar.

Não fazer nada é transformar de novo as epidemias e a guerra no regulador trágico do equilíbrio populacional. Regulador que terá a maior probabilidade de sobre-regular, arredando definitivamente o Homem da face da Terra. Com os meios de destruição actuais, Adam Smith já não diria talvez que a soma dos egoísmos individuais é o gerador do bem comum.

A exaltação da agressividade ou o fomento da submissão deu a sociedade afluenta nuns, ou a felicidade imposta noutros. O desaparecimento dos valores éticos e humanos gerou a alienação dos jovens que se aperceberam já da hipocrisia subjacente a tantas declarações solenes de princípios nobres que se não praticam. Como observava o Prof. H. Mills, do Departamento de Medicina da Universidade de Cambridge:

«Há uma evidência crescente de que a corrida acelerada para o consumo nos países altamente desenvolvidos tem repercussões tanto nos indivíduos que continuam na corrida como naqueles forçados a abandoná-la. Os efeitos biológicos e mentais desta intensa competição podem ter um efeito muito mais sério nos países altamente desenvolvidos do que o esgotamento dos recursos ou os efeitos da poluição.

A tragédia é que os resultados da competição intensa se revelam sobretudo nos jovens, exactamente aqueles de quem o futuro depende. A idade em que mais ocorrem tais coisas como tentativas de suicídio, abuso de droga, (...) é a dos vinte».

(The Times, 25.3.1971)

Poderemos talvez acrescentar que a violência radical (que rapidamente alastrou nos últimos anos, na R.F.A., em França, na Itália, e que pela sua frequência e tipo de manifestação nos E.U.A. já quase não se fala) se insere na mesma lógica.

Ao copiar-se um modelo de desenvolvimento e ao fomentarem-se os valores que andam associados a tal tipo de progresso material, será totalmente ilusório supor-se que aqueles efeitos não surgirão antecipados e agravados, apesar de tal «progresso» material ser cada vez mais ficção para uso de papalvos. Medite-se a realidade portuguesa não escamoteando as evidências desagradáveis. Abandone-se a ficção e repensem-se as soluções numa perspectiva de futuro. Será essa a única via de sobrevivência.

## CONCLUSÃO

Existem soluções técnicas, adequadas à situação de Portugal, que correspondem à triplice necessidade de:

- autonomizar a produção alimentar
- criar emprego
- reduzir a dependência externa

Faz parte da natureza intrínseca de tais soluções:

- a utilização máxima dos recursos nacionais
- a eliminação do desperdício inútil
- a descentralização
- o desenvolvimento do interior e o equilíbrio regional
- a promoção sócio-cultural das populações e a disseminação do conhecimento científico e tecnológico mais adequado às necessidades portuguesas
- o desenvolvimento global a partir da agricultura e não da industrialização pesada

Optar por estas soluções ou persistir nas que têm sido preconizadas é uma questão política. Se as gritantes desigualdades e se a deterioração da qualidade e do nível de vida da maioria da população continuam a acentuar-se não é por ausência de alternativas mas apenas porque... se não quer.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Klatzmann, *Nourrir dix milliards d'hommes?*, Presses Universitaires de France, 1975.
- [2] Y. Hayami, V. W. Ruttan, *Agricultural Development: an international perspective*, John Hopkins University Press, 1971.
- [3] D. Pimentel «Food Production and the Energy Crisis», *Science*, Vol. 182, p. 443, 1973.
- [4] M. Slessor, «Energy Subsidy as a Criterion in Food Policy Planning», *Journal of the Science of Food & Agriculture*, Vol. 24, p. 1193, 1973.
- [5] E. Hirst, «Food — Related Energy Requirements», *Science*, Vol. 184, p. 134, 1974.
- [6] G. Leach, *Energy and Food Production*, IPC Science and Technology Press, 1976.
- [7] A. Makhijani e A. Poole, *Energy and Agriculture — A report to the Energy Policy Project of the Ford Foundation*, Ballinger Pub., 1975.
- [8] Carol & John Steinhart, *Energy: sources, use and role in human affairs*, Duxbury Press, 1974.
- [9] *Workshop on Energy Analysis and Economics*, International Federation of Institutes for Advanced Studies, Suécia, 1975.
- [10] S. Yamada, V. W. Ruttan, *International Comparisons of Productivity in Agriculture*, The National Bureau of Economic Research Conference on Productivity Measurement, Williamsbarb, Virginia, Novembro 1975.
- [11] T. M. Arndt, D. G. Dalrymple, V. W. Ruttan, (Org.), *Ressource Allocation and Productivity*, University of Minnesota Press, 1977.
- [12] V. W. Ruttan, H. P. Binswanger, Y. Hayany, W. Wade, A. Weber, *Induced Innovation Technology, Institutions and Development*, The John Hopkins University Press, 1978.
- [13] M. Slessor, C. Lewis, W. Edwardson, «Energy Systems Analysis for Food Policy» *Food Policy*, Vol. 2, p. 123, 1977.
- [14] *Energy Analysis Workshop, Report N.º 6*, International Federation of Institutes for Advanced Studies, Suécia, 1974.
- [15] J. J. D. Domingos, «O Problema Energético Português», *Técnica* 437, Dezembro 1976. Reproduzido no 2.º volume desta obra.
- [16] J. J. D. Domingos, «Recursos Naturais, Economia e Sociedade», *Técnica* 437, Dezembro 1976. Reproduzido neste volume.
- [17] J. J. D. Domingos «Alternativas Energéticas», *Técnica* 437, Dezembro 1976. Reproduzido neste volume.
- [18] J. J. D. Domingos, *Recursos Energéticos Nacionais — Alternativas*, DTA RC/57, 1977. Reproduzido neste volume.
- [20] G. I. Jenkins, *Statistics and Data, Appendix 2 in «Our Industry Petroleum»*, British Petroleum, 1977.
- [21] *Estatísticas Agrícolas*, Instituto Nacional de Estatística, 1976.
- [22] Peter-John Meynell, *Methane: Planning a Digester*, 1976.
- [23] *Oil & Gas Journal*, Worldwide Oil Issue, Dezembro, 1976.

## 7. HABITAÇÃO, URBANISMO, TRANSPORTE, ENERGIA...(\*)

«A electricidade e as máquinas (...) fizeram a superconcentração em altura (...) não só desnecessária como viciosa pois os movimentos do habitante na cidade se tornaram dia a dia mais compactos e violentos. Todo o sentido de espaço (...) desapareceu na grande cidade americana, tal como a liberdade desapareceu na colisão (...). Porque motivo nós, como arquitectos, como cidadãos, como nação, somos tão lentos a aperceber-nos da natureza deste facto? (...) Um pouco de estudo mostra que o arranha-céus (...) se tornou em algo mais do que o abuso de expedientes comerciais. Eu vejo-o, de facto, como um conflito de recursos mecânicos: uma colisão interna».

Franck Lloyd Write  
Princeton Lectures, 1930

### 1. URBANIZAÇÃO, TRANSPORTE E ENERGIA

A urbanização e o tipo de arquitectura encontram-se intimamente associados às formas e quantidades de energia que o Homem aprendeu a manipular. Os gigantescos aglomerados urbanos surgiram porque através da utilização crescente de formas não renováveis de energia foi possível o desenvolvimento acelerado da capacidade dos transportes em volume e rapidez. Efectivamente, cada habitante da cidade exige uma superfície de terra agrícola que produza a sua alimentação, ou uma superfície de mar que a suplemente. O transporte permitiu que entre a Terra produtora de

---

(\*) *Diário Popular*, 14/7/1978.

alimentos e o seu consumidor humano desaparecesse a evidência dum vínculo cuja importância vital nem por isso se atenuou. Convergindo para a cidade os alimentos produzidos fora dela (em qualquer ponto do mundo) nela se concentraram também os resíduos e detritos próprios da sua actividade e rapidamente se ultrapassou a capacidade regenerativa local através dos grandes ciclos biogeoquímicos naturais. Seguiu-se a disrupção ecológica, a poluição (nas suas múltiplas formas) e a degradação da qualidade de vida provocada e acentuada por um tipo de desenvolvimento económico que paradoxalmente se toma como modelo de «progresso».

A manipulação de quantidades crescentes de energia não renovável foi o ingrediente técnico por excelência da hiperconcentração de poder económico e político, simultaneamente impulsionado e impulsionador da transformação antinatural de que a grande cidade é fruto. Vítima da sua lógica de crescimento, a cidade aumenta, desumaniza-se, aliena, torna-se económica e humanamente inviável e entra em degenerescência acompanhada de todas as manifestações de decadência social.

Em Portugal, a macrocefalia crescente dos grandes centros urbanos, sugando e destruindo o interior, continua irresistível e imparável em nome de um desenvolvimento económico cada vez mais irracional, distorcido e inviável.

Entre nós, apesar dos sintomas alarmantes de colapsos, apesar da experiência externa e dos conhecimentos actuais, persiste-se em ignorar as causas profundas, tudo se reduzindo a promessas a cada instante negadas na actuação concreta, subjacente que se encontra a todas elas a vocação dominadora do hipercentralismo, assente em concepções economicistas parceladas que toda a visão integrada de desenvolvimento global rejeita nos seus alicerces.

## 2. ENCARAR A REALIDADE

A urbanização, o transporte, a habitação, constituem elos indissociáveis de um todo cuja solução adequada exige a inserção profunda num projecto coerente de desenvolvimento económico e social assente nas realidades nacionais e no contexto internacional em que nos movemos.

Um sistema de transportes, um desenvolvimento urbanístico, um parque habitacional condigno, uma estrutura económica aceitável são tarefa de muitos anos cujo planeamento exige perspectivas claras de futuro, alicerçadas num conhecimento profundo dos factores determi-



nantes no passado e do modo como irá processar-se a sua evolução no futuro face aos inelutáveis condicionamentos que a situação económica nacional e internacional veio pôr a claro. Falar da limitação de recursos, da crise de energia, da poluição e do afundamento da qualidade de vida; invocar tais argumentos para justificar dificuldades actuais ou pedir austeridade, mas proceder como se tudo não passasse de perturbação transitória é próprio de quem não entende o mundo em que vivemos, ou tudo pensa alcançar na promessa demagógica e anestésica que desmobiliza um Povo e o condena a desaparecer como entidade própria.

Prever exactamente o futuro é impossível. Mas invocar tal facto para repetidamente justificar o fracasso de todas as promessas de melhoria, é fazer da incompetência e da incúria o padrão típico da governação. Porque se a previsão exacta do futuro é impossível, as linhas fundamentais condicionantes de uma evolução são claras para quem ultrapasse as aparências e dos factos dominantes extraia as conclusões ineludíveis. Descortinados os condicionamentos básicos, todo o planeamento e toda a acção assente no real preservam a flexibilidade suficiente para corrigir a trajectória de acordo com a evolução. É isto que, em Portugal, nos recusamos a fazer. Por isso, os planeamentos e acções ou são rígidas e dogmáticas extrapolações do passado, ou incoerentes emanações de oportunismos conjunturais. Em ambos os extremos, o provincianismo ou a incultura são as molas reais que verbalismo ou empréstimo algum são já capazes de disfarçar.

### 3. O PREÇO DA SUBSERVIÊNCIA

Do desenvolvimento económico característico do pós-guerra nos países industrializados, não soubemos aproveitar as condições privilegiadas que resultaram de recursos energéticos e matérias primas a preços reais decrescentes. Desaparecidos os factores que motivaram o «boom», queremos agora copiar o tipo e a metodologia de desenvolvimento que neles se basearam, fanaticamente insistindo em desconhecer que fada alguma nos trará as condições favoráveis para que desenvolvimento de igual tipo seja possível e sólido. Desse irrealismo, fruto de subserviência mental, de comodismo ou incompetência profissional, estamos a colher já os frutos negativos muito embora a plenitude dos seus eventuais benefícios seja cada vez mais a miragem justificadora de sacrifícios a caminho de maiores sacrifícios.

#### 4. A HABITAÇÃO

O influxo de quantidades crescentes e facilmente manipuláveis de

energia barata, além de permitir a hiperconcentração urbana gerou a uniformidade arquitectónica, os arranha-céus e os caixotes que tornam iguaizinhas todas as cidades do mundo. Duma habitação adequada ao clima, passou-se à fabricação de um clima para a habitação. A arquitectura massificou-se, mas o conforto da habitação para a grande maioria não melhorou substancialmente. Da lenta e milenária adequação da habitação ao clima, de que sobrevivem ainda notáveis expressões arquitectónicas, sobressai um conhecimento profundo das leis físicas que regem o conforto da habitação. A ventilação natural, a utilização de energia solar através de formas arquitectónicas e dos materiais escolhidos, e tantos outros pormenores, quando examinados à face do conhecimento científico actual mostram como falsos conceitos de progresso não só destruíram o conforto da habitação como a tornaram fonte de desperdício de recursos energéticos escassos.

A introdução do betão armado e das estruturas metálicas, que permitiriam rasgadas inovações ao serviço do bem estar e do conforto, tornaram-se desde início estimuladoras da construção em altura, gerando as aberrantes gaiolas dormitórios que são a grande maioria das cidades actuais, acentuando a especulação fundiária e a degradação das condições habitacionais.

A utilização feita dos novos materiais e das novas técnicas construtivas, transferindo para as lages e pilares toda a estrutura resistente transformou as paredes exteriores em meras cascas delimitadoras de um espaço, retirando-lhes simultaneamente o papel de amortecedor térmico e acústico, coadjuvante natural da manutenção de condições favoráveis no interior.

Os novos materiais e as novas técnicas construtivas são indubitavelmente um progresso se adequadamente aplicados. A construção poderia tornar-se mais económica através da racionalização dos processos e o conforto poderia ser melhorado substancialmente sem ter de se recorrer a soluções dispendiosas em capital e consumo de energia. Na grande maioria dos países científica e tecnologicamente evoluídos, existem de há muitos anos normas estritas que visam o conforto da habitação e a economia de energia. Tais normas foram substancialmente revistas e melhoradas tendo em conta a subida nos custos em energia não só na fabricação dos materiais utilizados, como no consumo mínimo da habitação para assegurar o conforto. Em Portugal, continuam sobranceiramente a ignorar-se tais

progressos, tudo continuando praticamente a reduzir-se a regulamentos que apenas visam assegurar que os edifícios não caiam. Mas nem estes são cumpridos, nomeadamente em Lisboa, onde os prevaricadores beneficiam largamente de cumplicidades oficiais. A pretexto de fabricar barato, não se constrói barato nem bem, havendo um total alheamento nas exigências de conforto mínimo. O Estado, nos seus próprios edifícios, não dá o exemplo. No âmbito das construções escolares, edifícios de que se divulgaram fotografias para ilustrar o modernismo e a renovação, constituem expressivas demonstrações de fachada a esconder aberrações chocantes quanto a funcionalidade e conforto. Por outro lado, a proliferação de pré-fabricados a pretexto de rapidez de construção e economia, revelam-se em inúmeros casos como a forma mais eficaz de esbanjamento de recursos financeiros, pela morosidade de construção, pela rapidez com que se deterioram e pela ausência total das regras elementares de adequação ao local.

Num País onde a construção civil é um sector económico de importância vital; onde a crise habitacional se agrava sem cessar e o parque já existente se degrada continuamente, o modo como se esbanjam recursos e demagogicamente se promete é um escândalo. Num País que se gaba de possuir um dos melhores Laboratórios de Engenharia Civil do mundo (e faz da visita às suas instalações programa quase obrigatório de todo o convidado ilustre) é revelador que os trabalhos ligados à habitação pouco tenham ultrapassado a transposição parcial e apressada de regulamentos ou estudos estrangeiros, naturalmente motivados e adequados às suas condições específicas. Verdade é que a habitação se presta mal ao que se convencionou chamar progresso e que um gigantesco arranha-céus dá mais nas vistas que uns milhares de casas modestas, bem construídas, confortáveis e económicas. Verdade é também que nenhum organismo oficial no nosso país se preocupou ainda em saber quanto nos custa em energia importada o aquecimento de habitações e edifícios no inverno e o seu arrefecimento no verão. Todavia, seria talvez tempo de nos darmos conta que alguns hotéis de luxo consomem só por si mais energia eléctrica do que muitas cidades de província e de que a política de fachada é a consequência directa de a importância ministerial se aferir pelas dotações orçamentais, pelas clientelas que sustenta e pelos funcionários que parasita, e não pela eficácia das suas realizações, a optimização dos recursos utilizados, a promoção económica e social que consegue ou estimula.

## CONCLUSÃO:

Construir em quantidade habitações confortáveis, económicas e duradouras não são objectivos incompatíveis. Incompatível é esperar que a solução do problema habitacional, da crise na construção civil, do desemprego e da acelerada degradação do nível e qualidade de vida, esteja no pensar e no agir como se tudo não passasse de crise conjuntural e tudo se resolvesse com artifícios verbais ou no prolongamento de concepções obsoletas mascaradas de inovação.

## **8. INFORMAÇÃO, DEMOCRACIA, TOTALITARISMO (\*)**

Reduzir a participação política do cidadão eleitor à aposição de uma cruz num papel dobrado em quatro, de quatro em quatro anos, é a tentação irresistível de quantos na democracia mais não vêem que a aura da legitimidade para legalizar abusos e dar boa consciência. No totalitarismo primário não há voto mas força bruta. No totalitarismo intermédio policia-se a opinião em nome de verdades absolutas. No totalitarismo avançado ultrapassou-se a necessidade das formas ostensivas da repressão policial porque se desenvolveram suficientemente as técnicas de condicionamento mental do eleitor. No totalitarismo primário endeusou-se um ditador; no intermédio um partido; no avançado, um sistema. Mais flexível e menos personalizado, o sistema avançado apropria-se da contestação e progride no refinamento. Nele, ganhar eleições será cada vez mais um exercício técnico entre especialistas de marketing.

Em todos os totalitarismos há condicionamento mental e alienação política. Só que nalguns, por mais visíveis, se tornam muito mais chocantes. Até por isso são menos eficientes (do desenvolvimento económico à «felicidade» imposta).

Em Portugal, após 50 anos de repressão policial, há tendência para esquecer o condicionamento intelectual que o fascismo refinou para se manter. Tal condicionamento é, e será, permanentemente gerador de tentações totalitárias, sejam elas intermédias ou com arremedos de avançadas. É por isso que as obsessões nos aspectos estritamente policiais ou

---

(\*) *Diário Popular*, Agosto de 1977.

pidescos, ao escamotearem-lhes as raízes, se arriscam perigosamente a que se aceite como democracia «avançada» um mero totalitarismo actualizado ao qual não regatearão apoio muitas «democracias» industriais.

Em Portugal, o condicionamento fascista foi predominantemente castrador, do ensino aos órgãos de informação. Quando partidos ou forças políticas acusam outros ou outras de manipulação mais não fazem que a pública declaração de atribuir aos «manipulados» o baixo nível mental e cultural próprios duma incapacidade crítica relativamente aos argumentos usados, ou à informação fornecida. Seguidamente, quando não simultaneamente, louva-se aos «manipulados» a maturidade que revelaram ou vão revelar votando num partido através de um programa, que reinterpretarão depois no modo que mais aprouver à minoria que, na altura, detem o exclusivo da verdade!

Que um desencanto crescente e um progressivo desinteresse do cidadão pela vida política se instalem, é apenas uma reacção esperável. Significativo é serem os que tudo fazem para alienar politicamente o eleitor, os que simultaneamente tanto temem que ele se abstenha, em próximas eleições, de voltar a pôr a cruz em novo enterro da sua boa fé e da sua esperança.

Em Portugal, com a herança recebida, da abstenção ao sentimento generalizado de que só as moscas mudaram, a distância é muito curta. Daí a concluir-se que isso é a democracia, e que a democracia não serve, vai muito pouco. Um muito pouco de cuja dimensão trágica se não apercebem facilmente os que forem empurrados a transpô-la.

Não há democracia sem participação consciente e empenhada. Não há participação consciente nem empenhamento real fomentando o acriticismo e a cultura de pacotilha. O assalto aos órgãos de informação, assumida ele as formas que assumir, das claramente golpistas às da pseudo-legitimidade, são por igual condenáveis e revelam por igual tentações totalitárias.

Os leitores do **Diário Popular**, que todos os dias o votam, comprando-o, não podem ficar indiferentes às continuadas tentativas de «reorientação» a que de fora o vêm continuamente submetendo. Os que pretendem «reorientar» o D.P., de duas uma: ou incluem os seus leitores na categoria dos facilmente reorientáveis (isto é, manipuláveis) ou propõem-se asfixiar o Jornal, porque o seu sucesso os incomoda. Quem tanto se incomoda com um Jornal onde nunca houve saneamentos nem golpismos sucedidos, onde a informação factual é tão competente quanto se pode esperar com os meios de que dispõe, onde diferentes correntes de opinião se podem manifestar em **artigos assinados**, onde se tem praticado

uma tolerância convivente e humanamente enriquecedora; quem tanto se incomoda com tudo isso, revela limpidamente o que deseja e o que deseja não é certamente uma opinião pública adulta, mental e civicamente evoluída.

Tempos atrás e a propósito de energia, afirmava na R.D.P. um ex-Secretário de Estado (em nome do P.S.) que consultadas em voto democrático (!) as populações eram a favor de Centrais Nucleares, devendo-se a contestação existente apenas a minorias com acesso aos órgãos de informação! Este pálido exemplo, entre tantos, apenas acentua quão mais importante é, no projecto Roque Lino, o que nele se revela das motivações profundas das forças que o geraram, do que o nome ou a face de quem o assinou. A este deve-se apenas o brinde inesperado que a incompetência deu aos cidadãos de boa fé em oportunidade talvez última de tomarem consciência do caminho para onde uns quantos não desistem de levá-lo. Reduzir esses quantos a minorias no interior de um partido seria confundir novamente manifestações superficiais com as raízes profundas. Tais minorias são pluripartidárias na medida em que os seus ressoadores vestem o traje da ideologia verbal que a conjuntura aconselha. No fundo, o tronco é o mesmo, uns ramos e umas folhas é que vão nascendo ou morrendo ao sabor das conveniências.

Resta-nos esperar que um claro e incisivo empenhamento de quantos não desistiram de pensar pela sua cabeça, façam da Informação em Portugal o que ela deve ser: um meio privilegiado de promoção cultural e cívica, e não a linha de montagem, rápida e eficaz, na produção de «robots» em massa para aplaudir quem os fabrica.

Nesta batalha, os profissionais honestos da informação encontram-se na primeira linha. Abandoná-los nesse combate, como se esse combate não fosse também o do nosso futuro colectivo, é responsabilidade individual que se assume e nenhum artifício poderá escamotear.





## **PARTE II**

# **O AMBIENTE, A POLÍTICA ENERGÉTICA E A ALTERNATIVA NUCLEAR(\*)**

---

(\*) Textos preparados para a sessão de abertura do «Encontro Nacional sobre Política Energética: Debate sobre a instalação de centrais nucleares em Portugal», Março de 1977. Alguns textos foram revistos para esta edição.



- «1. Todos têm direito a um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado e o dever de o defender.
2. Incumbe ao Estado, por meio de organismos próprios e por apelo a iniciativas populares:
  - a) Prevenir e controlar a poluição e os seus efeitos e as formas prejudiciais de erosão;
  - b) Ordenar o espaço territorial de forma a constituir paisagens biologicamente equilibradas;
  - c) Criar e desenvolver reservas e parques naturais e de recreio, bem como classificar e proteger paisagens e sítios, de modo a garantir a conservação da natureza e a preservação de valores culturais de interesse histórico ou artístico;
  - d) Promover o aproveitamento racional dos recursos naturais, salvaguardando a sua capacidade de renovação e a estabilidade ecológica.
3. O cidadão ameaçado ou lesado no direito previsto no n.º 1 pode pedir, nos termos da lei, a cessação das causas da violação e a respectiva indemnização.
4. O Estado deve promover a melhoria progressiva e acelerada da qualidade de vida de todos os portugueses».

Artigo 66.º (ambiente e qualidade de vida) da *Constituição da República Portuguesa*, aprovada e decretada na sessão plenária da Assembleia Constituinte de 2 de Abril de 1976.



## 1. OS TEXTOS FUNDAMENTAIS QUE NOS REGEM

«O Plano deve garantir (...) a preservação do equilíbrio ecológico, a defesa do ambiente e a qualidade de vida do povo português».

Artigo 91.º da *Constituição da República Portuguesa*

### 1. A CONSTITUIÇÃO, O PROGRAMA DO GOVERNO E O AMBIENTE

1.1. O artigo 66.º da Constituição da República Portuguesa, promulgada em 25 de Abril de 1975, é exclusivamente dedicado ao «Ambiente e Qualidade de Vida».

No programa do 1.º Governo Constitucional aprovado pela Assembleia da República em 11.8.1976, o capítulo F tem como título «Responder às necessidades básicas da população e promover a qualidade de vida», e o ponto 7 é inteiramente dedicado ao Ambiente. Nele se afirma: «A necessidade de manter em situação de estabilidade as relações dialécticas entre o homem e o ambiente constitui um dos mais graves problemas, cuja solução é tanto mais premente quanto mais ameaçadoras se mostram as acções destruidoras que, em ritmo acelerado, a civilização industrial exerce sobre aquela estabilidade. Não deve, por isso, ser motivo de surpresa a tendência de todos os Estados Modernos dedicarem crescente atenção ao problema em causa, mediante a instituição de departamentos especializados que assegurem (...) o bom governo dos factores ecológicos e a contenção das acções destruidoras do equilíbrio da biosfera. Só assim ficam os Governos habilitados a assegurar a todos os cidadãos

a qualidade de vida (...). É o que se pretende, no caso português, com a manutenção da Secretaria de Estado do Ambiente na dependência do Primeiro Ministro (...). A sua accção procurará orientar-se por uma finalidade essencialmente preventiva que permita abolir ou diminuir as causas das disfunções e destabilizações dos sistemas ecológicos de que o homem e o ambiente são dois elementos principais (...). Toda a política correcta do ambiente deve ser uma política democrática: não só coloca ao dispor da comunidade os factores ecológicos, entre os quais avulta a terra (...), mas também procura utilizar as formas estáveis de energia, as quais são, simultaneamente, as menos concentradas, as mais acessíveis a pequenos capitais, as menos poluidoras e as mais bem distribuídas por todo o território».

1.2. A Constituição que nos rege e o programa do Governo, de que se extrairam as referências anteriores, consagram legalmente a legitimidade democrática das linhas mestras de uma política que no seu aprofundamento contém um projecto social e económico perfeitamente delineado. E se o programa do Governo comete à Secretaria de Estado do Ambiente uma relevância particular como órgão especializado, a verdade é que da coerência constitucional e do próprio programa decorre uma prática económica e social que largamente a transcende e apenas se viabiliza quando verdadeiramente assumida nas suas implicações pela sociedade a que se destina e pelos órgãos de soberania que institucionalmente a representam. Neste contexto, a posição da Secretaria de Estado relativamente à utilização da energia nuclear só pode ser uma: enquadrar a opção nuclear no quadro duma política energética; encarar a política energética como a parcela do todo que é o projecto social e económico; considerar esse projecto balizado pelo travejamento base que é a lei fundamental: a Constituição.

## 2. RECURSOS NATURAIS NÃO RENOVÁVEIS

«O carácter finito dos recursos globais e a impossibilidade de trazer todos ao nível de vida usufruído (...) no mundo ocidental levantam de forma aguda o problema da sua distribuição equitativa. Numa situação de crescimento perpétuo, o problema é parcialmente obscurecido. Quando o crescimento global abranda ou cessa, o problema moral dos diferentes níveis de vida entre países ricos e pobres torna-se ainda mais agudo.

As actuais desigualdades na riqueza apenas têm sido toleradas devido à esperança de que os cidadãos pobres, tal como os ricos, beneficiarão dum crescimento constante no seu nível de vida. Elas tornam-se intoleráveis logo que se reconhece existir um limite absoluto para o nosso nível de vida».

*Dr. H. Montefiore, Bispo de Kingston,  
in Rutherford Lecture, Manchester, 1971*

«O custo e a disponibilidade da energia necessária constituem, provavelmente, o factor único que em última instância determinará se um depósito mineral pode ou não ser economicamente explorado».

U.S.A. Geological Survey

### 1. RESERVAS MUNDIAIS DE ENERGIA NÃO RENOVÁVEL

Os animais de tiro eram sobretudo conversores de energia solar em energia mecânica, através dos alimentos. Os escravos também, embora a sua inteligência pudesse conferir-lhes um nível de utilidade bem superior.

Todas as máquinas são conversores de energia. Nos países industrializados essa conversão é feita, sobretudo, a partir de recursos não renováveis à escala dos milénios. Foi à escala dos milhões de anos que a superfície do Planeta se tornou habitável pelos seres vivos, o que implicou o aparecimento duma protecção (a atmosfera) contra as radiações cósmicas e um decaimento na radioactividade natural dos constituintes inanimados da Terra. Para substituir os combustíveis fósseis, que rapidamente se esgotam, surgiu como promissora a utilização da energia da fissão nuclear a qual exige a concentração prévia dos elementos fósseis (e radioactivos).

Fósseis ou nucleares, nenhum dos tipos de combustível é renovável. O valor das reservas existentes e o tempo da sua duração têm originado estimativas díspares. É natural que tal suceda se os pressupostos de que partem são diferentes. A expressão de uma reserva em unidades físicas depende essencialmente de factores económicos. Uma subida no custo do produto superior ao custo de extracção fará crescer, dentro de certos limites, o quantitativo das reservas. Todavia, apesar das restrições existentes, a energia que é necessário dispendir para a extracção, os recursos financeiros disponíveis e o tempo necessário à concretização de novas explorações faz com que, no médio prazo, as alterações não sejam substanciais. O tempo que resta para as opções decisivas é escasso, e para que dele se forme uma ideia objectiva algumas das estimativas existentes são suficientes. O quadro seguinte representa uma síntese significativa.



## RESERVAS MUNDIAIS DE FONTES DE ENERGIA NÃO RENOVÁVEL

## Variação nas estimativas

Fonte: Energy for the Future, Institute of Fuel, 1973

PRESENTEMENTE CONHECIDAS					POTENCIAIS (*)		
		Reservas	Duração		Reservas	Duração	
			com consumos iguais aos 1971 (1)	tendo em conta o crescimento do consumo		com consumos iguais aos 1971 (1)	tendo em conta o crescimento do consumo
Petróleo	Estimativa inferior	80×10 <sup>6</sup> t	32	16	250×10 <sup>6</sup> t	100	30
	Estimativa superior	90×10 <sup>6</sup> t	36	18	360×10 <sup>6</sup> t	140	40
Carvão	Estimativa inferior	130×10 <sup>6</sup> t	60	30	1100×10 <sup>6</sup> t	500	150
	Estimativa superior	2200×10 <sup>6</sup> t	1000	190	4800×10 <sup>6</sup> t (3)	2200	250
Gás Natural	Estimativa inferior	34 000 Km <sup>3</sup>	33	15	90.000 Km <sup>3</sup>	90	25
	Estimativa superior	48.000 Km <sup>3</sup>	45	19	340.000 Km <sup>3</sup>	330	40
Urânio	Estimativa inferior	0,9×10 <sup>6</sup> t (4)		16/50 a 100 (5)	1,3×10 <sup>6</sup> t (6)		20/50 a 100 (5)
	Estimativa superior				3,2×10 <sup>6</sup> t (6)		37/50 a 100 (5)
Areias e xistos betuminosos	Estimativa inferior	97×10 <sup>6</sup> t	39	aumenta duração petróleo 9 anos	280×10 <sup>6</sup> t	110	aumenta duração petróleo 10 anos
	Estimativa superior	120×10 <sup>6</sup> t	48	aumenta duração petróleo 11 anos	500×10 <sup>6</sup> t	200	aumenta duração petróleo 17 anos

(1) Consumos admitidos para 1971: Petróleo 2500×10<sup>6</sup> t; Gás 1046 Km<sup>3</sup>; Carvão 2143 t.

(2) As reservas potenciais são, usualmente, estimativas de reservas recuperáveis tendo em conta melhorias na tecnologia extractiva e subidas de preços, excepto nos casos particulares indicados.

(3) Várias fontes indicam 7,6×10<sup>12</sup> t de carvão como reservas potenciais totais, valor que é muito superior às reservas recuperáveis.

(4) Reservas conhecidas recuperáveis a custos menores que \$20/kg.

(5) A duração das reservas em urânio é consideravelmente aumentada considerando reactores rápidos reprodutores (Breeders) razão porque se consideram dois valores para a duração. Devido à incerteza quanto ao desenvolvimento deste tipo de reactores os valores indicados são bastante especulativos.

(6) Reservas de 3,2×10<sup>6</sup> t de urânio pressupõem um custo de recuperação inferior a \$30/kg(\*). Estima-se que 60×10<sup>6</sup> t serão passíveis com custos até \$200/kg.(\*) Segundo a O. C. D. E./I. A. E. A. em: «Uranium, Resources, Production and Demands», Dezembro 1975, as reservas de urânio razoavelmente asseguradas a preços < \$66/Kg seriam de 1,8×10<sup>6</sup> t.

## 2. ILAÇÕES

Em relação ao quadro, deve ter-se em conta que existem estimativas mais recentes para um ou outro caso. É também comum a prática de estimar o aparecimento de reservas que ainda se desconhecem usando simples extrapolação ou métodos probabilísticos mais sofisticados.

«Grosso modo» as variações relativas mantêm-se e não tem grande significado a sua discussão pormenorizada. De acentuar é a duração estimada para as reservas, a qual depende fortemente do modelo admitido para o crescimento no consumo. Estas hipóteses, que se basearam nas tendências exponenciais passadas, põem em evidência algo de bastante importante: a prosseguir tal tendência, as variações na duração dos recursos são da ordem de uma a duas gerações, excepto para o carvão.

Pode, no entanto, adoptar-se uma perspectiva social diferente. Essa perspectiva é a da duração das reservas globais conhecidas se o consumo mundial «per capita» fosse igual ao dos E.U.A. em 1970.

Tomando como base os valores publicados pelo U.S. Bureau of Mines «Mineral Facts and Problems» (1970) e a população mundial em 1970 obtém-se:

**Duração de alguns recursos naturais se a capitação fosse uniforme no globo e igual à dos E.U.A. em 1970 [1]**

<i>Recurso</i>	<i>Anos de duração</i>	<i>Recurso</i>	<i>Anos de duração</i>
Alumínio	24	Mercúrio	5
Crómio	211	Molibdénio	20
Carvão	518	Gás natural	6
Cobalto	33	Níquel	39
Cobre	10	Petróleo	9
Ouro	4	Grupo da platina	41
Ferro	84	Prata	6
Chumbo	10	Estanho	7
Manganés	64	Tungsténio	18
		Zinco	9

Para além das especulações sempre possíveis em relação a simulações com modelos mais ou menos sofisticados, extraem-se inequivocamente as seguintes conclusões:

- a) Os recursos naturais conhecidos não permitirão à população mundial atingir alguma vez as capitações do consumo dos países industrializados actuais (mesmo que estes parassem de crescer).

- b) Para além das variações nas estimativas das reservas em energia não renovável, a energia que é necessário dispendir na introdução de novas tecnologias (na escala necessária), na exploração de novas reservas ou na utilização de novas fontes de energia, faz com que as decisões críticas se imponham no período de uma geração. Durante esse período, as reservas existentes permitirão uma mudança se ela for acelerada. Se ela for adiada, o tempo que resta terá todas as probabilidades de não ser suficiente e serão de esperar convulsões sociais em larga escala.
- c) Durante o tempo de uma geração, e quanto à energia, as alternativas serão:
1. introdução acelerada de formas de energia renovável
  2. utilização de combustíveis fósseis, sobretudo o carvão
  3. introdução acelerada de reactores nucleares do tipo «Breeder»
  4. generalização acelerada da melhor utilização da energia disponível concomitante com o desenvolvimento de uma ou mais das alternativas anteriores.



### 3. ENERGIA E CRESCIMENTO ECONÓMICO

«Quando uma teoria se transforma numa doutrina, a doutrina se transforma num culto e o culto se transforma numa ilusão de massas, é tempo de fazer ouvir uma voz crítica. Tal é o estado presente da teoria, doutrina, culto e ilusão do crescimento económico (...).

A primeira lição que deve ser aprendida por todos é que o crescimento económico está longe de ser idêntico a aumento de bem-estar geral. Economistas e especialistas em Estatística, competentes e idóneos, nunca afirmaram que o fosse, mas a opinião pública começou a acreditar não só que o crescimento do produto nacional bruto é caminho dum vida melhor para todos mas também que essa é a única via. Um único meio para um fim, transforma-se num fim em si mesmo. Indubitavelmente, o crescimento económico pode ser um meio para más finalidades. Quanto às finalidades, o crescimento é neutro».

H. V. Hodson  
em *The diseconomics of Growth*, Pan/Ballantine, 1972

#### 1. PAÍSES «RICOS» E «POBRES», DESENVOLVIDOS E SUBDESENVOLVIDOS

Tornou-se comum classificar os países em ricos e pobres, desenvolvidos e subdesenvolvidos usando e abusando politicamente do significado de certos índices macroeconómicos entre os quais sobressai o P.N.B. «per capita». O estabelecimento de tal índice tem como característica que nele só entra o que se exprime em fluxos monetários (numa sociedade em que apenas existisse a troca directa, o P.N.B. seria nulo). Do seu cálculo exclui-se o valor de substituição, a degradação dos bens e recursos e

outros valores socialmente relevantes. Exclui-se também o que não figura em estatísticas. (V. [2]).

Ao P.N.B. «per capita» juntam-se com frequência outros índices, como sejam os do consumo de energia «per capita», os do consumo «per capita», etc..

O quadro seguinte apresenta uma dessas classificações [3].

#### Classificação dos países

	<i>P.N.B./capita em 1973 (dólares EUA)</i>	<i>Consumo energia per capita em 1970 (Kg de equivalente em carvão)</i>	<i>População em 1973 (milhões)</i>
Países Ricos	1280 — 5120	2048 — 16.384	977 (25,4%)
Países Intermédios	640 — 1280	1024 — 2048	248 (6,4%)
Países Pobres	40 — 640	64 — 1024	2629 (68,2%)

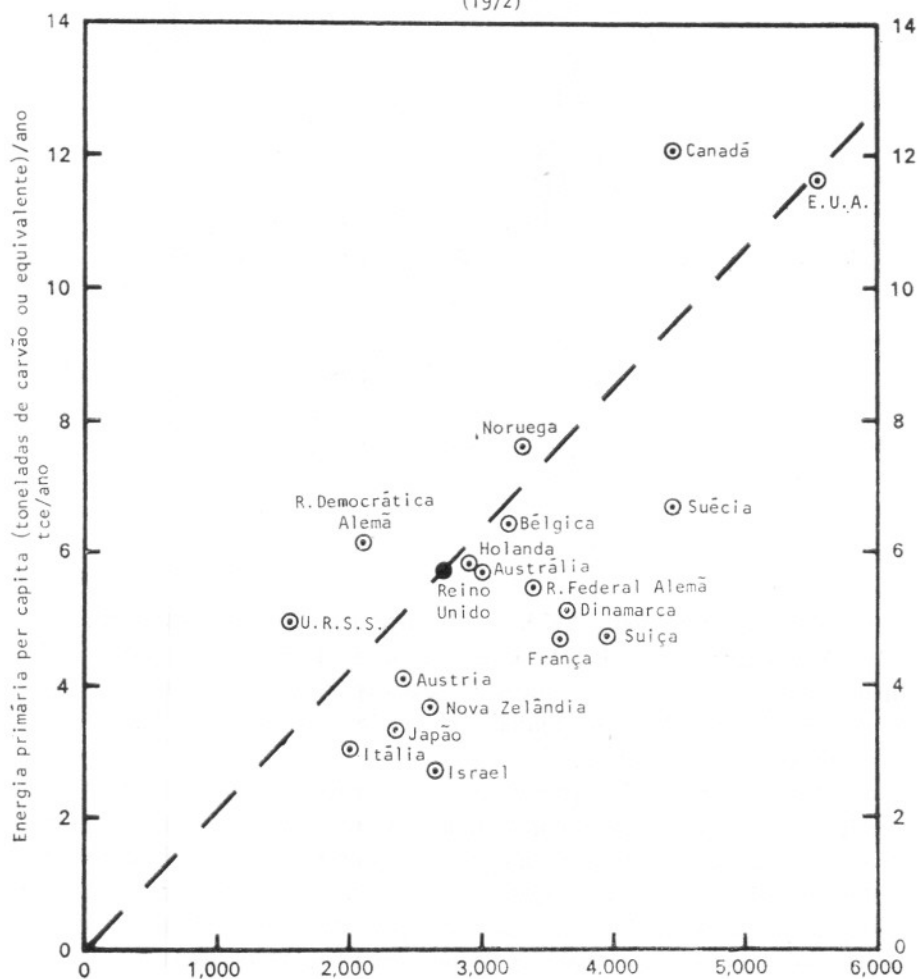
## 2. A RELAÇÃO ENERGIA CONSUMIDA E P.N.B.

Tem sido habitual admitir uma correlação «linear» entre a capitação do P.N.B. e a do consumo de energia. A Figura da página seguinte [4] apresenta essa relação para alguns países industrializados.

Como se verifica, existem países em que a relação P.N.B./capita e Energia/capita (ou P.N.B./Energia) se encontra francamente acima e outros francamente abaixo. Portugal encontra-se sensivelmente sobre a «recta» que une os E.U.A. e o Reino Unido tomando os valores do I.N.E. para 1975.

ENERGIA E PRODUTO NACIONAL BRUTO NALGUNS PAÍSES INDUSTRIAIS

(1972)



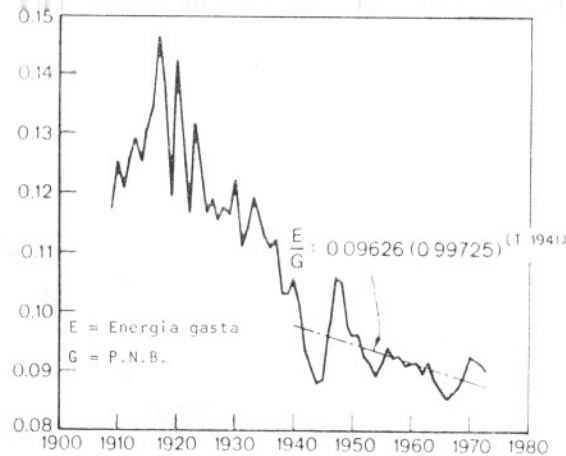
Produto nacional bruto per capita em dólares E.U.A.

(Portugal 2,56 tce; ~\$1.600 (p. correntes) - 1975)

O comportamento, todavia, varia com o País e mesmo entre países em que o clima e a estrutura industrial não são muito diferentes. Dentro do mesmo País não existe o crescimento «linear» que por vezes se admite.

Nos E.U.A. terá decrescido:

$E/G \cdot 10^7 \cdot \text{Btu}/\text{s}$  (1958)



Consumo de energia por unidade de P.N.B.

Tendência ao longo dos anos nos E.U.A.

(segundo Institute of Gas Technology, Chicago)

Em Portugal, entre 1960 e 1974, verificou-se a tendência oposta [5].

Atendendo a que P.N.B. e Consumo de Energia «per capita» são apenas variáveis macroeconómicas indicativas, não é de surpreender que a correlação das duas só tenha significado em situações históricas e estruturais bem definidas.

Uma análise mais aprofundada do custo em energia dos vários produtos seria certamente elucidativa [6] pois revelaria que o mesmo produto pode ser obtido com maior ou menor uso de energia consoante a filosofia adoptada for a do aproveitamento máximo dos recursos ou a da produção pela produção e do consumo pelo consumo em que o P.N.B. cresce sem que daí advenham quaisquer reais benefícios sociais.

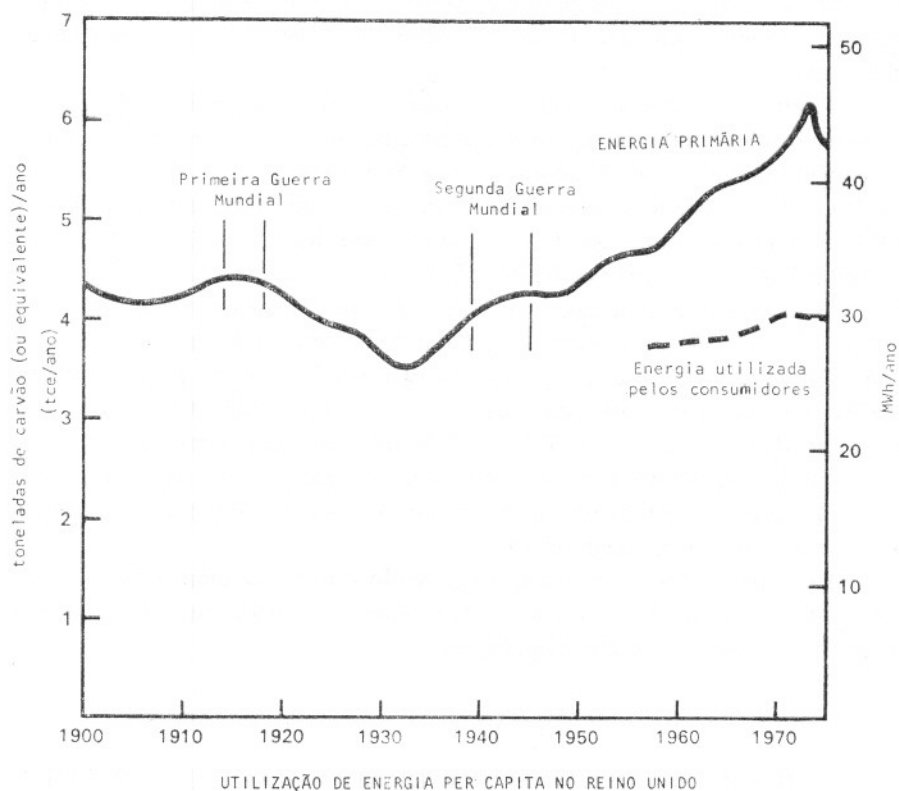
Por outro lado, os dados que entram nas estatísticas e o modo como são considerados são susceptíveis de significativamente alterar a interpretação final.

Nos dados considerados, tanto para o P.N.B. como para o consumo de energia, os combustíveis renováveis (lenha, resíduos, etc.) não são adequadamente tidos em conta mesmo quando as estatísticas o referem. Além disso, é comum contabilizar como utilizável o que efectivamente o não é. Em termos sociais, o que foi desperdiçado em energia e constitui agressão ambiental não deveria ser tomado como idêntico ao utilizado



pelo consumidor, embora essa seja a prática corrente ao estabelecer a capitação dos consumos.

A Figura seguinte, que propositamente se toma para um país industrial, como o Reino Unido, mostra como a um crescimento acentuado da energia primária gasta não corresponde um crescimento paralelo na energia útil posta à disposição do consumidor final [4].



A diferença provém, essencialmente, das perdas na transformação da energia primária, associadas à utilização de equipamento e tecnologia pouco eficientes e, sobretudo, às perdas na conversão em energia eléctrica. Estas, sobretudo quando associadas à concentração da produção em grandes unidades termoelectricas, provocam além disso deseconomias externas crescentes devido à poluição. Todavia, a correcção dos efeitos deletérios da degradação ambiental contribui para o P.N.B..

O rendimento na conversão da energia primária depende do equipamento utilizado e da estrutura económica onde se insere.

Nos países do terceiro mundo, de acordo com trabalhos recentes [7], [8], a energia primária disponível, tendo em conta a lenha, os resíduos, os animais, etc., não é significativamente inferior, «per capita», à dos chamados países desenvolvidos. Todavia, tal não se traduz em bem-estar porque o primitivismo com que são utilizadas faz com que o desperdício seja enorme. Porém, uma utilização de conhecimento científico e tecnológico no modo próprio dos países altamente industrializados também não altera a situação além de, em muitos casos, vir a agravar o seu problema alimentar.

Finalmente, importa acentuar que mesmo em países altamente industrializados pode haver um crescimento do P.N.B. e uma descida no consumo de energia. De acordo com a *Newsweek* de 31.1.1977, o P.N.B. na República Federal alemã cresceu de 2,3%, em termos reais, desde 1973, embora o consumo total de energia tivesse descido de 2,2%. Segundo o comunicado de imprensa da O.C.D.E., de 28.1.1977, relativo às perspectivas energéticas mundiais, a filosofia duma ligação rígida entre o P.N.B. e o consumo de energia também foi abandonada: a uma relação linear entre P.I.B.<sup>(1)</sup> e consumo de energia (verificada no período 1960-1974) prevê-se agora que igual aumento de P.I.B. exija 16% menos do consumo de energia entre 1974 e 1985; tal contrasta significativamente com atitudes anteriores e deve-se sobretudo ao crescimento nos preços do petróleo bruto e à alteração na óptica de utilização dos recursos tecnológicos a que o mesmo deu origem.

Tais conclusões eram esperáveis, tendo em conta uma análise mais aprofundada do modo como a energia disponível pode ser utilizada na melhoria do bem-estar das populações.

### 3. PLANEAMENTO DE CONSUMOS DE ENERGIA E CRESCIMENTO ECONÓMICO

Quando o crescimento económico é reduzido ao P.N.B., essa simplificação reduz o planeamento à modelação sobre índices de significado por vezes ainda menor. Tal modelação assume, na forma mais expedita, uma extrapolação de tendências passadas. Em sofisticação intermédia, toma como padrão países que no passado apresentaram alguns índices

---

(1) Usar o P.I.B. e não o P.N.B. não introduz alterações significativas nas conclusões.

macroeconómicos semelhantes nomeadamente quanto às capituições do P.N.B. e do consumo de energia. No domínio do planeamento dos consumos em electricidade, efectuado a partir de um número diminuto de grandes centros produtores, o período que o planeamento tem de abarcar é tanto maior quanto maiores são as potências unitárias, e mais longo o tempo necessário à sua entrada em funcionamento após a decisão de as realizar. Todavia, quanto mais longe no futuro se exige a previsão, maiores os riscos de a realidade se afastar das previsões. Deste modo, quando se deseja aumentar o crescimento económico, a tendência habitual é actuar sobre os índices que se admitem caracterizá-lo. Tendo havido entre energia eléctrica e P.N.B. uma relação algo estável<sup>(2)</sup> é tentador tomar a oferta de energia eléctrica disponível como arrastador do P.N.B.. Assim foi, muitas vezes, ainda que o crescimento do P.N.B. fosse feito no supérfluo e no desperdício: havendo oferta disponível, forçou-se o consumo. A análise das políticas tarifárias e do crescimento sectorial dos consumos é esclarecedora. Na situação actual e na do futuro previsível, a questão de fundo é se tal atitude é admissível quando se visa o crescimento económico real e o bem-estar das populações. O que os dados revelam é que se há relação P.N.B./Energia Eléctrica, tal relação não será, certamente, a que se verificou no passado. Deste modo, qualquer planeamento efectuado no presente para a satisfação de necessidades futuras não pode prescindir duma análise mais profunda dos factores subjacentes à relação energia disponível-crescimento económico real, traduzido em melhoria de qualidade de vida. Ora, a melhoria de qualidade de vida e o crescimento económico real, se dependem da disponibilidade em energia eléctrica, dependem sobretudo da disponibilidade em energia útil.

Numa época de transição, em que a economia mundial procura novas formas de equilíbrio, em Portugal não só tais factos devem ser tidos em conta, como em conta deve ter-se o projecto económico e social para o qual o 25 de Abril abriu as portas. Neste contexto, uma política energética deve ser parcela de um todo. Como tal, não pode transformar-se

---

<sup>(2)</sup> As observações feitas à relação energia/P.N.B. são aplicáveis, à parte um factor de escala, à relação energia eléctrica/P.N.B.. Há alguns anos tomava-se este. Mais recentemente aquele. A correlação entre ambos não é acidental: aplicados à mesma estrutura económica (e aos hábitos sociais que lhe estão implícitos) exprimem ambos sensivelmente o mesmo. Em termos de futuro, todavia, uma revisão esclarecida do que se encontra subjacente é susceptível de mostrar que o seu significado é bem diferente em termos de bem-estar, devendo ser abordados conjuntamente. Tal implica porém que se reveja o modo como se estabelecem os balanços energéticos nacionais.

a energia eléctrica num factor pré-determinante a pretexto de planeamento estrito a longo prazo, sobretudo se tal planeamento conduzir a decisões irreversíveis. Mesmo continuando a admitir a existência duma ligação P.N.B./Energia Eléctrica, não podem tomar-se os efeitos pelas causas. Os dados anteriores mostraram já a não rigidez de tal relação. A comparação das projecções efectuadas nos E.U.A., na R.F.A., na Suécia, e para o conjunto dos países da O.C.D.E., no curto prazo de 4 anos, é suficientemente reveladora para que possa menosprezar-se. Tratando-se de países em situação económica significativamente diferente da nossa, e onde tais projecções teriam, em princípio, bases mais sólidas, a primeira conclusão, a conclusão do bom senso, é a de que o planeamento da nossa política energética tem de garantir um elevado grau de adaptabilidade. Isso implica a preferência pelas soluções que confirmam maior grau de segurança, as quais são também as que desaconselham as elevadas potências unitárias, pois são elas as que exigem maior tempo para a sua realização. Este tipo de considerandos contraria, naturalmente, uma opção nuclear, pois não é viável instalar nesse domínio unidades de potência quando muito equivalentes às dos maiores grupos térmicos convencionais cuja instalação está prevista. O caso das hidroeléctricas é diferente, até pelo simples facto de usarem formas renováveis de energias.

#### 4. CONSUMO DE ÁGUA NA PRODUÇÃO TERMO- ELÉCTRICA CENTRALIZADA. POLUIÇÃO TÉRMICA

«Os danos que a temperatura elevada produz nos organismos são irreversíveis. Basicamente, trata-se de uma desnaturação das proteínas a qual não é uma simples consequência da desidratação mas sim de um processo histórico de perturbação de ligações que vão alterando a distribuição dos grupos funcionais».

R. Margalef — *Ecologia*, 1974

«Tal como nos invertebrados aquáticos, a temperatura do corpo na maior parte dos peixes é virtualmente indistinguível da temperatura da água. Isto é uma consequência directa do facto de, mesmo saturada (em oxigénio), a água conter apenas cerca de 5% do volume de oxigénio que conteria o mesmo volume de ar, pelo que grandes quantidades (de água) devem atravessar as guelras para que um fornecimento adequado de oxigénio seja assegurado aos tecidos.

O meio principal de regulação de temperatura de que o peixe dispõe é a escolha do meio à temperatura mais adequada às capacidades fisiológicas da espécie... Admite-se que este é o principal factor que explica a distribuição do peixe na natureza».

S. A. Richards — *Temperature Regulation*, 1973

## 1. CONDICIONANTES TERMODINÂMICOS E CAUDAIS DE ÁGUA NECESSÁRIA À REFRIGERAÇÃO DE CENTRAIS TÉRMICAS

Numa Central Térmica Clássica, como numa Central Nuclear, a energia primária é convertida em calor<sup>(1)</sup>. Através de um ciclo termodinâmico parte desta energia é convertida em energia mecânica na turbina, a qual acciona um alternador. Qualquer das transformações envolve uma perda, mas a mais importante de todas é a que se origina na conversão calor/energia mecânica. O rendimento máximo possível corresponde a essas temperaturas extremas. Tal rendimento corresponde a cerca de 40%, tomando como referência a energia primária utilizada. Esses 40% obtêm-se em Centrais Térmicas ditas clássicas. Numa Central Nuclear, o valor é de cerca de 32%. Devido às actuais limitações tecnológicas, sobretudo nos materiais disponíveis, não é esperável um substancial aumento nos rendimentos máximos que actualmente se obtêm.

Numa Central Clássica, 5 a 10% da energia primária perde-se nos gases de combustão que saem pela chaminé. Os restantes perdem-se no condensador através da água de refrigeração. Numa Central Nuclear, as perdas são, essencialmente, na água de refrigeração. Esta refrigeração (imposta pelo ciclo termodinâmico) implica uma enorme perda de energia e um enorme caudal de fluído refrigerante que é, em geral, água. Para o rendimento de 32% numa Central Nuclear, a energia perdida é de ~ 2,125 a energia eléctrica emitida. Por MW, o caudal de água necessário é de

$$Q \simeq \frac{0,508}{\Delta t} \text{ m}^3/\text{s por MW}$$

sendo  $\Delta t$  a elevação de temperatura em °C.

No caso numa Central Térmica Clássica, o caudal necessário para a mesma potência eléctrica é ~ 60 a 70% do anterior. A valor de  $\Delta t$  situa-se entre 5 e 15°C, por razões económicas, pelo que

$$Q \simeq 34 \text{ a } 100 \text{ m}^3/\text{s por } 1.000 \text{ MW}$$

Tomando, para efeitos comparativos,  $\Delta t \sim 10^\circ\text{C}$  será  $Q \simeq 50 \text{ m}^3/\text{s}$  por 1.000 MW. Para se ter uma ideia quantitativa refira-se que o consumo máximo de água em Lisboa é cerca de 3,5 m<sup>3</sup>/s.

<sup>(1)</sup> Num combustível corrente por combustão. Num combustível nuclear por fissão.

Tem interesse estender algo mais a comparação, tendo em conta os valores actualmente estimados para algumas parcelas do balanço hidrológico do Continente. Tomando como base valores anuais  $Q \sim 1,57 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano MW}$

<b>Comparação entre as necessidades de água de refrigeração de uma Central Nuclear de 1.000 MW e os consumos em 1970 de outras actividades em Portugal</b> (Milhões de $\text{m}^3/\text{ano}$ )	
Central Nuclear (1.000 MW)	1.570
Consumo efectivo de água em 1970:	
Doméstico	41
Rega	2.769
Indústria	690
Parque termoeléctrico instalado em 1976 <sup>(2)</sup>	~ 862
Recursos hídricos anuais máximos disponíveis no Continente com probabilidade de 5% de não serem excedidos	14.000

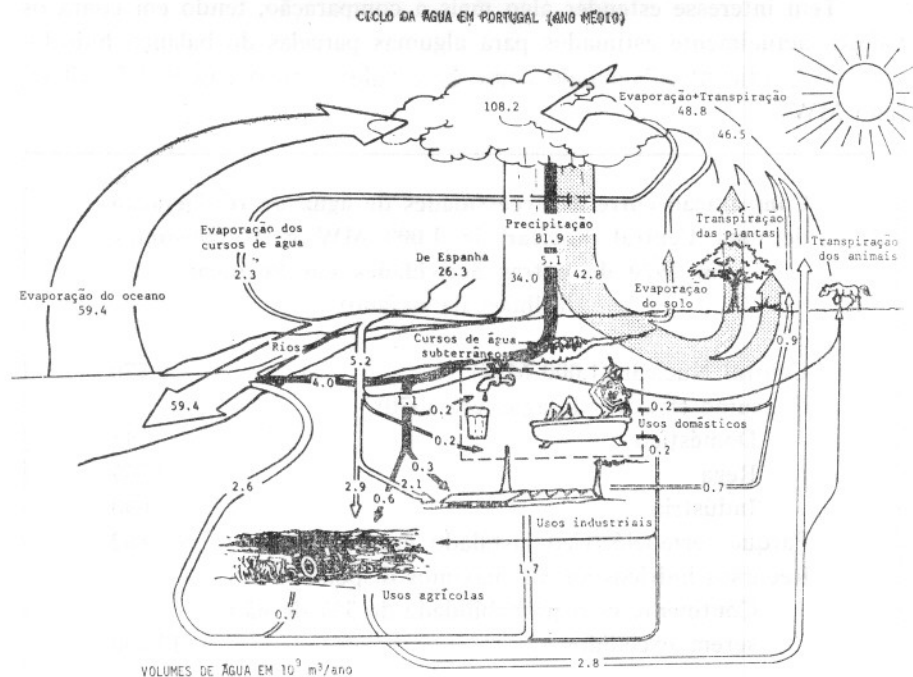
Se notarmos que a Central Térmica de Setúbal, quando completada, exigirá mais do que o parque termoeléctrico já instalado, e que este ultrapassa os consumos industriais, ter-se-á uma noção mais correcta do que significam as exigências duma grande Central em necessidades de água para refrigeração e os motivos que levam estas Centrais a localizar-se preferencialmente junto à costa.

O caudal de água usado na refrigeração não é necessariamente perdido. No caso de rios e lagos ela poderá ser reutilizada a juzante. No entanto, atendendo a que depois de utilizada esta água é rejeitada a uma temperatura superior à do ambiente infere-se facilmente o seu efeito na evaporação.

Para que do problema se tenha uma visão mais global apresenta-se no esquema seguinte o balanço hidrológico do Continente com os valores elaborados por uma Comissão Interministerial.

<sup>(2)</sup> Considerando 750 MW do Carregado e 150 MW na Tapada do Outeiro, com rendimento global de 40%, 90% da caldeira e 80% de factor anual de carga.  $\Delta t \sim 7,5^\circ\text{C}$ .

Para o ciclo Hidrológico: «Fundamentos de uma Nova Política de Gestão das Águas em Portugal», L. Veiga da Cunha et al. — D.G.S.H..



O consumo total de água pode ser reduzido utilizando torres de arrefecimento. Todavia, o custo do sistema de refrigeração aumenta de 2 a 10 vezes e o rendimento do ciclo termodinâmico baixa. As perdas assim introduzidas, expressas em equivalente a perdas na transmissão de energia eléctrica nos cabos de alta tensão, podem ir de 50 a 500 Kw consoante a solução adoptada. Perdas importantes de água só não existem utilizando circuitos fechados. A ela corresponde também o maior custo e o mais baixo rendimento. As perdas por evaporação situam-se em cerca de 1 ~ 2% do caudal necessário quando se usa refrigeração directa por torres de refrigeração. Os seus efeitos nas alterações do microclima serão sensíveis. A circulação do fluido refrigerante exige, naturalmente, energia. Em relação à energia emitida, aquela circulação exige de 0,4 a 3%, numa Central Térmica Clássica, e de 0,6 a 4,8% numa Central Nuclear; o valor mais baixo corresponde, em ambos os casos, à refrigeração em circuito aberto e o mais elevado a circuito fechado.



## 2. EFEITOS DA ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA NA VIDA AQUÁTICA

O aumento de temperatura na água reduz a solubilidade do oxigénio<sup>(8)</sup>. Por outro lado, um aumento da temperatura na água de 10°C provoca, grosso modo, uma duplicação no ritmo respiratório dos animais aquáticos e no consumo de oxigénio (cuja percentagem diminuiu). A totalidade dos efeitos produzidos não se encontra completamente esclarecida, embora se saiba que para além de certa faixa de temperaturas muitas espécies não sobrevivem.

Dentro de certos limites, a aclimação é possível se a elevação de temperatura for lenta. Verifica-se também uma estreita correlação entre as dimensões do animal e a temperatura do seu meio habitual. Ao nível do ser multicelular complexo um aumento de temperatura tende a reduzir as suas dimensões (o que tem uma explicação em termos de transferência de calor), verificando-se o mesmo ao nível celular dos organismos simples. Por outro lado, muitos processos vitais, como a desova, o desenvolvimento dos ovos, etc., são desencadeados por pequenas variações de temperatura o que, sob o aspecto biológico, torna particularmente sensíveis à poluição térmica certas zonas. (A gamba *Ncomysid* não põe ovos a temperaturas superiores a 7°C; o crustáceo *Gammarus*, a temperaturas superiores a 8°C só produz fêmeas; na carpa, temperaturas de 20 a 24°C não permitem a divisão celular nos ovos; a mais de 22°C o peixe sol raiado não produz ovos, etc.). Como é sabido, muitas espécies aquáticas efectuem longas migrações associadas com a reprodução e o reconhecimento desse facto veio acentuar a importância da poluição térmica.

O conhecimento das reacções à variação de temperatura dos organismos superiores do meio aquático, e o estabelecimento de normas que evitem a sua morte directa, não são por si só bastantes para evitar a disrupção de todo um complexo processo ecológico. Efectivamente, tendo em conta a cadeia alimentar, verifica-se que um elo da cadeia depende dos elos anteriores. Deste facto resulta que mesmo que as espécies utilizadas pelo homem (e que geralmente correspondem aos níveis trópicos mais elevados) não encontrem temperaturas que lhes provoquem a morte, ou perturbem a reprodução, tal não significa que a sua sobrevivência seja possível pois a destruição de elos mais baixos na cadeia alimentar provocará o seu desaparecimento por falta de alimentos.

<sup>(8)</sup> O que arrasta uma redução na capacidade de absorção de poluentes orgânicos.

Para além dos efeitos de uma elevação geral de temperatura, a qual irá originar ecossistemas com estrutura diferente, através das adaptações que são típicas da vida, tem particular importância o facto de as taxas de variação de temperatura no meio aquático serem acentuadamente menores do que no meio aéreo. Deste modo, a existência de zonas localizadas de gradientes acentuados de temperatura é susceptível de provocar o «choque térmico», o qual será tanto maior quanto maior o gradiente, maior a permanência numa zona do animal e menores as suas dimensões.

A minimização dos efeitos da poluição térmica é complexa, dadas as exigências a satisfazer as quais originam soluções técnicas diferentes, como sejam procurar uma rápida homogeneização com água fria, com o que pode aumentar o choque térmico e afectar um maior volume de água com a elevação da temperatura; ou visar a dissipação de calor na atmosfera promovendo a dispersão superficial da água quente, com o que se aumenta a estratificação e se dificulta a oxigenação numa zona mais extensa. As exigências são contraditórias pelo que é muito difícil encontrar soluções adequadas.

Como naturalmente se infere, os problemas mais graves ocorrem geralmente durante o verão, quando as temperaturas naturais da água se encontram no seu valor máximo.

A título indicativo, apresentam-se seguidamente alguns valores máximos para a elevação admissível na temperatura da água, as quais têm apenas em conta os efeitos directos.

Elevações máximas de temperatura(*)	
Cursos de água	< 2,5°C
Lagos	< 1,5°C
Zonas marítimas e estuariais:	
Do Outono à Primavera	< 2°C
Verão	< 1°C
Elevação máxima horária	< 0,5°C

(\*) Fonte: «Water Quality Criteria; National Advisory Committee to the Secretary of the Interior», Abril de 1968, Washington.

Refira-se que na Central Térmica do Carregado, de acordo com a E.D.P., a temperatura de entrada da água no condensador é de 21°C, e à saída de ~ 28,5°C. O caudal é de 28,5 m<sup>3</sup>/s. Desconhece-se a distribuição das alterações de temperaturas no rio Tejo para esta descarga. Situação ainda mais grave irá verificar-se em Setúbal, com a nova central em construção, pois além de ser maior a energia libertada, as condições no estuário do Sado encontram-se singularmente agravadas.



## 5. ENERGIA PRIMÁRIA E ENERGIA UTILIZÁVEL

O produto físico último da vida económica é o lixo. O sistema extrai minérios e combustíveis fósseis (e num «boom» os desempregados) da Terra, mastiga-os no processo de produção e lança-os nos esgotos e lixeiras (...). Numa nave espacial não temos nem minas nem esgotos. A água tem de ir através das algas para os rins, para as algas, para os rins, e assim por diante, e de novo e de novo. Se a Terra tem de tornar-se uma nave espacial, temos de desenvolver uma economia cíclica na qual o homem possa manter uma situação agradável. Em tais circunstâncias a ideia de Produto Nacional Bruto afunda-se, muito simplesmente.

Kenneth E. Boulding,  
*Fun and Games with the Gross National Product*  
—*The role of Misleading Indicators in Social Policy*, in «The Environmental Crisis», Yale University Press, 1970.

### 1. O OMNIPRESENTE SEGUNDO PRINCÍPIO DA TERMODINÂMICA

Pelo Primeiro Princípio da Termodinâmica, a energia não se cria nem se destrói, apenas se transforma. Pelo Segundo Princípio da Termodinâmica, as várias formas de energia não são igualmente convertíveis umas nas outras em circunstâncias reais. Todas se podem converter integralmente em calor; mas não se pode converter integralmente o calor noutras formas de energia. O máximo de conversão depende da tempe-

ratura máxima a que se dispõe desse calor, e da temperatura mínima a que se pode rejeitá-lo.

Ao converter-se uma forma de energia noutra, ao transportar-se energia, há sempre uma conversão em calor. Ao processo chama-se habitualmente dissipação. É uma das implicações do Segundo Princípio da Termodinâmica. É dele que decorre a impossibilidade de reciclar energia<sup>(4)</sup>. A energia assume assim a característica única de ser, entre todos os bens usados pelo homem, o único que não é reciclável. A nave espacial exige um fluxo de energia. A vida exige um fluxo de energia. A energia, enquanto energia, conserva-se, pois não se cria nem se destrói. A energia, enquanto capacidade de alterar algo, perde capacidade em cada transformação que sofre ou alteração em que intervém.

A energia que a Terra recebe do Sol é sensivelmente idêntica à que reenvia para o espaço exterior. Mas esta é de baixa qualidade, como de baixa qualidade é a energia térmica possuída pelos oceanos ou pela atmosfera. São quantidades enormes mas inúteis.

O Homem, ao utilizar combustíveis fósseis ou nucleares, transforma primeiro essa energia em calor<sup>(5)</sup>. Deste, apenas uma fracção é convertível em energia mecânica ou eléctrica. Uma e outra são interconvertíveis com elevado rendimento. A energia eléctrica transforma-se com facilidade, mas é dificilmente acumulável. O transporte de energia, seja sob forma eléctrica, seja sob forma de combustível, custa dinheiro e custa energia. É útil, pois, examinar esse custo.

## 2. O CUSTO DO TRANSPORTE DE ENERGIA

A comodidade com que a energia eléctrica se transforma noutras formas de energia, e a «facilidade» com que se transporta, faz por vezes esquecer a dificuldade com que se armazena, e o custo com que se transporta. Num grande número de casos, o transporte de energia sob forma de electricidade é o mais dispendioso, não só em custo como em energia. A optimização custo-comodidade para o utilizador deverá, pois, estar sempre presente e ser considerado caso a caso.

---

<sup>(4)</sup> Adopta-se nesta exposição o ponto de vista de que o 2.º Princípio da Termodinâmica foi tão exaustivamente comprovado e é tão indiscutivelmente aceite que se podem extrair conclusões de valor imutável tomando-o como base.

<sup>(5)</sup> A conversão directa não é significativa em termos globais.

No quadro seguinte, elaborado a partir dos valores obtidos por Hottel e Howard [9], Williams [10], Hill [11] e Dryden [12], têm-se em conta os valores extremos obtidos. Os preços referem-se a 1972/73. Todavia, mais do que os preços, importa o seu valor relativo, pois estes variam menos do que os valores absolutos. Para valor de referência tomou-se o valor médio do transporte de electricidade em linha aérea de alta tensão.

CUSTO RELATIVO DE VÁRIOS MODOS DE TRANSPORTE DE ENERGIA

Formas de energia	Custo monetário		Perdas de energia no transporte	Custo em energia do transporte em % da energia transportada por 100 Km
	Máximo	Mínimo		
Petróleo (pipe-line)	0,02	0,08	insignificante	0,38
Petróleo (caminho de ferro)	0,2		< 1 %	0,09
Gás Natural	0,03	0,17	1 a 2 %	0,12
Carvão (pipe-line)	0,17	0,25	< 1 %	0,12
Carvão (caminho de ferro)	0,21	0,52	< 1 %	0,12
Electricidade (linha aérea)	0,42	1,58	2 a 8 %	incluído nas perdas
Electricidade (cabo subterrâneo)	6,3	23		

*Nota:* O custo depende da distância entre os pontos de transporte, sobretudo para a electricidade. A partir de 150 ~ 200 Km os valores tendem rapidamente para um valor constante. Ver as referências originais para detalhes.

### 3. ENERGIA ÚTIL E ENERGIA ELÉCTRICA

A energia eléctrica, pelas suas características, tendeu a assumir uma posição central no domínio da energia em detrimento de outras formas igualmente úteis e em inúmeros casos mais económicas. A pouca racionalidade da sua utilização, em termos de energia utilizável, encontra-se em inúmeros casos da vida quotidiana. Um caso típico é o aquecimento eléctrico. Neste, a forma final da energia utilizável é «calor», o qual pode ser obtido directamente da queima de um combustível. Todavia, se o aquecimento é eléctrico, do combustível que é queimado na caldeira de

uma Central apenas cerca de 1/3 chegam finalmente ao utilizador sob forma de electricidade. É esta que depois é transformada em calor pelo utilizador. Assim, a utilização de electricidade como forma intermédia de transporte de energia fez perder cerca de duas de energia primária por cada unidade de energia utilizada. Se a esta perda em energia se juntar o custo do seu transporte, verifica-se que, em muitas situações, a sobrevalorização da energia eléctrica carece de justificação em termos económicos, sociais e de utilização óptima dos recursos disponíveis. Talvez por força do hábito, nos balanços energéticos nacionais que figuram nas estatísticas, é em regra geral a energia do combustível queimado na Central que aparece e não a energia final utilizada. Tal prática pode conduzir a ilações precipitadas e a distorções de planeamento.

Com a observação anterior não se pretende diminuir a importância real da energia eléctrica, a qual é em muitos casos insubstituível; procura-se apenas acentuar a necessidade de a colocar na perspectiva económica e socialmente correcta de a não sobrevalorizar.

As perdas de energia primária associadas à conversão termoeléctrica são intrínsecas ao processo por força do Segundo Princípio da Termodinâmica. Todavia, não só a percentagem destas perdas pode ser reduzida com a tecnologia actual, como melhorias no futuro são previsíveis com a adopção de novos materiais ou de novos ciclos termodinâmicos. As perdas anteriores são perdas no sentido em que aquela energia se não transformou em energia eléctrica. Porém, elas apenas serão perdas no sentido amplo se tal energia não for utilizada para outras finalidades. Efectivamente, aquelas perdas aparecem sob a forma de calor, a baixa ou média temperatura. No caso dos combustíveis tradicionais, são perdas sob a forma de calor nos gases de combustão e perdas no circuito de arrefecimento. No caso de uma Central Nuclear, as perdas são sobretudo no circuito de arrefecimento. Aquela energia sob forma de calor a baixa ou média temperatura é, todavia, e em grande parte, utilizável. Se o não é, constitui, em regra, apreciável agressão ambiental. Se, além do desperdício, se produzem efeitos ambientais desfavoráveis, ocorre naturalmente perguntar por que motivo surgiu e permanece ainda em muitos casos tal atitude. A resposta a esta pergunta envolve factores económicos, sociais e políticos.

O factor económico mais saliente foi o baixo custo da energia primária que não estimulava uma utilização mais eficiente. Acresce que o «salto» mais significativo no aproveitamento da energia surge em instalações de fins múltiplos e que estas envolvem, em geral, mais do que um sector económico. O modo de repartir os encargos pelos vários sectores



revelou-se e revela-se com frequência obstáculo intransponível. A complexidade técnica duma instalação de fins múltiplos também é, em regra, maior.

Não tendo em conta as instalações combinadas (ou de fins múltiplos) o produtor de energia eléctrica preconiza, habitualmente, as grandes potências unitárias, invocando economias de escala. Tal filosofia conduz, naturalmente, à centralização. Há, obviamente, economias de escala, tal como há deseconomias. Estas, porém, são o mais das vezes deseconomias externas (externas à contabilidade do produtor).

Em relação às instalações combinadas, é significativo o interesse renovado que actualmente despertam por força do aumento no custo da energia primária. Em 1977, o Ministério Francês da Energia anunciou que irá ser feito um esforço importante neste sentido. Nas instalações nucleares francesas de Pierrelate existe já um aproveitamento desse tipo. Na Suécia, de um dos primeiros reactores nucleares, além de energia eléctrica, usava-se calor perdido no aquecimento. Nos países nórdicos e na Europa Central, tal tipo de instalações com centrais térmicas clássicas é frequente. Refiram-se as redes de aquecimento urbano existentes em Hamburgo, Paris, Munique, Berlim, Helsínquia, Copenhague. Na Alemanha, as cidades de Essen e Dortmund decidiram interligar as suas redes de aquecimento. As potencialidades oferecidas por instalações deste tipo devem ser examinadas pois elas não apenas permitem o melhor aproveitamento duma energia que escasseia, como uma redução dos efeitos no ambiente da produção termoeléctrica.

#### 4. INSTALAÇÕES COMBINADAS OU DE FINS MÚLTIPLOS

4.1. Como por cada unidade de energia eléctrica produzida (numa Central convencional ou nuclear) cerca de duas são perdidas sob a forma de calor, vários esquemas de utilização têm sido propostos para o seu aproveitamento. O estudo efectuado no Oak Ridge National Laboratory (U.S.A.E.C.) [13], na página seguinte, dá uma ideia da escala dessas aplicações para uma Central Térmica de dimensões cada vez mais correntes.

Os autores do estudo de que se extrai o quadro anterior, examinando o caso do aproveitamento do calor perdido na Central Nuclear de St. Vrain, em Denver, E.U.A., concluíram que tal calor poderia ser usado no aumento da produção agro-pecuária e cobrir assim uma elevada percentagem do consumo de uma grande cidade, com o que se obteriam vantagens substanciais tanto para os seus produtores como para a Central.

APLICAÇÃO DO CALOR PERDIDO NUMA CENTRAL DE 600 A 1200 MW (\*)

Aplicação	Utilização	Quantidade aproximada do produto usando o calor perdido
Aquecimento ... ..	Vapor e água quente para usos residenciais, comerciais e industriais ... ..	Para uma cidade de 500 000 a 1 000 000 de habitantes
Produção de água doce...	A partir da água do mar ... .. De água salobra ... .. De reciclagem dos esgotos ... ..	Até: $2 \times 10^6$ m <sup>3</sup> /dia $2 \times 10^6$ m <sup>3</sup> /dia $2 \times 10^6$ m <sup>3</sup> /dia (cerca de 10 vezes o consumo de Lisboa)
Indústria ... ..	Electricidade e calor: * Produção de sal por evaporação... * Produtos petroquímicos... .. * Acetileno ... .. * Cloreto de polivinilo ... .. * Hidróxido de sódio ... .. * Papel Kraft ... ..	2 775 t/dia 7 000 m <sup>3</sup> /dia 220 t/dia 500 t/dia 16 a 5 t/dia 500 t/dia
Agricultura ... ..	Irrigação de terra árida com água destilada ... .. Estufas (aquecimento e arrefecimento) Criação de frangos (aquecimento e arrefecimento de instalações) ... ..	Até: $2 \times 10^6$ m <sup>3</sup> /dia (130 000 hectares) 400 hectares  400 hectares

A electricidade produzida seria, porém, apenas cerca de um terço da necessária para a região de Denver em relação à qual o estudo foi feito.

O exemplo anterior é duplamente ilustrativo: mostra os enormes benefícios que podem ser extraídos duma instalação combinada mas revela também que a partir de certa dimensão da Central essa utilização integral se torna impraticável. Tal consequência decorre essencialmente do facto de a utilização total do calor perdido ser apenas viável quando o utilizador se situa numa zona não demasiado afastada da Central. Com o aumento das potências da Central, tal aproveitamento torna-se cada vez mais difícil devido à dimensão crescente das zonas que teriam de ser consideradas.

Em Portugal, a maior instalação prevista para utilização do calor perdido num complexo industrial, como é o Barreiro, conduz a uma potência eléctrica de cerca de 70 MW. Todavia, se considerarmos um distrito do interior, como o de Castelo Branco, verifica-se que em 1975 a energia eléctrica consumida corresponde sensivelmente à produção contínua de uma Central de ~ 50 MW.

4.2. A existência de instalações combinadas não é nova, existindo inúmeros exemplos de aplicação concreta de há muitos anos. Todavia, as potências envolvidas são geralmente baixas quando comparadas com a potência de um simples Grupo duma Central Nuclear, ou mesmo (caso do nosso país) com os de uma Central Térmica Clássica como a do Carregado ou Setúbal. Tal não deveria impedir que se procurasse o máximo aproveitamento, mesmo em grandes centrais. A que primeiro ocorre é a da produção de água doce. Anote-se que no aproveitamento do Alqueiva, o qual virá a constituir o maior lago artificial da Europa Ocidental,  $0,5 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/ano serão utilizados para irrigação e  $0,25 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/ano para aproveitamentos industriais, incluindo o Complexo de Sines [15]. De acordo com o quadro anterior, a produção anual de água doce de uma instalação combinada seria de  $\sim 0,7 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/ano numa central de potência térmica de dimensão análoga à da futura Central Nuclear. A comparação deve entender-se como ilustrativa, pois uma conclusão segura apenas poderia ser estabelecida efectuando um estudo particular. Todavia, para além do interesse porventura existente numa tal realização, o exemplo é esclarecedor quanto à escala envolvida tratando-se de grandes centrais.

4.3. A outra alternativa, que logicamente se põe, é a produção descentralizada de electricidade. Neste caso, reduzindo-se as dimensões unitárias, as possibilidades de aproveitamento integral da energia aumentam substancialmente. A própria complexidade reduz-se. O aproveitamento integral aumenta obviamente o rendimento global da instalação e a desvantagem dum menor rendimento na produção de energia eléctrica que eventualmente se verificasse é largamente ultrapassado pelo rendimento global obtido. Todavia, importa assinalar que mesmo em relação à produção de electricidade, o rendimento não é necessariamente menor se forem encaradas as várias soluções técnica e economicamente viáveis. Refira-se, como exemplo, que numa Central Térmica moderna com ciclo de vapor rendimentos superiores a 40% na produção de electricidade são raros ( $\sim 32\%$  numa Central Nuclear) mas que rendimentos de 45% se obtêm já com Centrais Diesel utilizando combustível semelhante ao das Centrais a fuel. Grupos diesel até aos 140 MW começaram a surgir por força da alteração introduzida no mercado pelos novos preços do combustível. O diesel recupera assim e ultrapassa largamente o espaço que há anos havia perdido com o desenvolvimento das turbinas de gás, aparecendo também no domínio até há pouco inacessível (por razões tecnológicas) das potências mais elevadas, o qual apenas era ocupado pelas

Centrais termoeléctricas com ciclo de valor de água. Os custos em capital de tais soluções são hoje competitivas numa larga faixa com as

## Outras soluções

4.4. A primeira consequência de um ciclo termodinâmico de rendimento elevado — e no diesel os 40% são correntes desde há anos — é uma redução no calor perdido. No caso do diesel, o calor perdido na água de refrigeração tem ainda a característica favorável de o ser a temperatura muito mais elevada que em Centrais de vapor, o que lhe permite ser directamente utilizado no aquecimento industrial e doméstico. Um exemplo antigo de tal utilização encontra-se numa Central de Londres. Outro, recente, no aeroporto de Roissy (Charles De Gaulle) em Paris<sup>(6)</sup>. Há muitas mais. Um exemplo corrente em grandes motores é o do aproveitamento da energia dos gases de escape na sobre-alimentação do motor. Uma aplicação que se generaliza é o seu aproveitamento em conjugação com uma caldeira «de calor perdido».

4.5. Nos exemplos anteriores a tónica foi no aproveitamento do calor perdido numa Central cuja finalidade básica é a produção de energia eléctrica. Todavia, ainda mais frequente é a produção de energia eléctrica como subsidiária na produção de vapor de processo ou de água de aquecimento, utilizando as chamadas instalações de contrapressão. No esquema mais típico o rendimento global é superior a 80%, isto é, mais do dobro do que se verifica nas grandes Centrais Termoeléctricas, Convencionais ou Nucleares. No Reino Unido, cerca de 20% da electricidade consumida na indústria é produzida em instalações deste tipo. Nos E.U.A. economias de 30% generalizando instalações deste tipo foram estimadas [16], apesar do modo significativo como já são utilizadas.

Um dos principais obstáculos à maior disseminação de instalações deste tipo reside na dificuldade em harmonizar as necessidades instantâneas em electricidade e em vapor numa mesma instalação, sobretudo devido às limitações legais ou tarifárias impostas à emissão para a rede geral do excesso de electricidade produzida. Tal atitude limita, para além do razoável, a viabilidade de tais soluções aos casos localizados da produção de electricidade se destinar apenas ao consumo próprio. Numa política energética integrada e ao serviço da comunidade, não há muitas justificações para imposições daquele tipo, pois não só elas conduzem a desperdícios assinaláveis de energia primária como ainda a deseconomias externas.

<sup>(6)</sup> Usa o calor dos gases de escape.

## 5. CENTRALIZAÇÃO-DESCENTRALIZAÇÃO

5.1. Os dados anteriores, apesar de sucintos, revelam que a tendência acentuada para centralizar a produção de electricidade carece de fundamento em muitos casos. Na fase dos grandes aproveitamentos hidro-eléctricos existiu (e existirá) justificação económica para grandes potências unitárias, pois só através delas se conseguiu o melhor aproveitamento da energia renovável disponível. A rentabilização de tais empreendimentos exigia o consumo da electricidade produzida, pelo que o desencorajamento legal e tarifário de aproveitamentos termo-eléctricos de fins múltiplos encontrou aí um argumento importante (todavia ele arrastou também a inviabilização dos pequenos aproveitamentos hidro-eléctricos de fins múltiplos...). A situação actual é, todavia, acentuadamente diferente, pois não só os recursos hidro-eléctricos se aproximam do seu esgotamento como ainda a irregularidade das chuvas obriga à existência de um parque termo-eléctrico que supra as flutuações. Num parque termo-eléctrico primacialmente destinado a fazer face às flutuações de pluviosidade anual ou inter-anual, os aproveitamentos de fins múltiplos encontram menos justificação pois as flutuações na produção termo-eléctrica arrastariam à flutuação das produções subsidiárias.

Num país com razoável desenvolvimento industrial, em que a totalidade da produção hidro-eléctrica é consumida, e não basta, uma produção termo-eléctrica contínua torna-se imprescindível, tendendo o papel das hidro-eléctricas e das termo-eléctricas a inverter-se. Nalgumas soluções preconiza-se que os consumos base sejam satisfeitos pela componente termo-eléctrica e/ou parcialmente pelas hidro-eléctricas, mas com predomínio destas na satisfação das pontas de consumo. Tal orientação, que assegura a regularidade do funcionamento da produção termo-eléctrica, é uma condição importante para que a produção de energia em reactores nucleares se torne viável. Efectivamente, as bruscas variações de carga num reactor nuclear são (actualmente) tecnicamente inviáveis e a sua flexibilidade é, sob este aspecto, significativamente inferior à de uma termo-eléctrica convencional de potência equivalente. Para além das limitações técnicas, a rendibilidade económica exige o maior número possível de horas de funcionamento à potência nominal, devido aos elevados encargos de capital. Deste modo, e em termos genéricos, o deslocamento da produção termonuclear para a base do diagrama de cargas e a satisfação duma fracção importante das pontas de consumo por hidro-

-eléctricas obrigará estas a subordinarem-se à produção de electricidade secundarizando o seu papel em utilização de fins múltiplos, quais sejam a rega e outros.

5.2. As observações anteriores não pretendem condenar ou, «à priori», exaltar, méritos ou deméritos de soluções até agora preconizadas ou adoptadas em Portugal. Procuram sim acentuar que o condicionalismo actual é bem diferente, não só por força do próprio desenvolvimento como também pelas imposições que decorrem do consumo de fontes não renováveis de energia. Da sua análise conjunta resulta que limitações técnico-económicas que existiram para os aproveitamentos descentralizados e de fins múltiplos se atenuaram ou desapareceram mesmo em muitos casos. Há, pois, que tê-lo em conta e que examinar atentamente, caso a caso, as novas alternativas que à comunidade se oferecem.

5.3. Não pondo sequer em dúvida o contributo da electricidade para a melhoria da qualidade de vida e reconhecidas as vantagens duma rede interligada, levanta-se naturalmente a questão de saber se tais benefícios e vantagens inequivocamente apontam para a concentração da produção e para o crescimento das potências de grandes centrais termo-eléctricas convencionais ou nucleares. Em termos de ambiente, as grandes concentrações (pelos efeitos colaterais que sempre arrastam relativamente à capacidade regenerativa da natureza quando certos valores específicos de agressão se ultrapassam) são obviamente desaconselhadas. A dispersão dos centros produtores atenua as agressões; se encaradas na óptica das utilizações de fins múltiplos, aumentando o rendimento prolonga-se a vida dos recursos não renováveis tornando simultaneamente mais fácil transformar num benefício relativo o que de outro modo seria um prejuízo.

Tecnicamente, o grau de desenvolvimento que já alcançámos viabiliza mais facilmente os fins múltiplos mesmo nos casos em que a electricidade é um subproduto. Tal resulta do facto de tal produção ser, em termos unitários, percentualmente baixa, o que permite não só uma compensação estatística entre unidades dispersas, como ainda um grau de segurança elevado pois o falhar de uma unidade pouca influência terá no conjunto. Para que a compensação múltipla seja possível, a interligação à rede geral é imprescindível. Uma rede geral interligada é, pois, factor de vantagem adicional. Todavia, é tecnicamente conhecido que o custo de tal rede depende dos fluxos de energia que tem de assegurar. Se todo o abastecimento do País tiver de ser assegurado a partir de um

número pequeno de pontos, os fluxos serão maiores e predominantemente unidireccionais. Se a rede se destina primacialmente a transferir saldos regionais ou sub-regionais de produção e consumo, os fluxos serão obviamente menores. Que assim é, mostra-o o facto de, por exemplo a nível europeu, cada país procurar satisfazer com produção própria os seus consumos sem que esse facto se invoque para não interligar as redes, através das quais se permutam os saldos. Por esse facto também, dentro de cada país, as grandes centrais termo-eléctricas tendem a situar-se no centro de gravidade dos consumos, desde que os recursos em água de refrigeração e acessos ao combustível não tornem estes factores dominantes. A aproximação das grandes centrais das grandes zonas de consumo constitui, naturalmente, um factor adicional de concentração, pois a disponibilidade de energia é componente importante para o desenvolvimento industrial. A tentativa de correcção do efeito por via tarifária tem um custo económico que não pode ser ignorado.

Se para além dos factores anteriores for tido em conta o custo monetário e em energia do transporte de energia, novas variáveis intervêm na optimização global. Efectivamente, uma rede eléctrica pode transportar apenas... energia eléctrica. Uma rede de transportes rodoviários ou ferroviários permite transportar energia sob a forma de combustível tal como permite o transporte de toda uma enorme gama de produtos... e de passageiros. Ora, a facilidade de transporte de pessoas e bens é factor indiscutível de progresso e de aumento de qualidade de vida. Economicamente, tais vias de comunicação têm tanto mais razão de ser quanto maiores os fluxos. No nosso país é sabido como tem sido difícil rendibilizar e melhorar os transportes de toda a natureza nas regiões do interior.

Outros factores haverá ainda que ter em conta ao considerar o problema no seu conjunto, nomeadamente os da energia e os da elevação do nível profissional e tecnológico nas zonas mais desfavorecidas. A descentralização da produção, tratando-se de pequenos aproveitamentos hidro-eléctricos, promove o emprego local, pelo menos temporariamente. A descentralização em termo-eléctricas de fins múltiplos cria empregos permanentes e leva à fixação local de trabalhadores mais qualificados tecnicamente. Para certos trabalhos de reparação e manutenção pode certamente recorrer-se à pequena indústria local. A própria familiarização desta com tecnologias mais avançadas é certamente factor de promoção. Recorde-se, apesar das intrínsecas limitações da analogia, que a manu-



tenção e assistência de veículos automóveis é principalmente feita ao nível regional, sem que do facto se possa inferir que ela é, presentemente, pior do que a efectuada em grandes centros.

## 6. CONCLUSÕES

Encarando o problema no seu conjunto, isto é, tendo em conta os encargos e as perdas de uma produção centralizada em centrais de grandes potências unitárias, poderá concluir-se que:

- a) A produção centralizada conduz a maiores encargos e piores rendimentos globais, diminuindo a viabilidade de instalações de fins múltiplos com o aumento das potências.
- b) A produção centralizada diminui a segurança global do abastecimento devido ao peso maior que representam no conjunto as potências unitárias.
- c) A produção centralizada reduz o número de empregos para o mesmo capital investido e aumenta os efeitos deletérios sobre o ambiente.

Tais conclusões, acentua-se, não têm carácter absoluto. Apenas um estudo pormenorizado permitirá encontrar o necessário equilíbrio. A determinação da melhor solução tem necessariamente de ter em conta as limitações impostas por um programa de tão grande escala. Do facto decorre que se à descentralização for dado todo o peso que lhe compete, a implementação de tal política leva anos. Por esse motivo, a instalação de grandes centrais terá de prosseguir, pela necessidade de assegurar o tempo suficiente a uma transição. Nessas centrais (por razões idênticas), a sua utilização para fins múltiplos (embora parciais), implicando uma revisão de práticas tradicionais, também é morosa. Todavia, o facto de uma mudança levar tempo não é seguramente razão para que se não encare, por isso mesmo, desde já. Encará-la, desaconselha a opção por soluções a longo prazo em que são predominantes as elevadas potências unitárias. Uma opção nuclear tem, certamente, de ser encarada nesta perspectiva.



## 6. A OPÇÃO NUCLEAR E A ESCASSEZ DE URÂNIO

«Examine, mesmo superficialmente, qualquer produto da tecnologia e encontrará os valores e finalidades da sociedade que ela pretende servir. A tecnologia é como o material genético — transporta com ela o código da sociedade que a concebeu. É por isso que a escolha de uma tecnologia é hoje uma decisão tão crucial para as nações em desenvolvimento. A espécie de sociedade e a espécie de desenvolvimento que elas criarão depende numa larga medida da tecnologia que escolherão para a tarefa do desenvolvimento».

*Amulaya Kumar Reddy,*  
«Uniterra», Vol. 1, n.º 1

### 1. AS RESERVAS DE URÂNIO E OS REACTORES DO TIPO «BREEDER (F.B.R.)»

As reservas de urânio conhecidas mostram que a sua duração será de poucas décadas a menos que a curto prazo sejam introduzidos os Reactores a neutrões rápidos (F.B.R., ou sobrerregeneradores ou «breeders»).

Em relação aos F.B.R., Sir Brian Flowers, Reitor do Imperial College (membro «part-time» da «United Kingdom Atomic Energy Authority» e Presidente da «Royal Commission on Environmental Pollution») afirmou numa Conferência organizada pelo «Financial Times», em Londres, em 8-9 de Julho de 1976, sob o tema «Nuclear Power and the Public interest: the implications for business» [17]:

«[A Comissão sobre o Ambiente] acredita que ninguém se deve basear para algo de tão básico como a energia num processo que produz em quantidade um subproduto tão perigoso como o plutónio a menos que se esteja absolutamente convencido que não há alternativa (...). Nós não fomos convencidos pela evidência que este seja o caso (...). Devido às suas propriedades tóxicas e físséis, o plutónio constitui uma arma poderosa e sem igual para os que estejam suficientemente determinados a impor a sua vontade.

Nestas circunstâncias, não acredito que a questão seja a de se alguém deliberadamente o adquirirá para efeitos de terrorismo ou chantagem, mas apenas a de quando e com que frequência (...o farão).

Não há dúvida que [...uma instalação de demonstração] pode ser construída e operada desde que sejam conseguidos os meios e as salvaguardas necessárias de tal modo que essa instalação seja, quanto ao Ambiente, um objecto em si mesmo aceitável; enquanto tal não nos opomos. Todavia, é mais um passo de um bilião de libras numa via tecnológica que poderá revelar-se inaceitável ou mesmo catastrófica».

Na mesma conferência L. Grainger analisou a viabilidade do contributo dos F.B.R. para a produção de electricidade. Tendo em conta as limitações existentes quanto às reservas de urânio conhecidas (e estimadas) e as necessidades em plutónio para operar, tal tipo de Reactores mostra que o plutónio que pode ser obtido nos actuais Reactores de fissão, e dos próprios F.B.R., é, no entanto, muito escasso. Com a tecnologia presente, um sistema nuclear baseado inteiramente em F.B.R. seria incapaz de manter uma taxa de crescimento superior a 2%/ano [18]. Grainger afirma ainda:

«A capacidade teórica de um Reactor «Breeder» extrair 60% da energia do urânio, em contraste com cerca de 1% actualmente conseguido com Reactores Térmicos, tem sido largamente publicitada. Isto (...) tem sido mal interpretado ao inferir-se que a introdução de Breeders poderia salvar o Reino Unido das subidas no preço do urânio (...). A eficiência com que o urânio total fornecido ao sistema pode ser usado aumenta lentamente e, mesmo na melhor

hipótese considerada, não excede 5% nos primeiros cem anos (...).

Tendo em conta estas longas escalas de tempo, não surpreende que um atraso na introdução de Reactores Breeders tenha pouco efeito na sua contribuição [para o futuro]. Na verdade, a taxa inicial de construção de Breeders pode ser mais rápida devido aos grandes stocks de plutónio adquiridos [mas na melhor das hipóteses eles não chegariam a 70% da capacidade nuclear instalada daqui a 50 anos] (...).

Gostaria de acentuar que a energia nuclear (...) não será a fonte de energia barata e abundante que algumas vezes se imagina».

## 2. QUE FUTURO?

À parte os enormíssimos problemas de segurança que levanta, à parte as profundas implicações sociais e políticas que lhe são inerentes, uma opção nuclear só faz sentido numa perspectiva de futuro. Em termos de produção de energia, a introdução de Reactores nucleares de fissão em países que os não possuem compreende-se apenas na óptica do seu natural prolongamento pelos «Breeders». Mas o contributo dos «Breeders», mesmo introduzidos na sua máxima escala, só será sensível a longo prazo, dada a necessidade de produzir o plutónio suficiente nos Reactores nucleares usuais. Gera-se assim a paradoxal situação de o plutónio que se foi e vai acumulando, representar actualmente um dos mais difíceis problemas de resolver e de as quantidades existentes serem por sua vez insuficientes para o lançamento de significativo programa de «Breeders». Acelerar os programas nucleares existentes para que o plutónio disponível aumente, acelera o esgotamento dos recursos conhecidos de urânio. Aliás, segundo a U.K.A.E.A. [18], os programas nucleares actualmente em curso absorverão, por alturas de 1990, todas as reservas conhecidas e estimadas de urânio a preços até \$110/kg. Talvez por isso nos encontremos actualmente no ponto crítico das decisões sem retorno. Esperou-se demasiado do Nuclear, deixou-se crescer rapidamente a ilusão sem nos darmos conta que os problemas cresciam mais rapidamente que a nossa capacidade em resolvê-los.

Postos face a face com a sequência lógica dos Reactores de fissão, assiste-se em praticamente todos os países que desde cedo investiram

pesadamente no Nuclear a uma profunda e extensa reanálise das suas políticas energéticas. Os dados mostram que tal reexame não é apenas fruto de preocupações ambientais. Ele é, sobretudo, a consequência de manifestações a nível do económico e do político.

O conhecido semanário alemão **Der Spiegel**, num dos números de Janeiro de 1977, apresentava a todo o tamanho da sua capa «Energia Nuclear — a Grande Ilusão». O grande ecologista E. P. Odum, Director do Instituto de Ecologia da Universidade da Geórgia, e um dos pioneiros na análise do efeito das radiações no ecossistema, por incumbência da U.S.A.E.C., afirmou recentemente [19]:

«Fui convidado para a Primeira Conferência em Genebra dos Átomos para a Paz (1953)... O optimismo esteve muito alto em Genebra pois todos nos sentíamos excitados pela nova revolução que estava tendo lugar. O discurso de abertura foi feito pelo Director da Comissão de Energia Atómica de um país não desenvolvido (...). Os delegados dos países não desenvolvidos estavam excitadíssimos porque julgavam surgida a oportunidade de virem a ser iguais a todos os outros pois, teoricamente, a energia do átomo estaria em qualquer sítio e não poderia ser privilégio apenas dos países ricos (...). Depois da idade da energia muscular e da idade da energia dos combustíveis fósseis tinha de ser a idade da energia atómica e esta seria uma idade que duraria para sempre porque teoricamente a energia do átomo é ilimitada. Estávamos todos confiantes em que por 1970 a conversão à energia atómica estaria bastante avançada. Afinal onde é que nos enganamos?

Creio que em várias coisas (...). Falhamos no elevado custo da mudança dos combustíveis fósseis para outros tipos de energia (...). Creio, também, que o que todos nós esquecemos foi o Segundo Princípio da Termodinâmica».

## 7. SEGURANÇA DE OPERAÇÃO DE CENTRAIS NUCLEARES

«Se um problema é demasiado difícil de resolver, não pode pretender-se que está resolvido invocando todos os esforços feitos para o resolver».

Hannus Alfvén, *Bulletin of the Atomic Scientists*,  
Maio 1972

«A tecnologia dos reactores é extremamente complexa; o homem é falível. É impossível ter a certeza absoluta de que todas as falhas de engenharia ou erros humanos que resultam em desastre foram identificados através da análise de segurança ou que os riscos foram reduzidos pelo projecto a níveis desprezáveis. Sob este ponto de vista, uma avaliação teórica dos riscos é uma coisa, o que se consegue na prática é uma coisa bastante diferente».

Royal Commission on the Environment, 1976

«Para 30 Centrais LWR operando entre 1 de Janeiro de 1972 e 31 de Maio de 1973 verificaram-se aproximadamente 850 ocorrências anormais (...) envolvendo mau funcionamento ou deficiências associadas com equipamento ligado à segurança (...). Levantam-se sérias questões quanto às práticas correntes de revisão e inspecção tanto por parte da indústria nuclear como da AEC».

L. V. Gossick, M. L. Frust et al. (USAEC Task Force)  
«Study of the Reactor Licensing Process», Report to the  
Director of Regulation, Outubro 1973 (relatório original)

## 1. OS RISCOS DE ACIDENTE

### 1.1 Ninguém deseja acidentes em Centrais Nucleares. Todavia,

podendo os acidentes assumir níveis vários a atenção da opinião pública centra-se, sobretudo, nos que podem assumir aspectos catastróficos. Um acidente deste tipo seria um desastre económico, para além de ser um desastre social. Em termos económicos, tem-se procurado quantificar o risco, de tal modo que as actividades interessadas possam estabelecer uma relação custo (risco)-benefício em que basear as decisões. Em termos de probabilidade o problema é, todavia, bem diferente do que se apresenta usualmente às Companhias de Seguros. Por isso, a fixação legal de um limite superior para as indemnizações em caso de acidente tem levantado tão acesas controvérsias. A ausência total de risco é, obviamente, impossível. Mesmo que o risco pudesse ser quantificado com segurança em termos probabilísticos (e não o é), a fixação do risco admissível envolve delicados problemas devido às suas profundas repercussões sociais. Efectivamente, a redução do risco envolve encargos económicos, e se fosse levada ao nível do tecnicamente possível a produção de energia em Centrais Nucleares tornar-se-ia economicamente inviável. A utilização de outras fontes de energia também envolve riscos, mas não os de tipo catastrófico e em tão larga escala como os do Nuclear. Neste, os efeitos além de afectarem os presentes propagam-se às gerações vindouras. **O risco nuclear é, assim, para além de uma questão económica, uma questão ética.** Eliminada por muitos a questão ética, o problema reduz-se a factores económicos. **Como não existe qualquer base quantitativa segura para a avaliação dos factores económicos surge, naturalmente, a imposição legal.** Esta é, para todos os efeitos, a expressão dum risco assumido pela comunidade. **Que grau de consciência tem essa comunidade do risco que a fazem correr?**

Afirmar que a energia nuclear é segura ou que é insegura são afirmações correntes que carecem de suporte enquanto se não entender clara e objectivamente o que se entende por segurança. Definir segurança em termos de probabilidade de mortos ou doentes, presentes ou futuros, devido ao seu funcionamento normal, ou em termos de probabilidade de acidente, tem sido uma via para iludir problemas de fundo associados ao seu uso.

Como não existe actualmente possibilidade de estabelecer com segurança tais probabilidades, quando se apresentam números, estes apenas traduzem as hipóteses subjectivas que lhe estiveram subjacentes. De nada serve iludir estas questões. As tentativas que têm sido feitas, sobretudo

pela indústria nuclear, só têm agravado o problema pois à meia verdade ou ao ludríbrio descoberto corresponde inelutavelmente a suspeição. Que esta assuma depois formas exaltadas, é uma reacção que não pode deixar de considerar-se normal numa sociedade em que o cidadão não admite que o transformem em cobaia sem ao menos o consultarem e o esclarecerem sem ambiguidades.

1.2 Algumas transcrições de comissões tão idóneas e competentes como a Royal Commission on the Environment são elucidativas:

«O controle da radioactividade é fundamental para a operação segura de um reactor. Uma falha de controle, conduzindo a uma rápida subida na reactividade e portanto na temperatura do combustível, pode resultar na fusão do combustível o qual escorrerá para o fundo do reservatório do reactor (...). O combustível fundido pode atravessar o contentor por fusão havendo ainda a possibilidade deste fender devido às forças explosivas geradas pela interacção química ou térmica entre o combustível e o fluído de arrefecimento. Tal pode resultar na libertação de parte dos produtos voláteis da fissão. Nalguns tipos de reactor, a fusão pode ocorrer devido à incapacidade de remover o calor libertado pelo combustível após a paragem do reactor. Este calor é libertado pelo decaimento radioactivo dos produtos de fissão no interior do combustível; tipicamente, esse calor representa 6% do calor libertado quando o reactor se encontra a plena carga, reduzindo-se a cerca de 1% após uma hora. Deste modo, se uma falha conduzir à perda do fluído refrigerante, não basta parar simplesmente o reactor, pelo que o sistema de arrefecimento de emergência tem de ser previsto para remover esse calor. Tem havido controvérsia acerca da fiabilidade de tais sistemas em Reactores de tipo LWR (...). Os contactos que tivemos com a indústria nuclear durante o nosso estudo não nos deixaram dúvidas de que a mais diligente atenção é prestada à segurança no projecto, na construção e na operação de reactores. Todavia, é um facto da experiência diária que nem todas as eventualidades podem ser previstas mesmo quando as mais estritas precauções são tomadas. Neste contexto, um incidente usualmente citado é o do incêndio no módulo lunar que matou três astronautas

americanos em 1966 o qual ocorreu devido à inflamabilidade de materiais numa atmosfera de oxigénio pressurizado. Isto não havia sido previsto, apesar dos recursos imensos devotados à segurança do projecto. Um incidente mais directamente relevante ocorreu em 1975 na Central Nuclear de Brown's Ferry, nos E.U.A., devido ao incêndio nos cabos eléctricos por baixo da sala de comando. O incêndio foi provocado pela chama de uma vela utilizada por um trabalhador na detecção de fugas de ar através dos orifícios de passagem de cabos. O sistema de arrefecimento de emergência de um dos reactores ficou desactivado e consequências muito sérias só por um triz foram evitadas. O risco de incêndio nos cabos já tinha sido verificado e para ele tinha sido chamada a atenção dos responsáveis, mas nenhuma medida fora tomada. O risco de incêndio, fosse qual fosse a causa, devia ter sido considerado durante o projecto, e será sem dúvida tido em conta no futuro, mas a questão permanece de quais os riscos ainda não tidos em conta que podem existir. É óbvio, certamente, que os perigos inesperados não são, necessariamente, apenas os mais pequenos».

Por outro lado, às exigências postas pela segurança não é indiferente o tipo de país ou sociedade em que as Centrais se instalam. É ainda a mesma Comissão que afirma:

«[Acidentes devastadores] é mais natural que ocorram em países menos desenvolvidos, com uma menor infra-estrutura tecnológica ou tradição (...). Este é um aspecto que não deve esquecer-se ao considerar uma estratégia nuclear».

A indústria nuclear britânica é conhecida pelo seu meticoloso cuidado com os aspectos de segurança. Talvez por isso não seja competitiva. Os seus reactores correspondem, tal como em muitos pontos os canadianos, a concepções intrinsecamente mais seguras que as adoptadas por exemplo nos E.U.A., cujos reactores LWR equipam hoje a esmagadora maioria das Centrais em funcionamento ou projectadas<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Na origem deste tipo de reactores está a construção de submarinos nucleares. Tal facto influenciou a sua concepção. A investigação e desenvolvimento feita para esta finalidade foi naturalmente transposta para as utilizações civis. Tal facto representou uma considerável vantagem económica para o complexo militar-industrial.



Foi para os reactores LWR que a USAEC encomendou ao Prof. Rasmussen o projecto de 3 milhões de dólares «An assesment of risks in U.S. Commercial Nuclear Power plants». É a este estudo e aos números que apresenta que se refere a citação de W. H. Lawrence, da Universidade de Harvard<sup>(2)</sup>:

«Qualquer avaliação de um problema tecnológico tão excessivamente complexo como o risco nuclear exige a introdução de inúmeras hipóteses e envolve métodos analíticos cuja própria natureza deve em si mesma ser posta em causa».

O trabalho do Prof. Rasmussen e da sua equipa constitui, sem dúvida, um exemplo significativo de análise e segurança de sistemas complexos quanto a eventualidade de falhas. Todavia, entre uma análise conceptual e a realidade que pretende exprimir vai uma considerável distância, tanto maior quanto é certo não ter a fundamentá-la suporte experimental objectivo. Como tal, o abuso feito de certos números que produzem quanto à probabilidade de acidente podem gerar uma dramática inconsciência. Efectivamente, atribuir ao que se desconhece uma lei de probabilidade porque tal lei é necessária para que os números possam emergir. Admitir à priori certa combinação de acontecimentos apenas porque probabilisticamente mais plausíveis mesmo no pressuposto de que as leis arbitradas para as probabilidades parciais estão correctas, é certamente susceptível de revelar possíveis sequências críticas. Todavia, partir de um palpite e atribuir-lhe um número; usar tal número num modelo computacional sofisticado e concluir que, por ser sofisticado, o resultado é bom, não suporta sequer a crítica de um bom senso minimamente esclarecido. O relatório do Professor Rasmussen tem sido larga e fundamentadamente contestado e uma pormenorizada discussão só poderia fazer-se discutindo-o ponto a ponto. A maioria dos seus apoloéticos defensores usam apenas a versão resumida para com os números finais fundamentarem ilações. O uso comercial assim feito, e a que o relatório se presta, só pode vir a desacreditar uma forma promissora de analisar situações complexas fornecendo para tal uma metodologia exigente. Todavia, o que parece nem todos desejarem ver é que a qualidade das respostas depende da qualidade dos dados e da validade das hipóteses arbitradas. Certas críticas, como a da Union of Concerned Scientists, feitas sobre um relatório preliminar,

---

(2) W. H. Lawrence, *Of Acceptable Risk — Science and the Determination of Safety*, Los Altos, 1976.

e apesar disso não cobrindo todos os aspectos, foram tidas facilmente em conta na versão final. Efectivamente, multiplicar por dez ou cem o número de cancros eventualmente produzidos é, em si mesmo, pouco mais do que um exercício numérico com dados mais refinados. De facto, as alterações resultantes de as pessoas estarem ou não em casa quando se verifica o acidente, ser a área mais ou menos povoada, soprar o vento numa ou noutra direcção, pode ser um exercício esclarecedor, mas cuja relevância é sem proporção com as dimensões mesmas do problema. Aliás, as críticas conhecidas são elas mesmas vítimas da armadilha base que se encontra nos pressupostos em que o relatório se apoia: a definição do acidente mais grave. Ora o acidente mais grave que o relatório admite não é o mais grave possível! Sem entrar em exaustivas discussões técnicas, poderá afirmar-se que **o acidente mais grave admitido no Relatório Rassmussen é um acidente tal que os seus efeitos já sejam catastróficos, mas não suficientemente grave para que a indústria nuclear seja definitivamente posta em causa.**

O modo como se consegue este efeito consiste, simplesmente, em fixar a percentagem máxima de emissões radioactivas em caso de acidente! As percentagens fixadas são basicamente arbitrárias. Conseguindo iludir este ponto, o relatório transforma-se num exercício abstracto em que poderão exercitar-se talentos científicos em intermináveis e herméticas discussões à margem da questão fundamental.

## 2. OS RISCOS EM OPERAÇÃO NORMAL

Os trabalhos do I.C.R.P. são universalmente aceites e respeitados quanto aos efeitos das radiações. Todavia, como em todos os trabalhos desta natureza, é demasiado frequente a utilização de números de que se não domina (ou se não pretende evidenciar) a base subjacente. Os trabalhos do I.C.R.P. e as normas deles resultantes têm permanentemente evoluído no sentido de reduzir as doses admissíveis de radiações. Por outro lado, a unidade actualmente utilizada (o rem) envolve factores qualitativos e as normas foram progressivamente identificando a dose máxima admissível para os órgãos críticos. Porém, sem pôr em causa a validade de tais doses, no estrito sentido em que se aplicam, existe de modo bem mais importante o problema do cálculo ou da estimativa das doses recebidas. A transcrição feita anteriormente de um manual editado pela USAEC é esclarecedora, como esclarecedora é também a conclusão a que chegaram

R. J. Budnitz, do Lawrence Berkeley Laboratory e J. P. Holdren, do Energy and Resources Group, da Universidade da Califórnia, acerca do resultado que se obtém ao calcular as doses do Iodo-131 no ar, quando se considera ou não o leite ingerido:

«A dose é aumentada por um factor de (10.000 a 20.000)/15, ou seja, um factor da ordem de 1.000 quando a cadeia [alimentar] envolvendo o leite é ou não considerada».

Acrescente-se que em ambos os casos se parte duma concentração admissível, segundo o I.C.R.P., para o Iodo-131 no ar, e que o resultado final respeita ou não a dose máxima admissível consoante se considera ou não a cadeia alimentar!



## 8. O PROBLEMA DOS RESÍDUOS RADIOACTIVOS E DA PROLIFERAÇÃO DE ARMAS NUCLEARES

«Parece termos feito um negócio de Fausto. Foi-nos dado o fogo nuclear — cujas dimensões eu apenas via obscuramente 18 anos atrás — como meio de produzir energia muito limpa e, com os «breeders», inesgotável. O preço que temos de pagar por esta generosa dádiva é uma vigilância que sob muitos aspectos transcende o que alguma vez tivemos de fazer: vigilância e cuidado na operação destes instrumentos; criação e continuação até à eternidade de militantes e sacerdotes que compreendam os sistemas nucleares e que estejam preparados para guardar os resíduos. Para aqueles de nós cuja actividade é fornecer energia aqui e agora, especulações acerca de 100.000 sacerdotes-ano devem parecer irrealis ou sobrenaturais (...). Mas a necessidade de preocupação imediata com a operação inteligente, atenta e responsável de Centrais Nucleares, não é teórica nem remota: é uma pesada responsabilidade que cada um (...) deve assumir».

Dr. Alvin Weinberg. «Nuclear Energy — 18 Years After», discurso à American Public Power Assoc., San Francisco, 27 Junho 1972(\*)

«A energia nuclear sintetiza o dilema de benefícios potenciais infinitos com riscos infinitos para a comunidade em globo».

*Facing up to Nuclear Power*, The Saint Andrew Press, 1976. Resumo do programa de estudos e das discussões patrocinadas pelo Conselho Mundial das Igrejas e organizado pela Igreja da Escócia.

---

(\*) O Dr. Alvin Weinberg foi um dos pioneiros da Tecnologia Nuclear e Director do Laboratório Nacional de Oak Ridge, da Comissão de Energia Atómica dos E.U.A.. É um dos mais conhecidos defensores da energia nuclear.

«Não devemos comprometer-nos num grande programa de fissão nuclear, enquanto não for demonstrado, para além de dúvidas razoáveis, que existe um método capaz de assegurar a contenção segura durante um futuro indefinido dos resíduos altamente radioactivos e de longa vida».

Recomendação 27, Royal Commission on Environmental Pollution, Sixth Report, Setembro 1976

## 1. ALGUMAS OBSERVAÇÕES

O problema da contenção dos resíduos radioactivos é daqueles em que maior unanimidade existe acerca da dificuldade numa solução aceitável. Produtos altamente radioactivos têm sido e continuam sendo produzidos. Falhas técnicas têm sido encontradas, sendo largamente conhecidos os casos de Hanford, nos E.U.A.. No final de 1976, no Reino Unido, o Ministro da Energia reconheceu publicamente ter havido fugas de produtos de reservatórios, e que as entidades responsáveis não o haviam informado. A importância de tais fugas não terá sido, em si mesma, importante. Mais significativo terá sido o modo como os casos foram tratados.

Tecnicamente, a dimensão do problema decorre da sua escala no tempo: alguns produtos radioactivos gerados no funcionamento de Centrais necessitam de ser impedidos de se dispersar no ambiente durante dezenas de milhar de anos. Propor uma solução e assegurar que após 20.000 ou 100.000 anos os contentores permanecem intactos é algo que ultrapassa as garantias mais optimistas que a ciência e a tecnologia actuais podem fornecer. Todavia, mesmo que a fornecessem, permaneceria de pé a questão de saber se alguma estrutura social possui a estabilidade bastante para assegurar que tais produtos não venham a ser instrumentos letais de destruição no futuro.

É um facto que os arsenais existentes de armas nucleares constituem riscos potenciais equivalentes, pelo que há quem defenda que o problema posto pela utilização de Centrais Nucleares não devia ser encarado no modo preocupante como o tem sido. Todavia, o problema não assume, certamente, tal simplicidade. Por um lado, muitos rejeitarão

a ideia de submeter uma actividade civil tão extensa e vital como é a produção de energia a um controle e vigilância militares do tipo utilizado com os armamentos nucleares. Por outro, a expansão crescente do número de Centrais e de pessoas envolvidas tornaria impossível tal protecção, apesar da militarização progressiva das instituições a que tal inevitavelmente conduziria. Numa sociedade em que não existissem tensões sociais e em que se praticasse o ideal fraterno e igualitário que a maioria dos sistemas políticos preconiza, não haveria talvez lugar para tais preocupações. Sabemos, porém, quão longe estamos de alcançar tal estágio de civilização, pelo que os que se preocupam com o futuro e com as gerações vindouras não poderão deixar de preocupadamente se debruçar sobre o assunto.

Uma Central Nuclear de 1000 MW produz anualmente plutónio suficiente para fabricar mais de 20 bombas atómicas de potência semelhante às utilizadas sobre Hiroshima e Nagasaki. Tal plutónio não se encontra em forma de ser imediatamente utilizado, mas as dificuldades tecnológicas a vencer para o conseguir não são demasiadas e encontram-se cada vez mais ao alcance de maior número de países. Os acordos internacionais, em que se prevêm as medidas a seguir para evitar a diversão de produtos físséis para fins não pacíficos, são insuficientes para impedir que tal aconteça sobretudo se ao nível de um país houver a intenção de possuir armamento nuclear. As sanções previstas nos acordos internacionais para os prevaricadores são fundamentalmente simbólicas e os próprios países que assinaram o tratado de não proliferação de armas nucleares podem denunciar o acordo em curto prazo invocando cláusulas do próprio tratado.

Com a proliferação de Centrais, o problema ganha uma dimensão totalmente nova, pelo que as implicações sociais crescem correlativamente. Com as quantidades envolvidas de produtos físséis, os simples erros inerentes à sua contabilidade — uma percentagem para perdas é inelutável — permite que sejam subtraídos ao controle quantidades crescentes. A tentação de instituir um sistema de vigilância e fiscalização total, será grande. Nada permite garantir que esse corpo de «sacerdotes», como lhes chamava Weinberg, se não transforme em algo de bem diferente: num santo ofício actualizado!

De nada serve iludir os problemas. Não adianta postular que vivemos ou que caminhamos a passos largos para uma sociedade perfeita. Se o desejamos, parece talvez mais prudente não multiplicar as tentações nem os meios que facilitem objectivos opostos. Recordando afirmações de Sir Brian Flowers, Reitor do Imperial College:

«Devido às suas propriedades tóxicas e físséis o plutônio constitui uma arma poderosa e sem igual para os que estejam ~~suficientemente~~ determinados a ~~impôr~~ a sua vontade. Nestas circunstâncias, não acredito que a questão seja a de se alguém deliberadamente a adquirirá para efeitos de terrorismo ou chantagem, mas apenas a de quando e com que frequência».



## 9. OPÇÃO NUCLEAR: OPÇÃO IRREVERSÍVEL POR UM TIPO DE SOCIEDADE

«A religião da economia promove a idolatria da mudança rápida esquecendo o truismo elementar de que uma mudança que não é uma melhoria indiscutível é uma bênção duvidosa. O encargo de o provar é imposto aos que adoptam o «ponto de vista ecológico»: a menos que *eles* possam demonstrar danos acentuados no homem, a mudança prosseguirá. O senso comum, pelo contrário, sugere que o encargo da prova deve competir *àquele* que deseja introduzir uma mudança; *ele* tem de demonstrar que *não pode* haver consequências destruidoras. Mas isto levaria muito tempo e não seria económico. Por isso, a Ecologia devia ser uma disciplina obrigatória para todos: economistas, profissionais, leigos. Tal ajudaria, pelo menos, a restaurar um pouco do equilíbrio».

*E. F. Shumacher,*

The Des Voeux Memoria Lecture: «Clean Air and Future Energy — Economics and Conservation». National Society for Clean Air, Londres, 1967.

«Uma Ecosfera desenvolvida durante milhões de anos deve ser considerada como possuindo algum mérito. Qualquer coisa tão complicada como um planeta habitado por mais de um milhão e meio de espécies de animais e plantas, todos eles vivendo em conjunto num equilíbrio mais ou menos harmonioso no qual continuamente utilizam e reutilizam as mesmas moléculas de solo e ar, não pode ser melhorado por remendões sem finalidade e sem informação. Todas as alterações num mecanismo complexo envolvem risco e só devem ser empreendidas após um estudo cuidadoso de todos os factos disponíveis».

*Ralph e Mildred Buchsbaum,*  
Basic Ecology, 1957

«Os dados existentes são insuficientes para estabelecer uma base segura de avaliação dos efeitos da radiação para todos os tipos e níveis de irradiação».

Memorandum do Federal Radiation Council ao Presidente dos E.U.A., citado por L. Rogers, Director of Regulatory Standards, U.S. Atomic Energy Commission in Proceedings of a Conference on Environmental Impact of Nuclear Power Plants», Georgia Institute of Technology, 1974

## 1. FORMAS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS DE ENERGIA

Pode inferir-se dos conhecimentos existentes (acerca das reservas e de tecnologia) que os combustíveis nucleares se esgotarão primeiro que os fósseis (carvão, petróleo...). A utilização de uns e outros provoca agressões ambientais, muito embora os poluentes com origem na utilização dos combustíveis fósseis façam parte dos ciclos biogeoquímicos naturais. Produtos radioactivos com origem em reactores nucleares permanecem durante milénios com perigosidade mortal. Impedir durante milénios a sua entrada no ambiente tem de ser assegurado. Existem ainda, além daqueles, outros produtos radioactivos que são descarregados no ambiente em condições normais de funcionamento. Em termos de perigosidade ambiental é habitual considerar os efeitos do funcionamento normal de centrais nucleares e do funcionamento normal de centrais convencionais. Os efeitos deletérios de ambas têm sido analisados. As consequências em caso de acidente grave são, todavia, acentuadamente diferentes. Quantificações de efeitos em termos probabilísticos tendem a ser controversas, como é habitual nas circunstâncias em que os juízos de valor carecem de exaustivo suporte objectivo ou em que não se explicitam claramente as hipóteses admitidas.

Sem especulação acerca das reservas em fontes não renováveis de energia que virão ou não a surgir, parece indiscutível que a via do futuro, tanto sob o aspecto de energia como do ambiente, se encontra nas formas renováveis de energia: sol, vento, ondas, marés, biogás, etc. para além dos já tradicionais aproveitamentos hidroeléctricos. Estas formas, tal como a geotermia, não foram aprofundadas nesta exposição apenas porque a opção presente se insere na perspectiva do curto e médio prazo.

No curto prazo, com excepção das hidroeléctricas, o contributo das outras formas renováveis de energia **para a produção de electricidade em larga escala** não poderá ser muito significativo. Por isso, neste trabalho

se pôs a tónica no melhor aproveitamento dos recursos fósseis existentes pois a sua utilização continuará imprescindível durante longos anos. Esses anos serão os da mudança para novas estratégias e para as fontes renováveis de energia. As fontes renováveis são também, tipicamente, formas de energia não concentrada.

O aproveitamento óptimo dos combustíveis fósseis, e a descentralização, facilita a mudança. A opção nuclear, sendo também uma opção de médio prazo, não se apresenta hoje, devido ao progresso verificado no conhecimento científico, como aquela opção indiscutível que há uns anos se pensava vir a resolver definitivamente o problema do abastecimento energético. Pelo contrário, a utilização da energia nuclear surge no presente e em todos os países como tema de acesa controvérsia. Para quem não optou no passado pelo nuclear, parece mais adequado aprofundar as alternativas do que absorver recursos humanos e financeiros numa via pejada de riscos e incertezas. Recursos que, pela sua escassez, devem ser utilizados onde melhor se preserve a capacidade de construir uma Sociedade mais justa.

## 2. OPÇÃO NUCLEAR

A atitude de bom senso que se perfilha fundamenta-se em conhecimento objectivo que, para as circunstâncias peculiares do nosso país, é incompleto. Se a alternativa que restasse fosse apenas ou Nuclear ou bloqueio (ou retrocesso) no sentido da melhor qualidade de vida, seria inadmissível pô-la em dúvida, como inadmissível seria a um Governo não tornar claramente conscientes os cidadãos para os riscos inerentes à alternativa. Todavia, não se afigura que a situação tenha atingido o dramatismo de tal simplicidade. Aliás, o contributo significativo do Nuclear só surgiria daqui a 15 ~ 20 anos. Se, como por vezes sucede noutros domínios, se procurasse descortinar o futuro extrapolando o passado recente, concluiríamos que relativamente às vantagens do nuclear tal perspectiva se deteriorou acentuadamente nos últimos anos. Não optar pelo Nuclear não se apresenta como um bloqueio. Em termos globais surge, bem mais claramente, como uma alternativa irreversível.

A muito longo prazo e «à priori» a opção nuclear não se condena nem se aprova, mas considera-se que existe uma tão larga margem de incerteza que o senso comum, reforçando uma perspectiva de Ambiente, a desaconselha como às decisões que apontam para vias de não retorno.

Tal como a «Royal Commission on Environmental Pollution», no 6.º relatório publicado em Setembro de 1976, e referente à Energia Nuclear, perfilha-se a citação do Prémio Nobel da Física em 1971:

«Se um problema é demasiado difícil de resolver, não pode pretender-se que será resolvido invocando todos os esforços feitos para o resolver».

*Hannes Alfvén,*

Bulletin of the Atomic Scientists, Maio 1972

### 3. CONCLUSÃO

Pelos recursos que mobilizaria, pela hiperconcentração que iria acentuar, pelo desperdício que provoca, pelas medidas institucionais a que arrastariam as medidas de segurança, uma opção nuclear em Portugal teria um impacto que largamente transcende particularidades tecnológicas ou reflexos económicos e financeiros. Impacto sem proporção com o contributo que eventualmente traria à solução dos problemas energéticos. Efectivamente, a energia nuclear é apenas utilizável na produção de electricidade. E a electricidade não representa em Portugal, como em nenhum país desenvolvido, mais do que 20 a 25% das necessidades globais em energia. Pretender suprir todas as necessidades em energia através da energia eléctrica é económica e industrialmente inviável. O reconhecimento deste facto exige que se não discuta o problema de uma opção nuclear fora do contexto duma política energética e esta fora da perspectiva das suas implicações no tipo de sociedade que inelutavelmente molda.

Uma opção nuclear é por isso mais do que um problema científico, do que um problema tecnológico, do que um problema económico-financeiro. Uma opção nuclear em Portugal é uma opção irreversível por um tipo de sociedade em frontal contradição com o que se esboça no programa do I Governo Constitucional no capítulo do ambiente, do qual consta:

«Os países em vias de desenvolvimento, como Portugal, ao procurarem caminhar para um maior nível de bem-estar, devem recorrer principalmente ao trabalho e ao conhecimento de modo a aplicar da melhor forma os factores ecológicos

que o ambiente põe ao seu dispor. Devem, nomeadamente, nesta linha de preocupações: proceder a uma utilização intensiva de mão-de-obra; promover obras de fomento de pequeno porte e dispersas por todo o território, orientar a indústria ligeira para a agricultura, com o recurso a uma tecnologia de ponta que saiba utilizar eficientemente as nossas disponibilidades (...). Tudo isto, segundo uma política democrática que atenuar, até a eliminar, a separação injusta entre o homem do litoral e do interior».

É da aplicação da Ciência que surgirá a melhoria crescente da qualidade de vida, se a Ciência e a tecnologia forem orientadas para essa revolução. A qualidade de vida degradar-se-á continuamente se as capacidades de inovação científica e tecnológica se orientarem para a satisfação de consumos artificialmente gerados, por muito que tais consumos ajudem ao crescimento do P.N.B., e por muito que tais consumos engendrem outros para corrigir os seus efeitos deletérios.

#### REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA SUMÁRIA

- [1] J. J. Delgado Domingos, «A Crise do Ambiente», *Técnica* n.º 417, Novembro 1972.
- [2] Kenneth E. Boulding, *Economics as a Science*, Mc Graw-Hill, 1970.
- [3] H. Brown, *Energy in our Future*, Energy Reviews, 1976.
- [4] Royal Commission on Environmental Pollution, Sixth Report, Nuclear Power and the Environment, H.M.S.O., Londres, 1976.
- [5] Direcção-Geral dos Combustíveis, Informação Petróleo n.º 19/1976.
- [6] J. J. Delgado Domingos, Recursos Naturais, Economia e Sociedade, *Técnica* n.º 437, Dezembro 1976.
- [7] A. Makhigani, A. Pole, *Energy and Agriculture in the Third World (A Report to the Energy Policy Project of the Ford Foundation)*, Ballinger pub., 1975
- [8] G. Leach, *Energy and Food Production*, I.P.C. Press, 1976.
- [9] H. C. Hottel, J. B. Howard, *New Energy Technology*, M.I.T. Press, 1971.
- [10] E. C. Williams, *Energy Policy and Planning — A General View*, Conf. on Energy Transfer in the U.K. and its Relation to E.E.C. Policy, 1973.
- [11] G. R. Hill, *Chemtech*, 1972.
- [12] I. G. C. Dryden (General Editor), *The Efficient Use of Energy*, I.P.C. Press, Londres, 1975.

- [13] S. E. Beall, *Agricultural and Urban Uses of Low Temperature Heat*, Oak Ridge National Laboratory, v. [14].
- [14] S. P. Mathur, S. P. Ronal (Ed.), *Conference on Beneficial Uses of Thermal Discharges*, Setembro 17-18, 1970, New York State Dept. of Environmental Conservation.
- [15] United Nations Water Conference, *Portugal: National Report*, 1976.
- [16] *A Time to Choose* (America's Energy Future, Energy Policy Project of the Ford Foundation), Ballinger Pub., 1974.
- [17] W. C. Patterson, *Energy Policy*, n.º 4, 1976.
- [18] L. Grainger, *Energy Policy*, n.º 4, 1976.
- [19] E. P. Odum, *The Ecosystem Approach*, Proc. Conf. on Environmental Impact of Nuclear Power Plants, School of Nuclear Engineering, Georgia Institute of Technology, 1974.
- [20] M. Clark, *Energy for Survival (The Alternative to Extinction)*, Anchor Press, 1975.
- [21] L. C. Ruedisili, M. W. Firebaugh (Ed.), *Perspectives on Energy*, Oxford University Press, 1975.
- [22] A. B. Lovins, *Nuclear Power (Technical Bases for Ethical Concern)*, Earth Resources Research Ltd., 1975.
- [23] «Energie Nucleaire, un Choix Sage?», *La Revue Nouvelle*, Numero Special, Setembro 1976.
- [24] «Progress in Nuclear Energy» (*Proceedings of the European Conference*, Paris 21-25 April 1975), Pergamon Press, 1976.
- [25] E. F. Schumacher, *Small is Beautiful (A Study of Economics as if People Mattered)*, Abacus, 1976.
- [26] W. C. Patterson, *Nuclear Power*, Penguin Books, 1976.
- [27] A. B. Lovins, *World Energy Strategies (Facts, Issues and Options)*, Friends of the Earth International, 1975.
- [28] P. Chapman, *Fuel's Paradise (Energy Options for Britain)*, Penguin Books, 1975.
- [29] W. W. Lowrance, *Of Acceptable Risk (Science and the Determination of Safety)*, Williams Kaufman Inc., 1976.
- [30] J. J. Delgado Domingos, «Alternativas Energéticas», *Técnica* n.º 437, Dezembro 1976.
- [31] *Future Energy Production, Heat and Mass Transfer Problems*, International Centre for Heat and Mass Transfer, 1975.
- [32] F. L. Parker, P. A. Kreukel, *Physical and Engineering Aspects of Thermal Pollution*, Betterworths, 1970.
- [33] D. A. Vries, N. H. Afgan, *Heat and Mass Transfer in the Biosphere*, Scripta Book Comp., 1975.
- [34] J. J. Delgado Domingos, «Aproveitamento da Energia Solar em Portugal», *Técnica* n.º 437, Dezembro 1976.
- [35] *L'Electronucleaire en France*, Seuil, 1975.

- [36] L. Grainger, «Coal into the Twenty First Century», *Journal of the Institute of Fuel*, p. 66, 1975.
- [37] G. Hopkins Daniel, «Energy and Land Policies», *Journal of the Institute of Fuel*, p. 115, 1976.
- [38] K. L. Lavrenko, L. A. Melent'ev, *Principal Scientific Problems in Power Engineering*, Teploenergetika, 1975.
- [39] B. Di Crescenzo, *Crise de Energia ou Crise Política?*, Editorial Estampa, Lisboa, 1974.
- [40] François Perroux, *A Independência da Nação*, Iniciativas Editoriais, Lisboa, 1977.
- [41] P. Duvigneaud, *La Synthèse Ecologique*, Ed. Doin, Paris, 1974.
- [42] R. Margalef, *Ecologia*, Ediciones Omega, Barcelona, 1974.
- [43] J. A. Schetz (Ed.), *Thermal Pollution Analysis*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1975.

