

2.º — As reservas de carvão estão distribuídas de forma muito desigual: concentram-se sobretudo na U. R. S. S. (54 %), E. U. A. (19 %) e China (12 %). Sete produtores dominam a produção do petróleo (1); tudo parece indicar que a produção do carvão e dos seus derivados líquidos e gasosos ficará no futuro sob o domínio das três maiores potências mundiais.

Até aqui não se consideraram outras fontes de combustíveis líquidos senão o petróleo natural e o carvão. Contudo existem enormes reservas de areias e xistos betuminosos das quais é possível extrair óleos combustíveis.

As estimativas que se conhecem sobre a quantificação dessas reservas são extremamente vagas, muito incompletas e incoerentes. Alguns dos números publicados levam a admitir que são superiores às reservas de petróleo natural. A subida do preço do petróleo já originou uma corrida às concessões de xistos e areias betuminosas; concessões que tinham sido abandonadas estão a ser disputadas a preços elevados.

1.2.3. As reservas de urânio

Segundo informações publicadas em Novembro de 1976 [10] as reservas mundiais de urânio seriam as que se pormenorizam no Quadro 5. Nesta estimativa não se incluem as reservas existentes na União Soviética e na China.

Os custos indicados no Quadro 5 são custos de produção.

QUADRO 5

RESERVAS MUNDIAIS DE URÂNIO (t)

5.1. Reservas razoavelmente asseguradas:		
5.1.1. a menos de 33\$USA/kg ...	760 000	
5.1.2. entre 33 e 66\$USA/kg ...	760 000	
5.2. Reservas estimadas adicionais:		
5.2.1. a menos de 33\$USA/kg ...	980 000	
5.2.2. entre 33 e 66\$USA/kg ...	890 000	
RESERVAS TOTAIS	3 720 000(2)	

Os reactores comerciais de fabrico actual (BWR, PWR, AGR e SGHW) com uma potência de 1000 MWe requerem cerca de 5000 t de urânio (U_3O_8) natural para funcionar durante 25 anos [5]. O milhão de toneladas assegurado a menos de 33\$USA/kg está já comprometido com as centrais construídas, em construção ou encomendadas. O Prof. Leslie do Queen

Mary College conclui, com algum pessimismo, que qualquer reactor térmico encomendado a partir de agora apoia-se num fornecimento de urânio cujo paradeiro é incerto.

Os 3,72 milhões de toneladas de urânio natural que se admitem exploráveis podem substituir cerca de 30 000 Mtep. Tendo em conta o possível aproveitamento do plutónio e a existência de reactores em que o aproveitamento do combustível é melhor (CANDU) este número elevar-se-á para cerca de 50 000 Mtep. Pode concluir-se — e a conclusão é muito importante — que a tecnologia nuclear actual não pode alterar significativamente as reservas mundiais de energia. Concluir de maneira diferente significa que se confundiram possibilidades com realizações.

A situação é precisamente esta enquanto apenas se aproveitar como material cindível o isótopo U 235, além de algum plutónio reciclado a partir dos resíduos dos reactores térmicos. É evidente que a situação será outra quando for possível aproveitar os isótopos férteis mas não cindíveis e sobretudo quando for dominada a fusão nuclear. Não se sabe quando nem por que preço se conseguirão estes resultados; há grande fundamento para duvidar que qualquer destes desenvolvimentos possa ser rápido.

A frase «não se sabe por que preço» não é ambígua porque os seus dois significados são válidos: nem se sabe quanto custará ainda a investigação, nem qual o custo da energia que vier a ser obtida. O Prof. Lehnert do Real Instituto Sueco de Tecnologia de Estocolmo dizia, em Dezembro de 1974, que quanto à fusão nuclear nem sequer se sabia qual a via de investigação mais conveniente; parecia-lhe que a concentração de esforços sobre o Tokamak da União Soviética tinha sido prematura. Desenvolvimentos posteriores da investigação norte-americana parecem dar-lhe razão.

1.2.4. Algumas decisões recentes sobre Centrais Nucleares

Qualquer política de energia que em 1977 considere a utilização da energia nuclear deverá ter em conta que

- a) não há urânio suficiente para obter apreciáveis quantidades de energia usando as técnicas que actualmente já têm algum valor comercial;

(1) União Soviética, Estados Unidos da América, Arábia Saudita, Irão, Kuwait, Principados Árabes do Golfo Pérsico e Venezuela.

(2) Destas 3720 kt cerca de 95 % distribuem-se por dez países:

Estados Unidos, 1305; Canadá, 777; África do Sul (incluindo Namíbia), 350; Austrália, 323; Suécia, 300; Espanha, 210; França, 95; Níger, 80; Argentina, 60; Índia, 53. Total: 3553.

- b) a garantia de serviço que essas técnicas permitem obter é significativamente menor do que a obtida com as centrais convencionais térmicas ou hidroeléctricas;
- c) as técnicas que a partir do urânio existente na Terra poderiam resolver o problema da energia por alguns séculos tardam em sair dos laboratórios.

Como era optimista a previsão feita em 1945: «a última central térmica usando combustível fóssil será construída em 1970».

Esta parcial desilusão com as técnicas nucleares está a obrigar os governos a inflexões no sentido de soluções alternativas. Muitos esforços se estão a orientar em dois sentidos: fluidização do carvão e obtenção de óleos a partir de xistos e areias betuminosas. Paralelamente procura-se aliviar a carga de aquecimento eléctrico doméstico e agrícola recorrendo ao aproveitamento directo da radiação solar para obter água quente; e também se procura o aproveitamento total do calor das combustões.

O novo Governo sueco embora não tenha mantido as promessas eleitorais de abandonar os trabalhos nos cinco reactores em construção na Suécia entende que a energia nuclear levanta enormes problemas e envolve grandes riscos em particular no que diz respeito ao ciclo do combustível. Por isso resolveu iniciar o estudo de um plano de emergência para o abandono da via nuclear se os problemas de segurança não forem rapidamente resolvidos.

Nos princípios de 1974 a CEEB insistia com o Governo inglês a favor de um programa de instalação de 26 000 MWe entre 1974 e 1981. Mas a decisão do Governo inglês, em Julho de 1974, limitou-se a um programa nuclear de 4000 MWe. A esta decisão não foi certamente estranho o petróleo do Mar do Norte; mas significa uma travagem ou pelo menos uma notável indecisão quanto ao prosseguimento da via nuclear pela Inglaterra.

Em Outubro de 1976 discutia-se em Bruxelas um plano para subsidiar com 500 milhões de unidades de conta a construção de novas centrais a carvão na área da Comunidade Económica Europeia. Razão: os atrasos no prosseguimento do plano nuclear da Comunidade.

A via nuclear que alguns países do Terceiro Mundo insistem em seguir começa a revelar conotações sinistras: é o caso da Índia, do Paquistão, do Brasil e da Coreia do Sul. Em meados de 1976 o Governo do Canadá suspendeu toda a cooperação nuclear com a Índia por esta ter recusado o compromisso de não usar a tecnologia e os materiais canadianos no fabrico de armas nucleares.

Em princípios de 1976 é anulada a venda pela França de uma fábrica de reprocessamento à Coreia do Sul. E nos primeiros meses de 1977 assistimos aos esforços do Governo norte-americano para que seja anulado o contrato de venda ao Brasil pela República Federal Alemã de uma instalação de reprocessamento de plutónio.

Imediatamente após a sua eleição o novo Presidente dos Estados Unidos comprometeu-se a prosseguir esforços para deter a venda de instalações de reprocessamento de plutónio. A intervenção norte-americana no contrato RFA-Brasil parece mostrar que o compromisso não ficará só em palavras.

Desenvolvimentos tecnológicos que não avançam, constante aumento do custo das centrais, abastecimento de combustível muito duvidoso, oposição das populações, avarias frequentes e de longa duração tal é o panorama actual da via nuclear. Isto explica que os Estados Unidos e a União Soviética encarem outras soluções para satisfazer os seus crescentes consumos: os Estados Unidos sobretudo a partir da mensagem de Nixon sobre política de energia em 1974; a União Soviética nunca chegou a considerar a energia nuclear como solução que tivesse ultrapassado a fase experimental.

Para a Europa as alternativas são menos fáceis e todas significam pesadas dependências: ou dos petróleos do Médio Oriente ou dos fluidos derivados dos carvões norte-americanos ou soviéticos. Para a Europa do Mercado Comum a única via da independência energética é a nuclear. Daí a persistência com que a República Federal Alemã e a França insistem em ampliar as suas indústrias nucleares. Compreende-se que o façam. Já se compreende menos que para financiar o desenvolvimento das suas indústrias nucleares promovam exportações que se explicam pela falta de informação de alguns políticos do Terceiro Mundo; e ainda menos se compreende que não hesitem em fazer contratos que contêm desnecessários riscos para a segurança mundial.

1.3. AS OPÇÕES POSSÍVEIS PARA OS PORTUGUESES

A satisfação dos consumos crescentes da rede eléctrica nacional terá de ser feita cada vez mais por via térmica, usando um ciclo de vapor. Para obter o vapor é que há duas opções possíveis: ou o reactor nuclear ou a caldeira convencional queimando combustíveis fósseis. A caldeira poderá ser preparada para queimar fuelóleo, ou carvão ou ambas as coisas.

A solução nuclear obriga a grande saída de divisas quer para pagar o equipamento, quer para pagar o combustível; a solução caldeira obriga a grande saída de divisas para pagar o combustível. Para aliviar o encargo sobre a balança de pagamentos é necessário reduzir, quanto possível, a carga a satisfazer por via térmica. Para o conseguir temos de progredir com rapidez no aproveitamento dos recursos hidroeléctricos.

Tarda a publicação (e não sei se a realização) de um inventário actualizado dos recursos hidroeléctricos do Continente. Em 1957 o Prof. Ferreira Dias indicou para a energia que em ano médio se podia obter dos nossos cursos de água o valor 15 000 GWh. Não se conhecem estudos publicados que suportem este número: contudo na época foi geralmente aceite como realista.

O valor 15 000 GWh/ano foi estimado somando as produções dos aproveitamentos considerados rentáveis, isto é, daqueles em que o custo da produção não excedia apreciavelmente o da produção térmica equivalente. Mas o custo real da produção térmica está hoje multiplicado por três ou quatro e vai subir ainda mais: é provável que em 1977 sejam rentáveis aproveitamentos que há vinte anos não o eram ⁽¹⁾.

Há quem diga que a oferta da energia hidroelétrica, em Portugal, é pouco elástica: mesmo aceitando custos de produção muito mais elevados pouco mais se poderá obter do que os 15 000 GWh anuais. Talvez tenham razão mas pede-se que o demonstrem.

Pondo de lado hipotéticas descobertas de combustíveis fósseis que não podem basear a nossa política energética pela razão simples de ainda não terem sido feitas, as novas fontes de energia que devemos considerar com atenção são a energia solar e a geotermia. Mas não se devem esquecer os carvões nacionais; e sobretudo não ignorar que podemos reduzir muito a importação de combustíveis se utilizarmos a energia de forma mais racional.

A energia solar apresenta-se com interesse muito concreto para aquecimento em habitações, edifícios comerciais e explorações agrícolas [6]. Poderá aliviar a carga eléctrica sobre a rede nacional se os portugueses quiserem adaptar às condições climáticas e necessidades do seu país o muito que lá por fora já existe.

A geotermia parece também merecer atenção. Países como a Hungria extraem do calor da Terra parcela importante da energia que consomem.

Embora os carvões portugueses sejam escassos e sejam pobres, o certo é que parece existirem algumas dezenas de milhões de toneladas aproveitáveis [7]. Bem andariam os centros de investigação em Geologia, em Minas e em Química se ocupassem algum do seu tempo na definição mais exacta do que temos e da melhor maneira de o aproveitar.

O importação de combustíveis em Portugal, em 1977, andarão pelos 20 milhões de contos. Qual a percentagem deste valor que foi atribuída para se investigarem as substituições por recursos nacionais? E para se racionalizar o uso da energia? Apenas o valor de um dia de importação atribuído à investigação chegaria para se obterem mudanças muito favoráveis na balança de pagamentos.

Conscientemente não se incluem como hipóteses com interesse nem o vento, nem as marés, nem as ondas. O vento poderá mover geradores eólicos que combinados com acumuladores forneçam energia a consumidores rurais isolados. Isto poderá adiar por algum tempo a dispendiosa ligação desses consumidores à rede nacional, o que é valioso. Mas não é

pelo volume de energia produtivo que o vento poderá interessar.

Não parece que a energia das marés seja economicamente aproveitável nas nossas costas, e quanto à energia das ondas falta qualquer suporte experimental que permita julgar as potencialidades do seu aproveitamento.

A hidroelectricidade, a energia solar, a geotermia, os carvões nacionais, e sobretudo um uso mais racional da energia podem beneficiar largamente a balança de pagamentos. Mas não poderão evitar que uma parcela crescente da carga da rede eléctrica portuguesa tenha de ser satisfeita pela via térmica clássica ou nuclear.

As soluções clássicas continuam a ter o mais largo uso em todo o mundo; estabilizaram-se em níveis notáveis quanto a segurança, flexibilidade e garantia de funcionamento; podem ser realizadas quase inteiramente pela indústria nacional. São bem conhecidas pelos técnicos e projectistas portugueses e não vale a pena falar aqui sobre elas. Já as soluções nucleares têm tido uma evolução algo conturbada: em expansão em países que pouco as experimentaram, encontram (pelo menos temporariamente) favor decrescente em alguns dos países onde nasceram ⁽²⁾. No capítulo seguinte tenta-se fazer o ponto quanto a algumas facetas importantes da situação em que se está.

2 — ALGUMAS IMPLICAÇÕES DA OPÇÃO NUCLEAR

2.1. O CUSTO

2.1.1. O custo de capital

As centrais nucleares têm sido caracterizadas como um empreendimento de capital intensivo quando comparadas com as térmicas clássicas: o investimento inicial seria muito maior e os encargos com o combustível menores. Nesta alínea vamos tentar dar alguns números quanto a custos de capital.

São poucas as informações quanto ao custo das centrais que recentemente têm sido encomendadas. Estão a ser abandonados os contratos «turnkey job», tais os riscos que envolviam para o fornecedor, e caminha-se para contratos que fixam as percentagens que incidirão sobre os custos reais verificadas. Apenas sobre contratos que envolvem financiamentos globais se conhecem à partida estimativas de custos de capital.

Em 1973 o custo de uma central nuclear de 1000 MWe orçava por 400 a 500 \$USA/kWe. Já era um aumento notável em relação aos 200 \$USA/kWe

⁽¹⁾ Recentemente já se indica o valor 20 000 GWh para a energia que se poderá obter, em ano médio dos aproveitamentos hidro-eléctricos portugueses.

⁽²⁾ Esta comunicação foi entregue à Comissão Promotora do Encontro em meados de Março de 1977. Durante o mês de Abril seguinte as declarações e resoluções do Governo norte-americano vieram confirmar e acentuar a situação de incerteza que esta comunicação sublinha.

de 1970. Contudo os números que vêm aparecendo sobre contratos mais recentes são algo diferentes.

A seguir à visita do Presidente Giscard d'Estaing ao Irão (Outubro de 1976) foi confirmada a venda pela França de dois reactores de 900 MWe. O custo será de 12 biliões de francos. Para a cotação do franco, na época, a cerca de 6 escudos, isto corresponde a cerca de 36 milhões de contos por reactor (entenda-se por bloco produtor de energia completo). O custo unitário (40 000 esc/KWe) será três a quatro vezes maior do que custaria uma térmica convencional.

Na mesma ocasião foi anunciado um acordo de princípio para a venda pela França (Framatome, grupo Creusot-Loire do Barão Empain) de mais seis centrais nucleares análogas, por um custo total de 30 a 35 biliões de francos. O custo unitário seria agora levemente inferior.

Em fins de 1976 foi anunciado o contrato para a construção de uma central nuclear em Rehling na Alemanha Federal (KWU-grupo Siemens). A encomenda foi colocada por um consórcio de companhias encabeçado pela RWE que detém 75 % do capital. O investimento na primeira unidade está estimado em 2,5 biliões de marcos alemães. Para a cotação do marco, na época, a cerca de 12,5 escudos, obtém-se um custo unitário de cerca de 24 000 esc/kWe.

Em fins de 1976 o Ministério do Comércio e Indústria de Israel anunciou que a primeira central nuclear do país a instalar em Nitzanim (900 MWe) custará 700 milhões de dólares. Obteém-se um custo unitário também de 24 000 esc/kWe.

As informações não definem claramente o que está incluído nestes números. Mas a dúvida é se incluem tudo: estudos, terrenos, sondagens, indemnizações, acessos, terraplanagens, fundações, construção civil, equipamentos, juros intercalares e ensaios.

Admitindo que as vendas da França ao Irão foram um negócio invulgar (ou venderam-se coisas que não se mencionaram) pode pensar-se que em fins de 1976 se fechavam contratos de centrais nucleares na base de 25 a 30 contos por quillowatt de potência.

Informações de origem norte-americana confirmam estes números. Em 1975 uma central de água ligeira (LWR) de 1000 MWe custava cerca de 868 \$USA/kWe. Este custo repartia-se do seguinte modo:

- 43 % para custo directo inicial
- 28 % para custos indirectos e gastos administrativos durante a construção.
- 29 % para aumentos de preços entre a data do contrato e a entrada em exploração.

A mesma fonte [8] informa que nos E. U. A. em 1975 os custos de capital (incluindo a carga inicial

do reactor) estavam a tender para 1000\$ USA/kWe. E apresenta a evolução dos custos entre 1968 e 1975 (bem como dos prazos de entrega), que se reproduz na Figura 3.

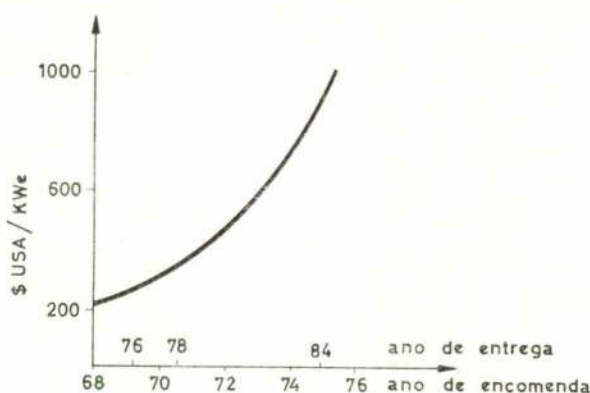


Fig. 3
Evolução dos custos unitários das centrais nucleares

Provavelmente não será menor do que 900 MWe a potência da primeira central nuclear portuguesa: até porque o preço pouco variará mesmo que a potência se reduza de 100 ou 200 MWe. Podemos pois contar com um investimento não menor que 25 milhões de contos, a preços de Novembro de 1976, estimativa que desde então não terá senão aumentado (1).

Os industriais portugueses que podem fornecer na quase totalidade uma central térmica convencional dirão por quanto a podem oferecer: será optimismo pensar que por cerca de um terço a metade do custo da nuclear isto é entre 8 e 12 milhões de contos (a preços de 1976 incluindo todos os encargos)?

Será que os nossos amigos da Europa só financiam a solução nuclear? Mas então são nossos amigos ou amigos da central de Peniche e amigos das suas indústrias e inimigos das nossas?

As campanhas que por todo o mundo vão alastrando contra a energia nuclear têm tido como primeiro e muito concreto resultado a subida do custo das centrais. As acusações de perigos respondem os governos com regulamentos mais exigentes e com prazos de apreciação dos projectos mais longos; e os construtores com soluções mais elaboradas, acréscimos de redundância, maiores exigências na recepção de componentes e factores de segurança aumentados. O alongar o tempo de construção pode implicar um aumento no investimento devido quer a juros intercalares quer à constante subida dos preços.

A espectacular subida nos preços das centrais nucleares enquanto também sobe o preço do petróleo é um dos argumentos usados para convencer os possíveis clientes a apressar os contratos de compra.

(1) Esta estimativa foi afectada pela desvalorização do escudo, que se reflectiu quer nos equipamentos e serviços a pagar em divisas, quer nos preços do mercado interno. Está também a ser afectada pelas crescentes exigências de segurança. Em Julho de 1977 a estimativa para uma central nuclear de 950 MW é da ordem de quarenta milhões de contos, incluindo os juros intercalares.

As dificuldades da tecnologia nuclear, as realidades do mercado de urânio, os problemas de segurança aconselhariam menos precipitação. Os E. U. A. reagiram à subida dos preços reduzindo as compras. Na Figura 4 representa-se como variou entre 1965 e 1975 o número de reactores encomendados por ano nos E. U. A.

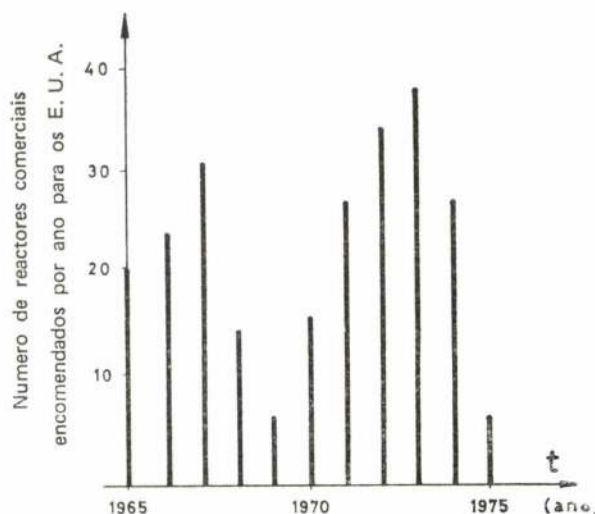


Fig. 4
Reactores encomendados nos E. U. A.

2.1.2. O custo do combustível

Há alguns anos o Governo do Canadá armazenou urânio que, para socorrer os produtores, comprou a 11,9 \$USA/kg. Em Dezembro de 1976 a cotação orçava os 57 \$USA/kg e está todos os dias a aumentar. Algumas fontes indicavam que em meados de 1976 já se faziam contratos a 88 \$USA/kg, preço a que acresciam 5,5 \$USA/kg por cada ano nos fornecimentos a prazo.

Uma empresa tão informada e cautelosa como é a Westinghouse vê-se obrigada a lutar nos tribunais para anular contratos de fornecimento de urânio (a quem lhe comprou as centrais) que estão baseados na cotação de 9,6 \$USA/kg para o urânio natural. Se não conseguir a anulação parece que o prejuízo pode atingir bastantes dezenas de milhões de contos.

Não vale a pena aprofundar as causas desta situação. As principais já foram apontadas: a via nuclear está numa fase experimental; não há urânio que chegue para a prosseguir longamente usando os actuais modelos de reactores comerciais. A indústria nuclear está num impasse tecnológico e enquanto

não o ultrapassar é impossível prever como vai evoluir o valor do urânio.

É razoável prever que os reactores reprodutores acabarão por ser comerciais. Nesse momento valerá a pena minerar os depósitos com baixo teor que parece existirem com abundância. Quando esses depósitos começarem a ser explorados o preço do urânio natural subirá verticalmente e o valor dos depósitos de alto teor será notavelmente multiplicado. Para as reservas portuguesas é uma perspectiva agradável. Mas para os possuidores de reactores térmicos é uma perspectiva muito desagradável.

Há hipóteses menos favoráveis para os possuidores de urânio: a) o rápido advento da fusão nuclear, b) o abandono da via nuclear. Destas hipóteses a primeira é extremamente improvável; a segunda poderia representar o fim da nossa civilização; ou talvez não.

As reservas provadas de urânio natural em Portugal parece rondarem as 10 000 t extraíveis de minérios de alto teor. Isto dará para alimentar duas centrais de água ligeira (LWR) de 1000 MWe durante cerca de 25 anos se admitirmos uma utilização anual de 6000 horas. Reprocessando os resíduos e recuperando o plutónio as reservas portuguesas dariam para três a quatro reactores de 1000 MWe durante cerca de 25 anos. Todavia apesar de sermos produtores de urânio não seremos nós a fixar o preço do combustível para o reactor português.

O urânio natural (U_3O_8) é a matéria-prima de uma actividade industrial muito complexa e dispendiosa que fabrica os elementos combustíveis que carregam os reactores. O custo dos elementos finais é um múltiplo do preço do «yellow cake» fornecido pela indústria extractiva. Em 1970 era apontada a seguinte composição de custos do «serviço combustíveis»:

	\$USA/kg
Custo do urânio natural ...	15,45
Conversão em UF_6 ...	2,40
Enriquecimento (por kg SWU) ...	26,00
Fabricação das unidades de carga ...	120,00
Recuperação ...	15,00 a 35,00
Transporte do combustível irradiado ...	8,00
Conversão em UF_6 ...	8,00
Crédito para o Pu cindível	— 15\$USA/grama

O autor não dispõe de valores referidos a 1976 que actualizem os custos indicados (1). Contudo bas-

(1) Informações recentes apontam para os seguintes custos, em que já se estima o custo do reprocessamento e destino final dos resíduos:

	\$USA/kg
— Custo do urânio natural ...	100
— Conversão ...	5
— Enriquecimento ...	100 (\$USA/SWU)
— Fabricação das unidades de carga ...	160
— Reprocessamento, transporte e armazenagem dos resíduos	400
— Conversão em UF_6 ...	10
— Crédito para o Pu cindível ...	5 (\$USA/grama)

tam os custos acima para se perceber que possuir urânio natural não chega para controlar os preços do combustível que carrega os reactores.

Tudo isto ainda está longe da estabilização; as estruturas iniciais dos custos do «serviço combustível» beneficiaram da existência de instalações pagas com fundos militares e não é fácil distinguir com clareza a influência deste factor.

Como conclusão poderá dizer-se que não parece possível ter qualquer ideia precisa do preço que em 1985 se terá de pagar pelo combustível para uma central nuclear portuguesa, apesar de para ela poderemos contar com as reservas de urânio nacional.

Os contratos a longo prazo para o fornecimento de combustível não dão garantias com um mercado tão incerto. Precisamente quando as subidas das cotações são grandes — e mais interessaria a garantia do contrato — fica-se em situação de «impraticabilidade comercial» que justifica a revisão dos preços contratados. Já se citou o que está a acontecer com a Westinghouse. Problemas análogos estão a ocorrer com fornecimentos por empresas mineiras australianas e canadianas. E, agora não quanto a combustível mas quanto ao próprio preço da central é o que está a acontecer com o fornecimento pelo Canadá de um reactor CANDU à Argentina: o fornecedor canadiano pretende subir para 500 M\$USA o preço contratado firme de 300 M\$USA.

2.2. A SEGURANÇA

Muito se tem escrito sobre a segurança das centrais nucleares. O «relatório Rasmussen» (1974) apresentou bons argumentos para sustentar que os riscos que se correm durante a exploração das centrais não justificam os receios que por todo o mundo se espalharam. Em termos de probabilidade os reactores nucleares não serão mais perigosos que muitas outras instalações industriais; e os possíveis acidentes nucleares não acrescentam praticamente nada aos riscos que se corre pelo simples facto de estar vivo. Os opositores das centrais nucleares parece terem escolhido o alvo errado.

Onde se podem justificar graves receios que até agora ninguém negou, nem explicou claramente como se poderão evitar, é nas seguintes áreas:

- a) destino dos resíduos da cisão;
- b) possibilidade do plutónio ser usado para fabricar bombas nucleares;
- c) ciclos biológicos que concentrem a radioactividade.

Os riscos ligados com estes três aspectos da obtenção de energia por via nuclear são extremamente sérios: simplesmente só acções de âmbito

mundial os podem reduzir. Os riscos para os portugueses não serão muito diferentes quer decidam ou não instalar uma central nuclear. Mencionam-se estes riscos mas não se discutem para não alongar a comunicação e porque muito se tem escrito sobre eles. Todavia julga-se importante que os especialistas portugueses os discutam e dêem publicidade às discussões (1).

Dentro da palavra «segurança» cabe um outro conceito que mereceria um tratamento longo: qual a segurança do fornecimento de energia por uma central nuclear?

Durante a década de 1960-1970 havia a convicção de que as centrais nucleares — depois de ultrapassadas as doenças de «dentição» — poderiam garantir factores de carga análogos aos das centrais convencionais, isto é, 75 % a 80 %. As grandes companhias americanas e entre elas a Consolidated Edison foram as primeiras a chamar a atenção para a situação real: em vez dos 75 % a 80 % as centrais nucleares não ultrapassavam cerca de 60 %.

Esperava-se que os primeiros anos da década actual viessem a revelar uma melhoria sensível. Não foi o que aconteceu.

Na Figura 5 representa-se como variou o factor de carga anual em 99 reactores comerciais de potência superior a 150 MWe em serviço no mundo «ocidental» (2) em Dezembro de 1975. Os reactores distribuíam-se pelos seguintes tipos [9].

Magnox	17 reactores
PWR	42 reactores
HWR	8 reactores
BWR	32 reactores

Muito importante para o cálculo dos custos de produção são os «factores de carga acumulados» ou factores de carga referidos ao tempo total de exploração. Na tabela seguinte indicam-se os factores de carga acumulados para os reactores a que se refere a Figura 5.

	%
Magnox	60,24
PWR	54,89
HWR	54,71
BWR	48,25

O factor de carga acumulado médio para os PWR é inferior a 55 %; e para os BWR inferior a 50 %. Estamos ainda longe dos 75 % a 80 % que em média se podem esperar das centrais convencionais.

(1) Preocupa a eventual localização do primeiro reactor português numa zona rica de pesca. Um acidente que leve a derramar para o mar uma apreciável quantidade de efluentes radioactivos pode paralisar a actividade de milhares de trabalhadores e afectar o abastecimento do País. Este aspecto da localização será objecto sem dúvida de uma análise exaustiva, responsável e concludente.

(2) Que como é sabido inclui países tão ocidentais como o Japão.

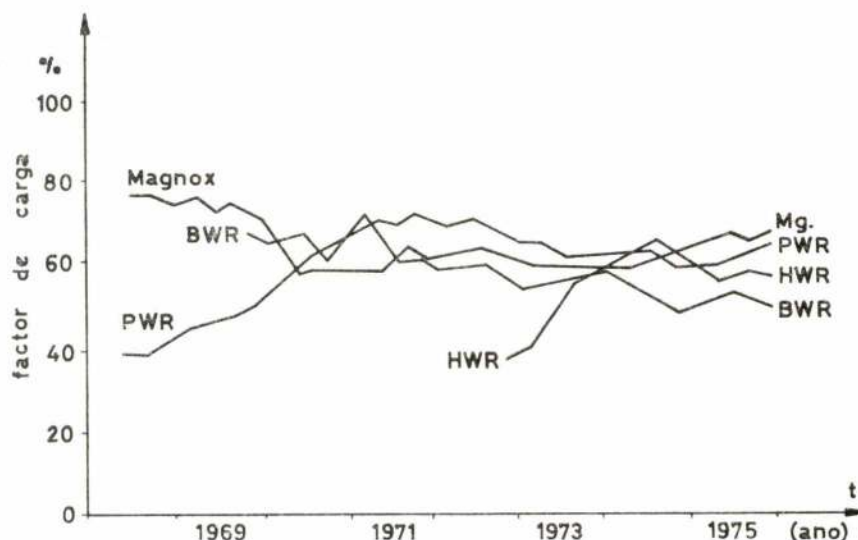


Fig. 5
Evolução dos factores de carga

Tem interesse indicar os factores de carga registados no último ano de serviço (1975). São os seguintes os seus valores:

	%
Magnox	66,53
PWR	64,90
HWR	55,15
BWR	48,75

Os reactores Magnox e PWR apresentaram em 1975 factores de carga bastante superiores ao valor médio acumulado; o mesmo não acontece com os reactores HWR e BWR.

Não se devem interpretar estes números como caracterizando definitivamente os reactores; um grande esforço de investigação e de projecto está a ser feito para conseguir um funcionamento com menos incertezas e a própria experiência vai seleccionando as soluções mais seguras. Contudo ainda não é certo que a situação venha a ser significativamente melhorada.

Para algumas pessoas é ponto de fé que todos os problemas técnicos se resolvem à custa da acumulação de meios materiais e humanos na investigação das dificuldades. Basta recordar a evolução da Ciência e da Técnica nos últimos trinta anos para verificar que não é assim: os processos nucleares de «breeding», a fusão nuclear, a magnetohidrodinâmica, a aviação comercial supersónica, as turbinas a gás de grande potência, os grandes motores diesel marítimos, as pilhas de combustível, as células solares são áreas em que os progressos foram e são irregulares, algumas já foram abandonadas e em qualquer delas as tecnologias estão longe de ser satisfatórias. E, indo buscar só um exemplo fora da engenharia, o cancro não ilustra dramaticamente que não basta gastar milhões para se resolverem os problemas?

O Dr. Walter Marshall da UKAEA sugere que uma análise de fiabilidade e um controlo de fabricação do tipo que é usado para os engenhos aeroespaciais poderia aumentar a garantia de funcionamento dos reactores nucleares. Quando se fabricarem em série poucos modelos de reactores estes métodos poderão ser aplicados sem encargo excessivo. Mas não surpreenderia que tais métodos revelassem que para se atingirem, estatisticamente, factores de carga iguais aos das centrais convencionais, o custo das nucleares teria de ser aumentado de forma inabarcável.

Nas centrais nucleares o acesso a extensas zonas da instalação só é possível depois de baixar suficientemente o nível de radioactividade. A reparação de uma avaria (ou até uma inspecção) que numa central convencional não obrigaria à paragem, numa central nuclear pode obrigar a longa e dispendiosa paralisação.

A elevada probabilidade de longas interrupções no funcionamento não é tão grave quando a paragem da central nuclear representa a perda de poucos por cento, ou até décimos por cento, da potência de ponta da rede: as outras centrais tomam a carga sem dificuldade. Mas a central nuclear portuguesa representará uma parcela importante da potência disponível na rede nacional; parcela essa que se tornará muito mais importante quando nos meses secos dos anos secos boa parte da reserva hidroelétrica não for utilizável.

É certo que a potência tomada pela central nuclear pode ser transferida para a rede europeia a 400 kV a que então estaremos interligados, Mas importa conhecer as condições em que Portugal pode contar com a rede europeia, designadamente por que preço e com que garantia. Nesta matéria os acordos entre empresas são precários; só acordos entre governos podem dar alguma tranquilidade.

Em 1985 a potência de ponta de rede portuguesa poderá rondar quando muito os 4500 MW; nestas condições a perda dos 900 MW da central nuclear (20 %) é uma dificuldade séria. E não podemos esquecer que as ocasiões em que a perda da central nuclear nos causa dificuldades coincidirão, provavelmente, com as ocasiões em que as disponibilidades de energia não abundarão na Europa.

2.3. A INCERTEZA

O que se expôs leva a pensar que a evolução das técnicas nucleares é, neste momento, extremamente incerta. No meio de todas as incertezas há uma certeza claramente estabelecida: por falta de urânio os actuais reactores térmicos não resolvem a crise mundial da energia.

Tudo parece indicar que a crise da energia se resolverá com os reactores reprodutores (1). Mas um país não deve fundamentar a sua política de energia em desenvolvimentos que ainda não se conseguiram e não se sabe quando se conseguirão. Se a indústria portuguesa pudesse conquistar uma parcela do mercado de componentes para a indústria nuclear então talvez valesse a pena correr riscos financeiros

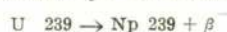
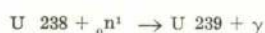
e técnicos para entrar nesse mercado (2). Mas correr os riscos sem vantagens é que já não é coerente.

Enquanto se aguardam as verdadeiras soluções nucleares é aos combustíveis fósseis (principalmente ao carvão) que a humanidade irá buscar a maior parcela da energia que precisa. Foi neste sentido que se moveram os norte-americanos a partir de 1974 e desde há muito é essa a orientação da União Soviética. E parece que deve ser essa a orientação dos países europeus pouco industrializados para quem uma central nuclear significa ainda maior dependência do exterior do que uma central térmica convencional.

Uma incerteza importante é o custo da energia nuclear. Como se explicou não é fácil prever nem qual vai ser o investimento final nem quanto vai custar o combustível para uma central nuclear encomendada em 1977. Pode prever-se, contudo, que o investimento será muito maior numa central nuclear do que numa central convencional a óleo ou a carvão. A central convencional pode na quase totalidade ser fabricada em Portugal; isso não acontece com a central nuclear. Nestas condições não se percebe inteiramente o interesse por uma encomenda imediata de uma central nuclear num país que está a ser estrangulado pela sua balança comercial.

(1) Depois das recentes declarações e resoluções do Governo norte-americano esta convicção é menos firme. Contudo ainda não se entrevê outra saída, a longo prazo, para o problema mundial da energia.

Toda a política «ocidental» de energia até Abril de 1977 repousou na crença que teria valor comercial o ciclo de transmutação



que se completaria com a cisão do plutónio. Só na medida em que rapidamente possam entrar em serviço os reactores reprodutores trabalhando o ciclo do plutónio, merece confiança uma solução nuclear para os problemas mundiais da energia.

Ora os reactores reprodutores parece estarem ainda numa fase de ensaio sendo raras e pouco coerentes as informações sobre o seu custo e sobre a taxa efectiva de reprodução do combustível que se está a conseguir. A decisão europeia de construir uma grande unidade experimental (Super-Phoenix) em nada veio acalmar os receios nem esclarecer as dúvidas que há sobre o real avanço tecnológico dos reactores reprodutores.

É neste enquadramento que tem de ser avaliado o significado das decisões dos Estados Unidos. A declaração do Presidente Carter, em Abril de 1977, dizia textualmente:

«... ..»

Estou a anunciar hoje algumas das minhas decisões que resultam desta revisão (sobre o uso da energia nuclear).»

«Primeiro, deferimos indefinidamente o reprocessamento comercial e a reciclagem do plutónio produzido nos programas de energia nuclear dos Estados Unidos. Pela nossa experiência concluímos que um programa de energia nuclear viável e económico pode ser mantido sem tal reprocessamento e reciclagem. A instalação de Barnwell, na Carolina do Sul, não receberá nem encorajamento federal, nem fundos públicos para se completar como uma instalação de reprocessamento.»

«Segundo, reestruturaremos o programa do reactor reprodutor norte-americano para dar a maior prioridade a soluções alternativas para o reprodutor e para deferir a data em que os reactores reprodutores entrarão em uso comercial.

«Terceiro, reorientaremos os fundos públicos dos programas norte-americanos de investigação e desenvolvimento de modo a acelerar a nossa pesquisa de ciclos de combustível nuclear alternativos que não envolvam acesso directo a materiais que possam ser usados em armas nucleares.»

«... ..»

Esta declaração confirmada na comunicação televisonada de 18 de Abril e na mensagem ao Congresso, em 20 de Abril, causa perplexidade quer por suspender indefinidamente o ciclo do plutónio quer por afirmar que sem a reciclagem e reprocessamento do plutónio pode ser mantido um programa de energia nuclear viável e económico. Talvez no caso particular da América do Norte assim possa ser durante os anos próximos, tendo em conta que 35 % das reservas totais de urânio estimadas para os países «ocidentais» estão nos E. U. A. e 20 % no Canadá; e acrescentando que mais 9 % estão na Austrália e 10 % na África do Sul, designadamente no gigantesco depósito de Rossing na Namíbia.

(2) Parece ter sido esta uma das razões que levou a Espanha a enveredar maciçamente pela via nuclear. Outra razão foi ser a Espanha o segundo possuidor europeu de urânio (Suécia, 300 000 t; Espanha, 210 000 t; França, 96 000 t). Quando a Espanha resolveu desenvolver a sua indústria nuclear era difícil prever a evolução que o futuro reservava.

Os empréstimos que entrariam para financiar a contribuição das actividades nacionais para a central nuclear podem ser tentadores; mas não haverá aplicações menos arriscadas e mais rentáveis para esses empréstimos? Será generoso querermos colaborar no robustecimento da indústria nuclear europeia; mas não terá mais interesse para a Europa colaborar durante algum tempo num autêntico robustecimento da exangue economia portuguesa?

Para se aceitar ou rejeitar a energia nuclear é necessário conhecer bem o que ela significa: o custo, a fiabilidade que oferece e os riscos que faz correr. Para uma central encomendada em 1977 e que entre em serviço em 1985 não se sabe quais serão nem o custo da instalação nem o custo do combustível; a fiabilidade afigura-se que será apreciavelmente menor do que aquela a que nos habituaram as térmicas convencionais; quanto aos riscos em que se incorre são praticamente desconhecidos.

Não se vêem bem quais seriam os graves inconvenientes de se optar pela queima de combustíveis fósseis para os grupos térmicos que seguirão aos de Setúbal⁽¹⁾. Esta opção alongaria por *dois ou três anos* o prazo para decidir quanto à via nuclear. É natural que durante esses dois ou três anos as incertezas que rodeiam a solução nuclear evoluam para situações melhor definidas. Isso permitiria que a opção portuguesa fosse tomada de modo mais consciente, se entretanto se polarizassem os cientistas e técnicos nacionais no estudo a fundo das soluções que melhor poderão convir a Portugal.

Para os países com economias fracas é particularmente importante evitar as decisões erradas. Não está demonstrado que uma decisão de encomendar a primeira central nuclear portuguesa em 1977 tenha razoáveis probabilidades de ser uma decisão certa.

7.Março.1977

DOMINGOS MOURA

No texto referem-se as seguintes fontes:

- [1] — COMISSION ECONOMIQUE POUR L'EUROPE — «Perspectives a long terme de l'industrie de l'energie électrique en Europe, 1970 — 1985» — Nações Unidas, New York, 1974.
- [2] — O. C. D. E. — «Politique énergétique — Problèmes et objectifs» — Paris, 1966.
- [3] — P. R. BAUQUIS, R. BRASSEUR, J. MASSE-
RON — Les réserves de pétrole et les perspectives de production à moyen et long terme — *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, n.º 4, Julho-Agosto, 1972.
- [4] — M. K. HUBBERT — «Energy resources of the earth» — *Scientific American*, Setembro, 1971.
- [5] — D. C. LESLIE — «Fission Reactors» — in «Aspects of energy conversion» editado por I. M. BLAIR et al., Pergamon Press, Oxford, 1976, páginas 275 a 296.
- [6] — J. J. DELGADO DOMINGOS — «Aproveitamento da energia solar em Portugal» — *Técnica*, Dezembro, 1976, páginas 175 a 181.
- [7] — A. A. MACHADO D'ASSUMPÇÃO — «Combustíveis convencionais» — *Electricidade*, n.º 32, Outubro-Dezembro, 1964, páginas 409 a 420.
- [8] — «World market survey» — *Nuclear Engineering International*, Abril-Maio, 1976, páginas 91 a 109.
- [9] — L. R. HOWLES — «Reviewing nuclear power station achievement» — *Nuclear Engineering International*, Abril-Maio, 1976, páginas 22 a 24.
- [10] — World Nuclear Fuel Cycle — *Nuclear Engineering International*, Novembro, 1976, mapa intercalado entre as páginas 56 e 59.

⁽¹⁾ O argumento com mais peso contra a térmica convencional é o custo da importação do petróleo e a incerteza quanto à evolução dos preços do petróleo e do carvão.

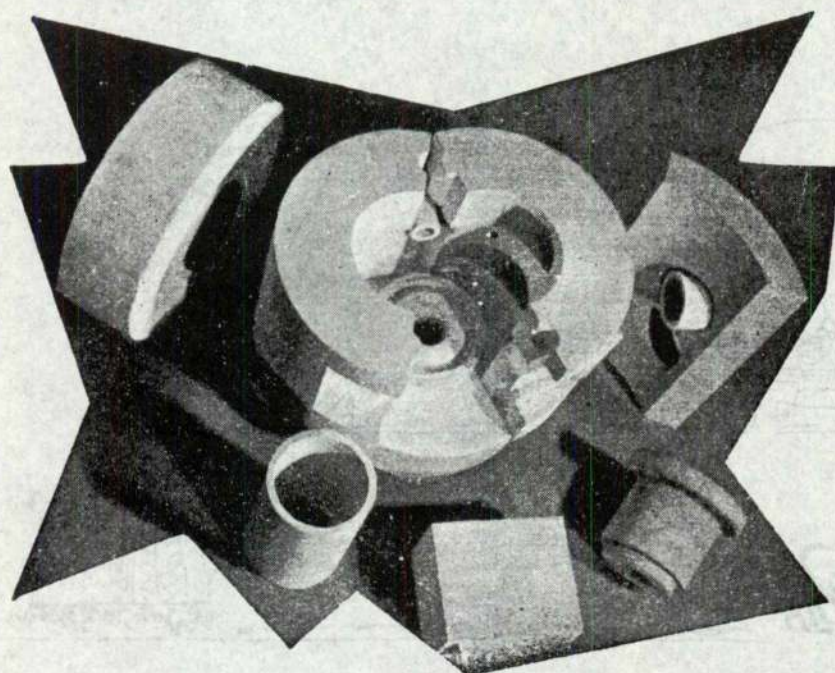
Várias análises recentes parecem mostrar que a compra e o uso de uma central nuclear tem consequências mais graves sobre a balança de pagamentos do que a importação do petróleo para os correspondentes grupos convencionais.

As incertezas quanto à evolução do custo do urânio justificam mais apreensões do que as incertezas quanto à evolução do custo do petróleo e do carvão.

Esta é a situação tal como se configura em Julho de 1977. Certamente pode modificar-se.

a técnica moderna emprega

BETÕES REFRACTÁRIOS



à base dos cimentos

FONDU LAFARGE

e
SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATÉ 1800° C

REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO L.^{DA}
P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2



Publicidade com critério.

Anuncie na

técnica

REVISTA DE ENGENHARIA

Les contraintes physiques et sociales dans la planification à long terme des transports urbains

Zones des grandes agglomérations — Déplacements de personnes (*)

ARMANDO CAMEIRA (**)

Doutor em Engenharia (UTL)

RESUMO

O presente artigo refere as principais componentes da planificação de transportes a longo prazo nas zonas de grandes aglomerados, segundo a metodologia francesa.

Abordam-se, sobretudo, as sujeições do ambiente como as mais importantes para definir uma política coerente de transportes naquelas zonas.

Finalmente, mostra-se que as condicionantes mais importantes resultam de factores de natureza social, económica e mesmo política dos povos, as quais devem ser ponderadas pelos responsáveis políticos de forma a adoptar as soluções mais adequadas.

SUMMARY

This paper deals with the main components of long date transports planning in large built-up areas, according to french methodology.

Above all, the subjects of environment are dealt with as being the most important to define a coherent policy of transports in those areas.

Finally, we see that the most important conditioners derive from the social, economic and even the political nature of peoples, which should not be overlooked by responsible politicians, so as to find the best solutions.

1 — DONNÉES PRINCIPALES CONCERNANT LE SYSTÈME DE TRANSPORT DE LA VILLE DE LISBONNE

Pendant l'élaboration de la thèse de doctorat nous nous sommes déjà aperçus de la complexité de tout ce qui concerne les problèmes de transports urbains dans les grandes agglomérations. Rappelons un peu la plus grande ville de Portugal: la ville de Lisbonne. C'est déjà une grande ville d'une population de plus d'un million d'habitants. Elle se situe sur la rive droite du fleuve Tejo, au long de son estuaire et à environ 15 Km de la côte Atlantique.

La ville s'est urbanisée autour d'une couronne dont le centre est près du fleuve et pendant plus de dix siècles s'est développée vers l'intérieur le long des voies de communications radiales. Elle a donc, un caractère urbain décentralisé ayant son centre placé au bord du Tejo.

Nous ne ferons pas ici la description détaillée du système de transport. Nous nous rapporterons seulement à certaines données générales pour pouvoir à partir de celles-ci faire quelques réflexions sur l'avenir, lointain à mon avis.

La ville de Lisbonne possède actuellement un réseau de voirie de deux cents kilomètres où circulent deux à trois cents mille automobiles et a un service de TC d'environ 1.000 autobus et deux lignes de métro de 13 Km environ avec des rames de quatre voitures.

Mais je me propose d'aborder ici quelques aspects précis liés à un meilleur traitement des problèmes des transports, dont, je crois, le bouleversement actuel est dû au manque d'une planification cohérente à long terme, surtout en ce qui concerne les infrastructures. En effet, non seulement ils se révèlent insuffisants mais encore nous nous apercevons que les améliorations apportées n'ont pas suivi un critère raison-

(*) «Microthèse» elaborada durante a frequência do Cours d'Enseignement Supérieur de Transports do C.N.A.M.—IRT no período de estágio em França.

(**) Bolseiro do I. A. C. — Instituto de Alta Cultura e da A. C. T. I. M. — Agence pour la Coopération Technique Industrielle et Économique (France) 1976.

Recebido para publicação em 14/3/77.

nable du point de vue de la coordination de tous les modes. D'autre part, Lisbonne a subi les problèmes des nuisances dues au taux de motorisation excessive. Nous avons constaté que cette maladie est très commune dans les grandes villes de l'Europe Occidentale et est révélatrice d'une croissance libéralisée de l'économie vers une société du type industrialisé, comme l'est la société de nos deux pays.

A vrai dire, au cours de ces dernières années, les moyens de transport ont peu à peu été dégradés.

Nous assistons chaque jour à l'accroissement de la population urbaine, de la circulation des véhicules et même du trafic de piétons. Comme tout le monde, nous passons par des transformations structurales de l'économie et assistons aussi à la croissance éclatante des agglomérations urbaines. Cette tendance continuera avec ses répercussions sur la circulation. Enfin, nous nous trouvons devant le classique et éternel problème du déséquilibre du système de transport, ou du *manque d'adaptation de l'offre à la demande* et vice versa.

Nous pensons donc, que pour résoudre les problèmes de transport d'une manière cohérente nous devons essayer de trouver, autant que possible d'avance, les meilleures solutions parmi les diverses hypothèses envisageables à long terme.

2 — LA RECHERCHE DES COMPOSANTES DE LA PLANIFICATION À LONG TERME À L'HEURE ACTUELLE

— But de cette étude

Il serait prétentieux de définir ici, dans ce travail limité, d'une manière complète, les composants qui agissent sur un système de transports dans les grandes villes et qui ont leur influence sur la planification à long terme.

Nous dirons seulement qu'au-delà des facteurs économiques internationaux et nationaux relatifs à la technologie des modes et aux critères de développement urbain, nous n'allons nous rapporter qu'aux facteurs humains qui préoccupent, nous semble-t-il, les experts à l'heure actuelle. Nous vivons en fait la troisième période des transports: *l'époque sociale* après les deux autres périodes: économique et technologique.

Aujourd'hui nous pensons que les problèmes des transports devront être posés sur des bases humaines. C'est ainsi que le critère de l'environnement au sens large me paraît important.

Nous allons donc aborder les facteurs humains qui pourront avoir une influence sur le réaménagement des systèmes de transport et nous nous attacherons surtout aux critères de *nature physique et sociale qui caractérisent l'environnement* pour essayer de trouver leurs influences plus ou moins importantes sur la méthodologie de la planification à long terme des transports urbains dans les grandes agglomérations.

3 — LE CARACTÈRE DES ÉTUDES À LONG TERME

3.1 — Les critères de base en France

Nous avons fait des réflexions aussi profondes que possible pour trouver sur quelles bases nous pourrions fonder les hypothèses concernant la *planification des transports urbains à long terme en tenant compte des déplacements de personnes dans les grandes agglomérations à l'heure actuelle*. Du à leur caractère on appelle ici ces régions *Zones d'Innovation*. (Z. I.).

Mais, nous savons au départ que la complexité et l'importance relatives aux transports urbains ont mené ici en France à la constitution de sept groupes pour approfondir certains aspects méthodologiques particulièrement délicats en matière de *planification*.

Au delà des groupes attachés aux questions de l'aménagement urbain et des choix des solutions des transports en milieu urbain, un autre groupe a pour mission de mener à bien les études concernant la protection contre les nuisances.

Le développement urbain, en résumé dépend essentiellement des «critères» ou de «trois familles de critères» (tryptique) de base:

- le coût et aléas
- l'accessibilité
- l'environnement — (sujet sur lequel nous fixerons notre attention).

Nous nous attacherons aux critères de *l'environnement* dans son sens vaste y compris les *facteurs physiques et sociaux* qui caractérisent le bien être et le niveau de satisfaction des individus dans l'habitat et dans le milieu où ils se déplacent: les routes, les voiries et les endroits bâtis auprès des voies de communications (riverains).

En ce qui concerne le respect de l'environnement nous appellerons les facteurs ci-dessus identifiés de «contraintes» dû au caractère plus ou moins contraignant qu'ils pourront apporter aux études de la planification des transports.

La circulaire 72-67 du 3 mai 1972 donne l'orientation des études et le niveau d'approbation pour les réseaux de transports collectifs à long terme. Ce que l'on appelle ici chez vous le niveau I — Plan d'organisation générale des transports comprenant le schéma des infrastructures des transports de l'agglomération.

Nous pouvons donc constater que le niveau le plus éloigné est l'horizon S. D. A. U. (Schéma Directeur d'Aménagement et Urbanisme), quinze à vingt ans, les quatre autres niveaux pouvant aller jusqu'au niveau V — Exécution des travaux — APD (avant projet détaillé).

Le niveau I a pour objet essentiel l'étude d'organisation générale des transports dans une agglomération afin de définir les besoins d'infrastructure à inscrire au S. D. A. U. référé. Dans le contenu il y a déjà des indications pour assurer les déplacements

des personnes nécessaires et les transports de marchandises dans le respect d'une certaine qualité de la vie et de l'environnement. La nature des études à entreprendre porte donc, surtout, sur les études préliminaires d'infrastructures de transports.

Le niveau II dans le cadre d'un horizon moins éloigné a pour objet, l'étude des réservations d'emprise, règles d'urbanisme à respecter et, à notre avis touche déjà au P. O. S. (Plan d'Occupation du Sol). Les études du niveau I sont alors approfondies et établissent les avants projets géométriques (A. P. G.). Enfin, il y a encore d'autres procédures que nous ne référons pas ici.

Toutefois, l'orientation contenue dans les documents ci-dessus référés envisage simplement l'ouverture des choix permettant de travailler sur les deux hypothèses d'évolution possibles: H1 et H2.

3.2 — Actualisation de l'hypothèse H2 du plan

Nous ne trouvons pas dans les documents ci-avant référés l'importance de ce que nous appelons l'influence des *contraintes de l'environnement* tel que nous l'avons déjà défini.

L'hypothèse H2 des études du niveau I portant sur le développement des transports collectifs en milieu urbain mérite de sérieuses réflexions car elle ne donne pas le pourcentage de la répartition T. C./T. P. (T. C., Transport Collectif — T. P., Transport Privé ou automobile particulière). Il faudra tenir compte des problèmes subis en milieu urbain, tels que:

- hausse du prix d'énergie,
- inconvénient des nuisances,
- gêne du stationnement dans la voirie et manque d'accessibilité.

Nous pensons donc que, chaque fois que nous devons répondre à la demande et à l'amélioration de l'accessibilité, nous devons ajouter la préoccupation de préserver l'environnement de l'avenir des nuisances dont la congestion qui gêne la circulation, le bruit et la pollution engendrant des effets néfastes sur l'homme dont nous ne connaissons pas bien les conséquences.

D'autre part il paraît que les études d'options réelles touchant à l'urbanisme ou à l'aménagement de l'espace intéressent chaque collectivité et surtout celles qui habitent dans la région concernée.

Il faudra donc tenir compte des usagers, des riverains, des collectivités locales au-delà des critères des responsables décideurs, pour mieux pouvoir discuter des solutions envisageables et trouver clairement de meilleures solutions de transports qui pourront desservir les zones concernées.

Le schéma représenté à la fig. 1 donne une idée d'un découpage que nous pensons un peu plus détaillé à l'heure actuelle et où il est fait appel au choix de l'hypothèse H2 (favorable aux transports collectifs).

L'importance que, de notre point de vue, revêtent les *contraintes de l'environnement* est basée sur les événements internationaux des dernières années en matière sociale et politique; à l'heure actuelle le monde marche vers l'équilibre des sociétés c'est-à-dire, vers les *réductions des inégalités sociales*, selon une tendance qui cherche à améliorer le cadre de vie. Les transports ne pourront pas s'écarter de ce but inéluctable et ils auront, sans doute, un rôle important à jouer.

3.3 — Les facteurs exogènes et endogènes

La planification des transports à long terme, dans les *zones d'innovation* (Z. I.) exige donc une analyse des types de facteurs externes ou exogènes qui pourront y apporter leur influence. Mais cette prise en considération n'exclut pas l'incertitude qui pèsera toujours en matière de planification à long terme surtout dans le domaine technologique ou des nouvelles découvertes — comme nouvelles sources d'énergie et types de véhicules — qui pourront apparaître au-delà des plans quinquennaux conduisant à d'importantes transformations. Il faudra donc retenir à l'heure actuelle les *facteurs exogènes* les plus importants:

- a) l'évolution démographique,
- b) l'aménagement du territoire au niveau du S. D. A. U.,
- c) le développement de l'économie,
- d) l'évolution sur les salaires des prix de consommation,
- e) les échanges extérieurs.

En ce qui concerne les *facteurs endogènes* nous avons retenu:

- a) le développement général de l'économie au niveau régional,
- b) politique des salaires et des ménages,
- c) consommation des ménages,
- d) échanges avec l'extérieur,
- e) taux d'utilisation de l'automobile,
- f) politiques de circulation dans les zones urbaines.

3.4 — Des contraintes physiques et sociales

Sur le schéma de la fig. 1 nous détacherons donc le volet correspondant aux contraintes physiques et sociales et nous allons centrer notre attention seulement sur les facteurs qui les caractérisent et sur la force qu'ils donnent dans les critères de la planification long terme en cause, en cherchant surtout à présenter ces facteurs du point de vue du planificateur, leur importance restant à déterminer.

Nous arriverons de cette manière au schéma de la fig. 2 sur lequel nous représentons les *facteurs* et l'évolution envisageable.

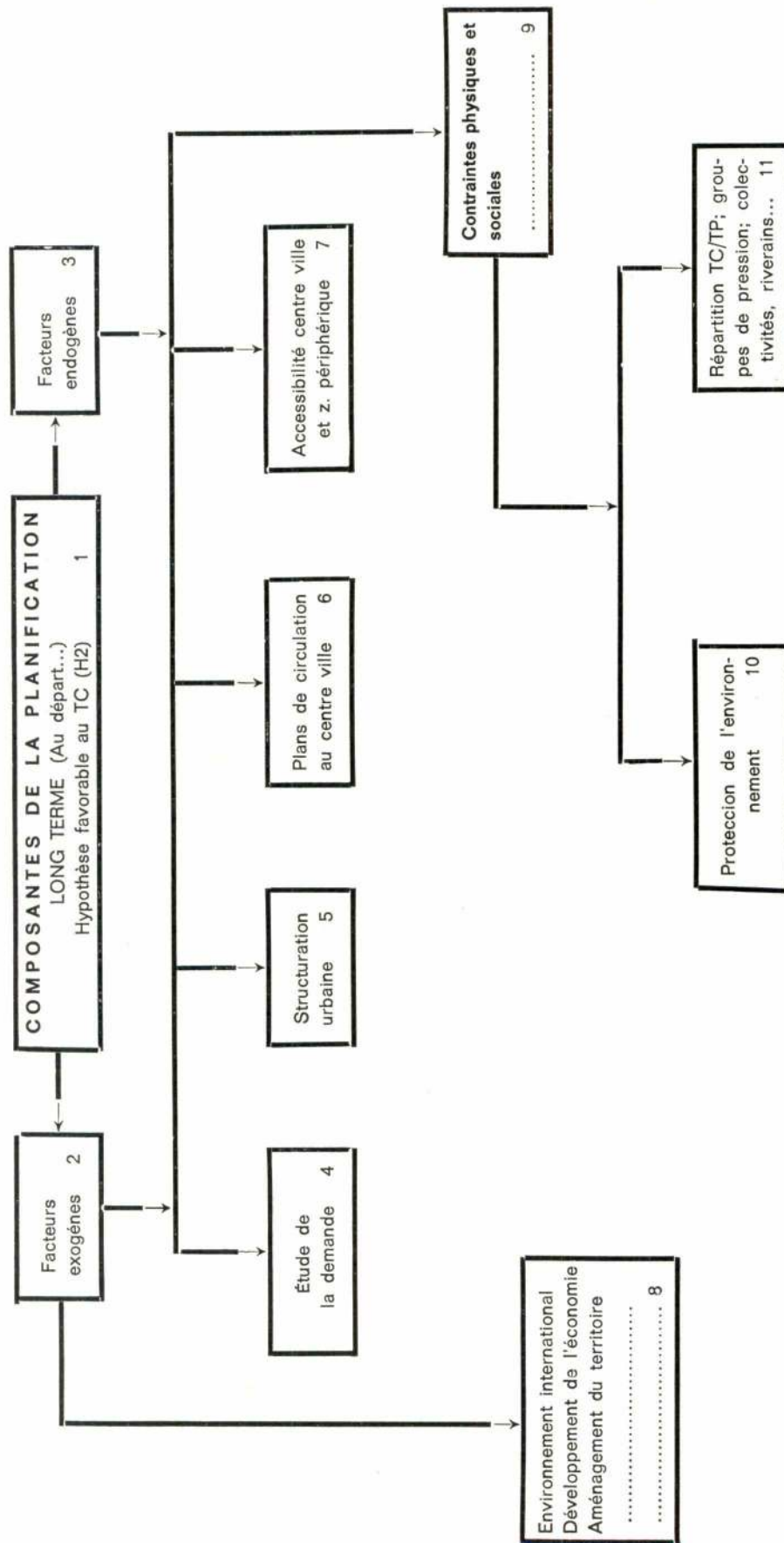


Fig. 1

Enfin, les perspectives devront conduire, malgré le caractère plus général de cette présentation à la situation la plus cohérente vers l'équilibre souhaitable du doublé offre-demande.

4 — LES LIMITATIONS DES ÉTUDES A LONG TERME

Toutes les réflexions que nous faisons dans ce travail reposent sur l'horizon 1990.

En effet les échanges d'impression avec plusieurs experts de l'I. R. T., C. E. R. N. (Lyon), S. R. E. P., D. R. C. R., R. A. T. P., C. R. E. T. (AIX) et C. E. T. E. (AIX) et toute la documentation et les études concernées m'ont montré l'inutilité d'aller plus loin: face à la vitesse des mutations à l'heure actuelle, une période de quinze ans est plus que suffisante pour que nous puissions assister à d'importantes transformations technologiques en matière d'innovation et nous pourrions agir sur les solutions pour atteindre l'éternel équilibre des systèmes des transports: le classique *doublé offre-demande*.

D'autre part les événements politiques imprévisibles, mais toujours possibles et de caractère international, pourront produire dans chaque pays des impacts sur les sociétés concernées amenant à des transformations importantes. C'est la raison pour laquelle les études de la planification à long terme ne devront pas, à notre avis, avoir un caractère extensif, mais chercher principalement à définir les événements prévisibles les plus importants, susceptibles d'apparaître jusqu'à ce que soit atteint l'horizon retenu.

L'incertitude augmente avec l'horizon d'une part et il faut d'autre part réfléchir aux méthodes de prévisions qui ne peuvent pas reposer sur la prolongation des *tendances* mais, surtout, sur les *inflexions* ou *ruptures de tendances*. Cet aspect dépend plus ou moins des mutations politiques et sociales évidemment plus importants au Portugal qu'en France à l'heure actuelle, quoique nous voyions toujours l'ensemble de nos deux pays dans l'Europe Occidentale.

Pour donner un exemple de l'influence des mesures politiques dans les transports, je me permets

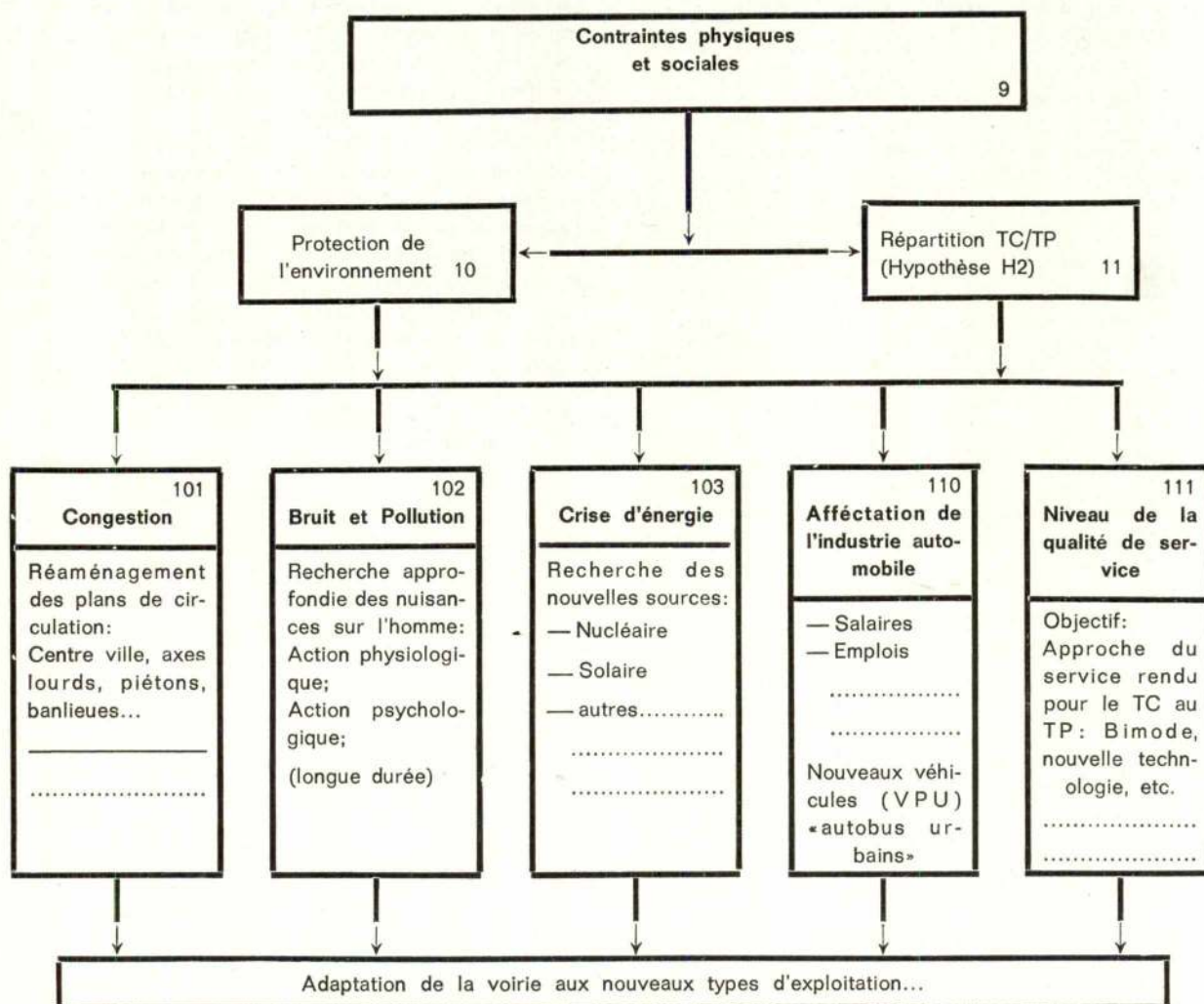


Fig. 2

d'affirmer que le *retournement de tendance* aux transports collectifs constaté ici à Paris, a subi l'influence d'importantes mesures au profit du développement des réseaux de TC dans la Région Parisienne.

Cependant, après cette incertitude, nous ne sommes pas partisans d'un changement important de l'économie et même de la politique, malgré le bouleversement déjà constaté dans plusieurs pays. Les pays plus ou moins industrialisés comme la France et le Portugal subiront l'influence de la pression démographique dans certains pays non industrialisés, le manque de matières premières et l'évolution sociale des pays sous-développés du tiers monde, tels ces nouveaux pays qui viennent de surgir de nos anciennes colonies: l'Angola et le Mozambique. Peut-être qu'ils apporteront-ils leur influence dans l'activité économique internationale et qu'ils pourront provoquer d'importantes transformations aux activités économiques de l'Europe industrialisée et pourtant à la politique des transports en général.

5 — L'IMPORTANCE DES CONTRAINTES PHYSIQUES ET SOCIALES DANS LE PROCESSUS DE PLANIFICATION

a) sur l'environnement

Au cours de ces dernières années nous venons d'assister à un développement de la vie sociale, les sociétés, surtout les plus basses classes, s'efforçant d'améliorer leur cadre de vie.

Ainsi nous avons observé l'accroissement du pouvoir d'achat et l'augmentation des biens d'équipements, des loisirs et de la culture. Ces souhaits humains sont évidemment compréhensibles. Mais il faut repenser dans le cadre des améliorations envisagées les effets parfois néfastes qui dégradent l'environnement physique empêchant de procurer aux citoyens, surtout dans les grandes villes, une meilleure qualité de la vie. Dans ce cas, certaines solutions concernant les transports sont responsables de la dite dégradation. Nous nous permettons de rappeler ici, une fois de plus, la politique française en matière d'aménagement de l'espace et d'occupation du sol, basée sur *six objectifs* prioritaires parmi lesquels la *sauvegarde et la mise en valeur de l'environnement*.

Nous nous reporterons seulement aux transports urbains pour bien préciser le sujet retenu. Nous nous attacherons ensuite à démontrer que la politique de la planification de transports dans les Z. I., comme toutes les autres, doit comprendre des alternatives capables qui lui permettront de s'ajuster aux sollicitations réelles pour trouver les solutions les plus désirables pour la collectivité.

En ce qui concerne donc l'environnement et, rappelant les préoccupations exprimés dans ma thèse et, depuis, dans le document de proposition de ce travail, je soutiens ce point de vue: l'évolution de la société d'aujourd'hui étant plus rapide que jamais exige chaque jour davantage la satisfaction des besoins et

même de ce que nous appelons les biens de consommation. Cependant le progrès technique, qui a donné de multiples améliorations, a montré aussi des inconvénients, souvent méconnus et parfois inattendus. Voici une justification pour cette réflexion sur l'environnement dans la planification long terme dans les régions assez particulières des grandes agglomérations.

Nous constatons alors que les préoccupations les plus globales en matière d'environnement se trouveront à l'occasion de la réalisation d'infrastructures nouvelles de transports en général plutôt que dans le réaménagement des infrastructures déjà existantes.

La circulaire française qui institue l'obligation de consulter les experts en écologie au cours de l'appréciation des projets des infrastructures nouvelles en zones littorales devra bien s'étendre à tout l'ensemble du territoire.

Il faut trouver aussi l'harmonie entre l'opinion de ceux qui désirent améliorer les déplacements et en même temps une réduction des gênes issues des moyens propres à les satisfaire. La résolution de ces problèmes d'une manière souhaitable pour la collectivité exige, de plus en plus, la contribution d'équipes pluridisciplinaires où les écologues, les sociologues, les urbanistes et les planificateurs discuteront, avec les collectivités et les groupes représentatifs d'individus, les solutions les plus désirables. C'est là une mesure de caractère social.

Nous pensons donc que devra se développer la recherche en matière de sciences sociales et en socio-économie en quoi le C. R. E. T. (Centre de Recherche d'Economie des Transports) (AIX) nous paraît constituer le début. On pourra y étudier, par exemple, les questions complexes comme la répartition «optimale» de TC-TP, politique de transports-impacts sociaux, dans un contexte fondé sur l'amélioration de la qualité du service et du cadre de vie.

b) Sur les véhicules

Nous ferons enfin quelques réflexions sur les recherches portant plus récemment sur les véhicules routiers pour mener à bien l'objectif de caractère social de la lutte contre les nuisances. Les actions déjà entreprises ont consisté à réduire le niveau de la pollution due aux gaz d'échappement et au bruit du moteur et à celle engendrée par la circulation.

L'importance que mérite la protection de l'environnement s'accroît chaque jour, donc les exigences des riverains et des habitants de la région concernée montrent une tendance à croître de plus en plus comme c'est le cas actuel (rappeler la nouvelle ligne Paris-Lyon).

D'autre part, l'expérience démontre que l'insuffisance de la prise en compte dans la planification des transports des effets dérivés des nuisances peut créer de sérieuses contestations jusqu'au rejet de tout ou partie d'un projet de réseau pouvant aller même à des actions après l'exécution des ouvrages (rappeler l'exemple de l'autoroute A86 à l'ouest de Paris).

L'évolution des activités dans les villes donnant lieu à une réduction progressive du secteur secondaire augmente l'action des systèmes de transport dans la dégradation de l'environnement urbain. La diffusion de l'automobile particulière, d'autre part, donne simultanément lieu à l'élargissement des zones affectées par les nuisances, augmentant aussi la période pendant laquelle elles y sont soumises.

En ce qui concerne la *pollution* les recherches et le progrès technologique ont déjà donné jusqu'à présent un apport important, surtout aux Etats-Unis, mais les solutions se sont désormais révélées impuissantes pour donner satisfaction complète selon le «consensus» général; en effet les dispositifs accessoires comme les pièces des moteurs ou le dispositif placé dans le tuyau d'échappement du véhicule — écran du type catalytique, obéissent à des normes sévères, dont créent des difficultés par leur utilisation obligatoire.

En ce qui concerne l'autre composante importante des nuisances, le *bruit*, on a déjà essayé le moteur électrique qui conserve encore un niveau acoustique très élevé. Les recherches devront être orientées aussi vers les nouvelles conceptions de pneus ou matériaux et processus de revêtements de la chaussée des routes afin de trouver des solutions qui amortissent le bruit causé au contact du véhicule avec le sol.

Par ailleurs, les écrans anti-bruits et la réglementation des bâtiments ne peuvent pas être considérés comme des mesures donnant entière satisfaction.

En tenant compte des innovations technologiques et de l'expansion des véhicules de transports collectifs, surtout des autobus, on pourrait s'attendre à ce qu'un progrès plus sensible soit obtenu sur ces véhicules: «l'autobus non polluant et silencieux» conformément aux formes et densités urbaines. Enfin on espère que l'innovation technologique puisse apporter des améliorations qui permettent de réduire de façon sensible le *bruit* et la *pollution* qui gênent les riverains, les usagers et les piétons dans «un niveau de la qualité de vie» qui puisse harmoniser les contradictions ci-avant indiquées. Pour atteindre un tel but il faudra définir une méthode d'évaluation de l'environnement face aux nuisances.

Il sera donc nécessaire de connaître non seulement les effets des nuisances sur l'homme tels que nous l'avons exposé, à longue durée, mais de déterminer des indicateurs pour définir des normes à respecter en matière d'aménagement urbain et des plans de transport concernés. On définira, par exemple, un seuil de gêne suivant l'activité à partir des recherches et des enquêtes basées sur les niveaux sonores les plus divers.

Finalement nous nous rapporterons aux recherches plus récentes entreprises pour l'I.R.T. et portant sur le véhicule particulièrement urbain: (V. P. U.). Les recherches n'ont encore été faites que dans un critère socio-économique: amélioration de la circulation, du stationnement, d'une part, et baisse de consommation d'énergie et des effets dérivés des nuisances, d'autre part.

Mais pour passer à la phase de fabrication industrielle (en série) il faudra penser longuement aux problèmes de remplacement des automobiles existantes par le V. P. U., soit par rapport aux déplacements urbains, soit par rapport aux types des déplacements en dehors des villes: affaires, loisirs, vacances, «week-ends», etc...

D'un autre côté, il exige toutes les procédures concernées par les exigences de leurs performances et des charges financières pour la fabrication au niveau industriel.

6 — BREVES RÉFÉRENCES À LA RÉGION DE LISBONNE CONSIDÉRÉE COMME ZONE D'INNOVATION

1) La méthode des scénarios dans la planification

La méthode de scénarios est très utilisée dans la planification en général et permet de prévoir l'évolution sur des hypothèses prévues normalement fondées sur des images contrastées de l'évolution de l'avenir. Les hypothèses sont surtout basées sur la politique dans le domaine industriel, les échanges extérieurs et reposent aussi sur les relations politiques.

On ne peut pas comparer des scénarios semblables pour la France et pour le Portugal. Pour la France, on constate qu'il peut y avoir deux hypothèses fondées sur la *plus ou moins grande* autonomie en ce qui concerne les industries de pointe. De toute façon le développement est placé dans l'ouest européen où les Etats-Unis jouent un rôle prépondérant.

2) Les perspectives pour la région de Lisbonne

En réfléchissant sur le Portugal, la situation en général n'est pas encore complètement définie depuis les événements du «25 Avril». Cependant, après deux années déjà écoulées, on observe son intégration dans l'économie occidentale conformément à la situation géographique et à d'autres facteurs prépondérants, malgré quelques difficultés d'ordre social survenues dans le climat politique. Mais nous dirons que, par rapport à des critères de base et compte tenu du rôle que Lisbonne joue dans mon pays, la région qui l'entoure présente des caractères similaires à la région Parisienne, sur l'ensemble du territoire du pays.

Pour atteindre l'équilibre raisonnable du développement du territoire, il sera donc nécessaire de freiner leur croissance tendancielle favorisant les investissements dans les pôles d'équilibre et pratiquant une politique d'aménagement de l'espace favorable aux autres régions défavorisées.

Nous dirons enfin que, considérant la région de Lisbonne comme *zone d'innovation*, les projets d'investissement à engager dans les plans futurs devront chercher essentiellement à aboutir à l'équilibre entre l'offre et la demande, donnant surtout une réponse aux besoins des transports dans une politique de promotion de T. C. en milieu urbain — ville et banlieues — politique qui devra prévoir le développement du ré-

seau de TCSP, particulièrement du métro, et agissant en outre sur la circulation de la voirie.

7 — CONCLUSIONS

Les réflexions ci-dessus dans le thème choisi et trop délimité nous ont conduit aux conclusions suivantes:

a) Le développement urbain, les plans de transport, la conception de nouvelles infrastructures ou le réaménagement des infrastructures de transport existants sont les aspects importants à considérer d'abord dans le processus de planification à long terme des transports des grandes agglomérations.

Il se révèle indispensable se définir d'urgence l'importance à donner à l'environnement dans les projets et aussitôt que possible, pour éviter des erreurs qui ne seront connues qu'à long terme et, parfois, après les études et travaux des niveaux III, IV et V.

Il faudra chercher l'équilibre souhaitable entre le critère financier ou la «contrainte coût» et la meilleure solution pour l'environnement.

Enfin, les problèmes de transports, d'urbanisme et du milieu ambiant sont de telle manière reliés qu'il faudra entreprendre une politique cohérente en matière d'aménagement de l'espace urbain à long terme.

b) Les recherches déjà réalisées et en cours, comme le programme que nous avons connu au C.E.R.N.-I.R.T. sur le caractère et les effets des nuisances sur l'environnement devront incider principalement sur la détermination urgente de ces effets sur l'homme.

Nous ne connaissons pas à l'heure actuelle les effets des nuisances à long terme, surtout les plus courants dus à la *pollution* et au *bruit*.

Il faudra bien les évaluer pour savoir dans quelle mesure nous devons en tenir compte dans le processus de planification à long terme de transports dans les grandes agglomérations.

c) Les «contraintes physiques» citées pourront avoir un effet grave sur la santé, le bien être et enfin sur le cadre de vie des sociétés en milieu urbain quand ils agissent pendant longtemps (effet de longue durée).

Il nous paraît donc, que les recherches déjà entreprises pour étudier les effets physiologiques et psychologiques devront être accélérées pour savoir dans quelle mesure on peut agir sur le processus de planification et surtout pour définir à partir de quel niveau ils doivent être considérés comme «points durs».

d) Il faudra tenir compte de la taille des villes, du type et de la longueur des réseaux de T. C. et

T. C. S. P., du taux de motorisation, de la nature et du caractère de l'urbanisation, de leur effet structurant sur le système de transports, pour prévoir soigneusement les mesures souhaitables à mener à bien les études à long terme de transports. Les solutions devront reposer sur des critères qui préservent au mieux des nuisances, le caractère ambiant urbain.

Toutefois, on doit éviter des formules de protection excessives qui pourront donner lieu à des propositions radicales appelées «d'environnementalistes» qui, sans doute, élimineront les autres aspects positifs du développement.

e) Il apparaît que la contribution des collectivités locales, de plusieurs groupes représentatifs de l'opinion publique concernée, tels que, par exemple, les usagers, les riverains et les comités des quartiers, pourront donner, du point de vue critique, une contribution valable aux solutions retenues à ce niveau de la planification.

Il serait désirable d'obtenir l'acceptation, peut-être même l'accord de la majorité des citoyens, suivant un processus vraiment démocratique, tel que le souhaitent les sociétés à l'heure actuelle.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Cours d'Enseignement Supérieur de Transports — Thèmes I et II — C. N. A. M. et I. R. T. Cours dirigé par M. FRYBOURG, édition 1975.
- [2] Rapport de la Commission des Villes — Commissariat Général du Plan — VI^{ème} Plan. Sur les orientations souhaitables de la politique urbaine.
- [3] Principios Orientadores para a Reestruturação de uma Rede de Transportes em Regiões de Grandes Aglomerados. Thèse de doctorat, Lisboa 1973 (A. CAMEIRA).
- [4] Critères applicables à la planification — Orientation futures des recherches sur les transports urbains — O. C. D. E., 1969 — (H. BLUMENFELD).
- [5] Les transports de 1975 vers 1990. Commissariat Général du Plan — Comité Directeur de l'Etude. Prospective Transport — janvier 1975.
- [6] Références méthodologiques pour les études à long terme de transports collectifs en site propre. Etudes du niveau I dans le cadre du S. D. A. U.
- [7] Communications — Rapports de la Commission n.º 6 — Préparation du VII^{ème} Plan — Préfecture de la Région Parisienne, novembre 1975.
- [8] Le cahier des charges socio-économique du véhicule urbain — V. P. U., Congrès de Biarritz, set/out 1975. I. R. T. (M. FRYBOURG et G. THAURONT).

Reflexão sobre legislação e desenvolvimento mineiros

ACÁCIO G. DE OLIVEIRA — Equip. Prof. Aux.
ADRIANO FERNANDO BARROS — Assistente
Departamento de Engenharia de Minas
Universidade de Coimbra

RESUMO

Os autores, tendo em atenção as características particulares da indústria mineira, analisam com base na legislação mineira e sua aplicação, aspectos importantes para o desenvolvimento e produtividade da nossa indústria extractiva.

SUMMARY

The authors, having in mind the particular characteristics of the mining industry, analyse, on the bases of mining legislation and application, important aspects for its development and future productivity of the national mineral industry.

1. INTRODUÇÃO

Com este trabalho pretendem os seus autores contribuir para uma reflexão sobre o desenvolvimento mineiro em Portugal, tendo em vista a necessidade de ser estabelecida uma política geral de subsolo a fim de orientar a industrialização e consequente desenvolvimento económico.

Julgam que neste momento cabe às estruturas do poder enfrentar com objectividade e competência os três problemas essenciais em política mineral:

- política nacional de minérios;
- revisão e aplicação da legislação mineira;
- reforma dos organismos do Estado.

A fim de responder com rapidez aos problemas geológico-mineiros que se lhes apresentam, é preciso impor aos organismos estatais rentabilidade semelhante aos da actividade privada.

Se estamos de acordo com [2] quando diz «Mãos à obra e vontade de correr riscos na procura de jazigos escondidos. Que adequado espaço e tempo não faltarão». Perguntamos se o segundo período é aplicável a um Portugal quase inteiramente cativo no domínio da prospecção sistemática. E se é verdade que no último decénio pela via do manifesto não foram encontrados jazigos de grande interesse, não deixa também de ser verdade que pela via das áreas cativas as descobertas de interesse se situaram no domínio do já conhecido ou pelo menos com indício de mineralização.

Embora a moderna prospecção cada vez mais

exija equipamento e pessoal técnico especializados, não devemos menosprezar os prospectores isolados, que pelo conhecimento prático do País, localizaram e ainda localizam possíveis jazigos minerais.

Com a finalidade de promover a prospecção, pesquisa, reconhecimento e exploração planificadas, tendo em vista o desenvolvimento e diversificação da produção, a lei mineira deve oferecer aos investidores condições atraentes e dar-lhes suficientes garantias. E para isso há que ter em atenção as características próprias do ramo industrial mineiro.

2. CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA MINEIRA

2.1. GENERALIDADES

Neste capítulo referem-se características das diferentes fases por que passa um projecto mineiro, a fim de melhor se compreenderem aspectos legislativos mencionados a seguir.

Como é do conhecimento geral, o estabelecimento de uma exploração mineira conduz a riscos que a grande maioria das outras indústrias não possui. Citemos como exemplo o carácter aleatório do objecto com que se lida — Jazigo Mineral — bem como a flutuação imprevista das cotações de alguns minérios. Além disto assinala-se a não reprodutividade das riquezas minerais, criando problemas de carácter técnico-económico como necessidade de indemnizações e bom aproveitamento dos jazigos.

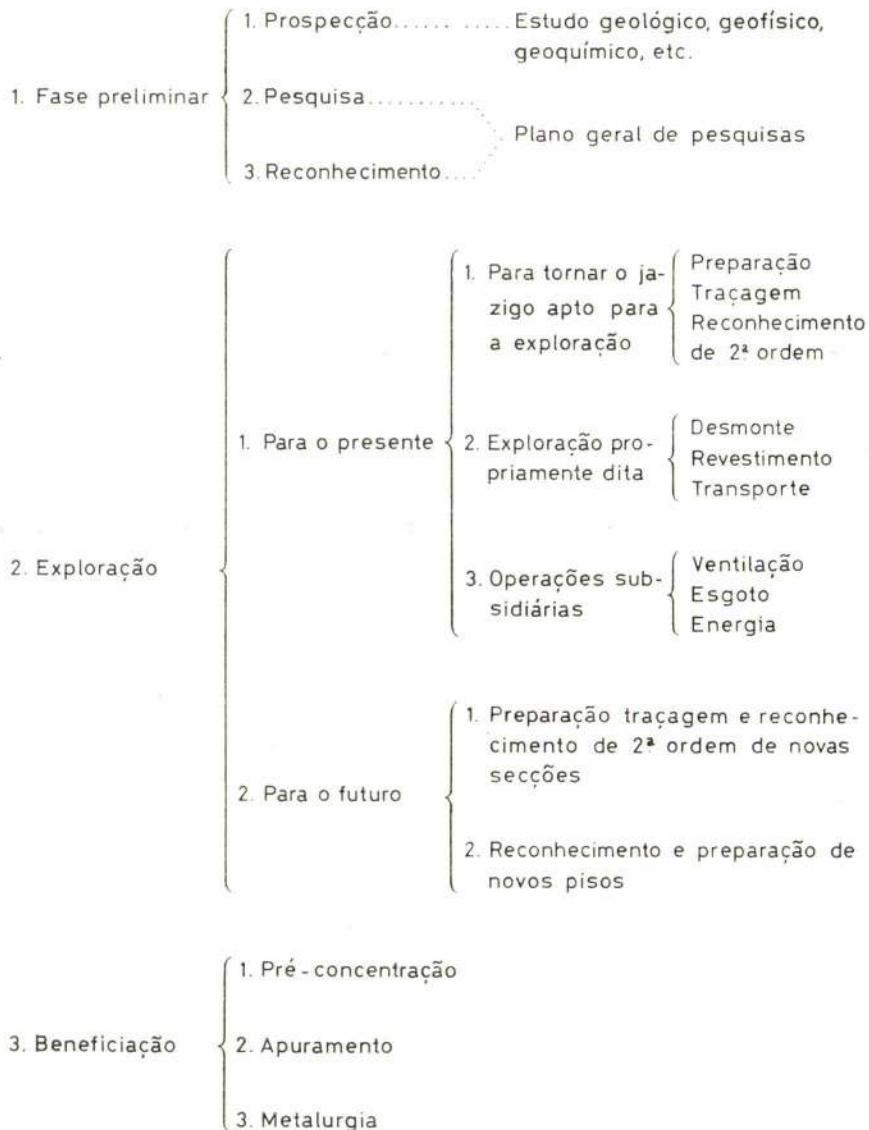
Recebido para publicação em 14/6/77.

2.2. FASES DE VALORIZAÇÃO DOS JAZIGOS MINEIRAIS

Apresenta-se no quadro a seguir as diferentes fases de valorização de jazigos minerais.

região, fazendo apelo, de seguida, a técnicas geológicas, geofísicas, geoquímicas e outras, capazes de detectar anomalias (não esquecer que um jazigo é uma concentração anómala) que interpretadas conduzem à descoberta da estrutura mineralizada.

FASES DE VALORIZAÇÃO DE UM JAZIGO MINERAL



Vamos resumidamente tecer algumas considerações sobre cada uma destas fases.

A fase de prospecção termina normalmente com as operações legais necessárias para assegurar os direitos do descobridor.

2.2.1. PROSPECÇÃO

A prospecção tem como finalidade encontrar o jazigo. É uma operação difícil, morosa, dispendiosa, aleatória e muitas vezes decepcionante.

Deve começar pelo levantamento geológico da

2.2.2. PESQUISA

Uma vez descoberto o jazigo e assegurados os direitos à sua exploração ulterior, realizam-se trabalhos tendentes a avaliar em primeira aproximação,

o seu valor industrial. Esses trabalhos (sanjas, poços, galerias e algumas sondagens) têm como objectivos principais a determinação de algumas características do jazigo tais como: direcção, pendor, possança, teor, estrutura e limites extremos aproximados.

2.2.3. RECONHECIMENTO

Se a pesquisa teve êxito, importa ampliá-la e confirmá-la, realizando trabalhos de reconhecimento (galerias e poços de reconhecimento, planos de sondagens, etc.) com meios materiais mais aperfeiçoados.

Esta fase ocupa-se da verificação do valor económico do jazigo, isto é, da avaliação das reservas minerais, do teor médio do minério no jazigo, da possibilidade do seu tratamento e enriquecimento e também da recuperação dos subprodutos valorizáveis. Ela trata igualmente da estimação dos investimentos necessários à exploração, do preço de custo por unidade extraída e o estudo do mercado comercial.

A optimização dos trabalhos de reconhecimento, prevista pelo respectivo estudo económico, deve ser susceptível de se actualizar à medida que os novos dados colhidos indiquem a necessidade disso.

2.2.4. EXPLORAÇÃO E BENEFICIAMENTO

Uma vez reconhecida, pelos trabalhos anteriormente descritos, a viabilidade económica do empreendimento, chega-se à fase de exploração e tratamento, isto é, à fase de extrair a substância ou substâncias minerais úteis, de modo a não infringir as regras de segurança e economia, bom aproveitamento do jazigo, e também à fase de beneficiação do minério.

Estas fases, para se iniciarem, obrigam legalmente à apresentação de um plano de lavra e tratamento do minério que, depois de devidamente ponderado pelos técnicos estaduais, não poderá, seja qual for o pretexto, ser alterado sem prévia autorização dos serviços competentes.

É evidente que nesse plano deve estar devidamente estabelecido o processo, ou método que vai ser utilizado para o arranque da substância mineral, o tipo de suporte de terreno que irá ser empregue para que haja segurança e não surjam perdas de minério, processo de ventilação dos trabalhos mineiros, transporte do material desmontado desde as frentes até ao tratamento.

Esta última fase (o tratamento) é também fundamental, pois da boa ou má recuperação do minério depende em grande parte o êxito do empreendimento. Como é óbvio, a fase de exploração implica um reconhecimento de 2.^a ordem, uma preparação e uma traçagem, um reconhecimento das reservas possíveis e prováveis (esta nomenclatura é função em termos probabilísticos do grau de confiança), por forma a que todos os investimentos tenham apoio nas referidas reservas e os trabalhos de exploração possam

ser devidamente programados dentro da segurança, da economia e do bom aproveitamento do jazigo.

Este último pormenor deve ser encarado como fundamental para uma exploração racional, devendo, em nosso entender, as entidades competentes exercer, com aquela finalidade, uma fiscalização apertada sobre a entidade concessionária.

3. LEGISLAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO

3.1. ÁREAS CATIVAS

Diz o artigo 5.^o do Decreto-Lei n.^o 18 713 de 1 de Agosto de 1930: «O governo, ressaltando os direitos adquiridos, poderá declarar cativa qualquer área de terreno em que se tenha reconhecido, ou em que fundamentalmente se presuma a existência de jazigos ou depósitos de minérios que possam ser objecto de concessão.»

No seu parágrafo 1.^o diz-se que ouvido o Conselho Superior de Minas e Serviços Geológicos, poderá o Governo autorizar pesquisas nas áreas cativas, ou conceder depósitos ou jazigos evidenciados, mediante condições especiais, de conformidade com os interesses do Estado e da economia nacional.

Também o Decreto-Lei n.^o 29 725 de 28 de Junho de 1939 se refere a áreas cativas nos seguintes termos:

«Artigo 1.^o: Independentemente dos direitos reconhecidos aos indivíduos que façam registos mineiros e do disposto na Lei sobre o estabelecimento de áreas cativas, compete ao Estado o estudo sistemático da riqueza mineira do País para o seu melhor aproveitamento, conforme os interesses superiores da economia nacional.»

«Artigo 2.^o: Além dos estudos geológicos que ao Estado, pelos serviços competentes, cabe realizar, pode o Governo fazer, por contrato com entidades idóneas ou directamente, quando aquele não seja possível, trabalhos de prospecção e de pesquisa para avaliação das possibilidades nacionais na produção de determinados minérios.»

No seu parágrafo único diz-se: «Os trabalhos a que se refere este artigo tanto poderão ser feitos em áreas declaradas cativas pelo Estado, como em zonas livres, como em áreas de concessões mineiras já dadas; mas se tiverem de ser empreendidos em zonas livres deverão ser declaradas cativas as respectivas áreas».

Embora no seu conteúdo genérico nos pareçam acertados os referidos artigos e parágrafos, julgamos que, face à presente realidade económica do País, haverá que exigir mais das entidades que superintendem nos serviços de fomento e de criação de riqueza nacional mineira.

Presentemente quase 100% do território nacional está cativo o que implica, certamente, um retraimento por parte dos pesquisadores em se introduzirem nessas áreas, porquanto não nos parece que lhes sejam oferecidas, após a descoberta de qualquer subs-

tância mineral útil, garantias de poderem vir a usufruir qualquer proveito da sua descoberta (Figura 1).

Entendemos que, na nossa actual situação económica, haverá que analisar com pormenor os artigos e parágrafos anteriormente referidos.

Manter cativas para o Estado as actuais áreas impõe, a nosso ver, um trabalho intenso e metódico de pesquisa, o que exigirá a mobilização de meios humanos, de meios técnicos e de meios financeiros que possam a curto prazo, colocar à disposição do Estado potencialidades mineiras que permitam uma participação activa e eficiente na recuperação da nossa economia.

Uma vez detectadas as potencialidades mineiras de determinada zona, duas alternativas se podem pôr:

1.^a — O próprio Estado se propõe, servindo-se dos seus técnicos, dar continuidade aos trabalhos de pesquisa, reconhecimento, traçagem e exploração, se for caso disso, criando um quadro técnico de reconhecida capacidade para levar por diante o empreendimento de forma económica e rentável para a economia nacional.

2.^a — O Estado não pode dar continuidade aos trabalhos mineiros, e, então, deverá, a nosso ver, oferecer publicamente a entidade privada idónea, com capacidade financeira e de organização, e mediante possíveis indemnizações ao Estado, pelos trabalhos realizados, a zona ou zonas onde se tenham reconhecido capacidades mineiras que possam vir a enriquecer o País. Seria exigido à entidade privada responsável pelos trabalhos mineiros que, no prazo máximo de seis meses, iniciasse os trabalhos julgados convenientes para se entrar, a curto prazo, numa fase de exploração, reconhecimento de 2.^a ordem, traçagem, tratamento e apuramento do minério.

Somos ainda de opinião, desde que possível, que a metalurgia do minério se realize no País; e, como se sabe, minérios há cuja metalurgia é suficientemente fácil por forma a tornar-se exequível em Portugal em locais não muito afastados da produção e enriquecimento.

Verificando-se a 2.^a hipótese, as entidades oficiais competentes deveriam actuar não como simples elementos de fiscalização mas, e principalmente, como conselheiros técnicos que procurassem, sendo caso disso, fazer com que nunca se abandonasse o reconhecimento de 2.^a ordem visando a criação de novas reservas e, em muitos casos, investimentos no sentido de uma mecanização que aumentasse a produtividade ou baixasse os custos de produção.

Julgamos que o Estado, se descativasse todas as zonas, surgiria algum entusiasmo de particulares ou entidades privadas para se dedicarem sistematicamente, ou não, à prospecção e pesquisa de substâncias minerais úteis. Com essa prospecção surgiriam alguns resultados profícuos, quanto mais não fosse na inventariação de ocorrências dos diversos minérios.

Certamente que o descobridor ao deparar com um jazigo mineral, possível, não deixaria de o manifestar. E, então, o Estado colocá-lo-ia perante duas alternativas:

1.^a — dar início aos trabalhos de pesquisa e reconhecimento, num prazo máximo de seis meses se, para tanto, der provas de idoneidade, de capacidade financeira e de organização, para empreender os respectivos trabalhos mineiros. Se, na sequência dos trabalhos, os resultados obtidos forem animadores quanto à viabilidade económica do jazigo mineral, terá, este, de entrar numa fase de exploração, após a apresentação de um plano de lavra, no prazo máximo de dois anos.

2.^a — não podendo o manifestante dar satisfação às condições anteriores, que devem ser rigorosamente respeitadas, poderá o Estado pôr a concurso público a zona onde se situa o registo, salvaguardando, por parte da entidade privada idónea a quem foi adjudicada a concessão, com capacidade financeira e organizativa, a atribuição de um prémio monetário ao primeiro manifestante. O valor do prémio referido seria matéria a estudar pelas entidades competentes.

É nossa convicção que medidas deste tipo poderão conduzir a um maior entusiasmo na descoberta, registo e manifesto de substâncias minerais úteis, que, certamente, acabariam por trazer benefícios à indústria mineira. Mesmo nas zonas cativas propícias à existência de mineais radiactivos, seria de consentir na pesquisa de outros minérios e até na sua exploração, dentro das ideias anteriormente expostas, desde que não surgissem dificuldades posteriores para a exploração daqueles minérios. A análise deste assunto seria entregue aos engenheiros dos serviços estaduais competentes após a apresentação do plano de lavra que, por lei, a entidade exploradora é obrigada a apresentar antes de lhe ser concedida a concessão. Talvez procedendo assim, fosse possível, sem prejuízos para o Estado, o aproveitamento de outros minérios que poderiam contribuir para a recuperação económica que se reconhece tão necessária.

3.2. CONCESSÕES

Sobre esta matéria estamos de acordo com o estipulado no artigo 28 e seguintes do Decreto-Lei n.º 18 713 no que diz respeito aos prazos aí estabelecidos para o pedido de concessão, que será seguido, no prazo de três meses, da fase de exploração, tratamento e enriquecimento do minério e, se possível, da sua metalurgia «in loco», na nossa opinião. Por este facto, insistimos na necessidade de se respeitar rigorosamente a idoneidade, capacidade financeira e organizativa da entidade a quem for atribuída a concessão.

Quanto ao artigo 42 do mesmo Decreto-Lei, somos de opinião que deviam ser especificadas com mais pormenor as obrigações dos concessionários por forma a não permitir que o reconhecimento de 2.^a ordem e a traçagem do jazigo, pela sua não execução, venham a provocar um desequilíbrio entre as reservas que por vezes, e são muitas, conduzem ao pedido de suspensão de lavra alegando razões que nem sempre terão justificação suficiente. Será de fazer notar que, em muitas minas, a mecanização, no sentido da economia e da produtividade, é, pura e simplesmente,

ÁREAS CATIVAS

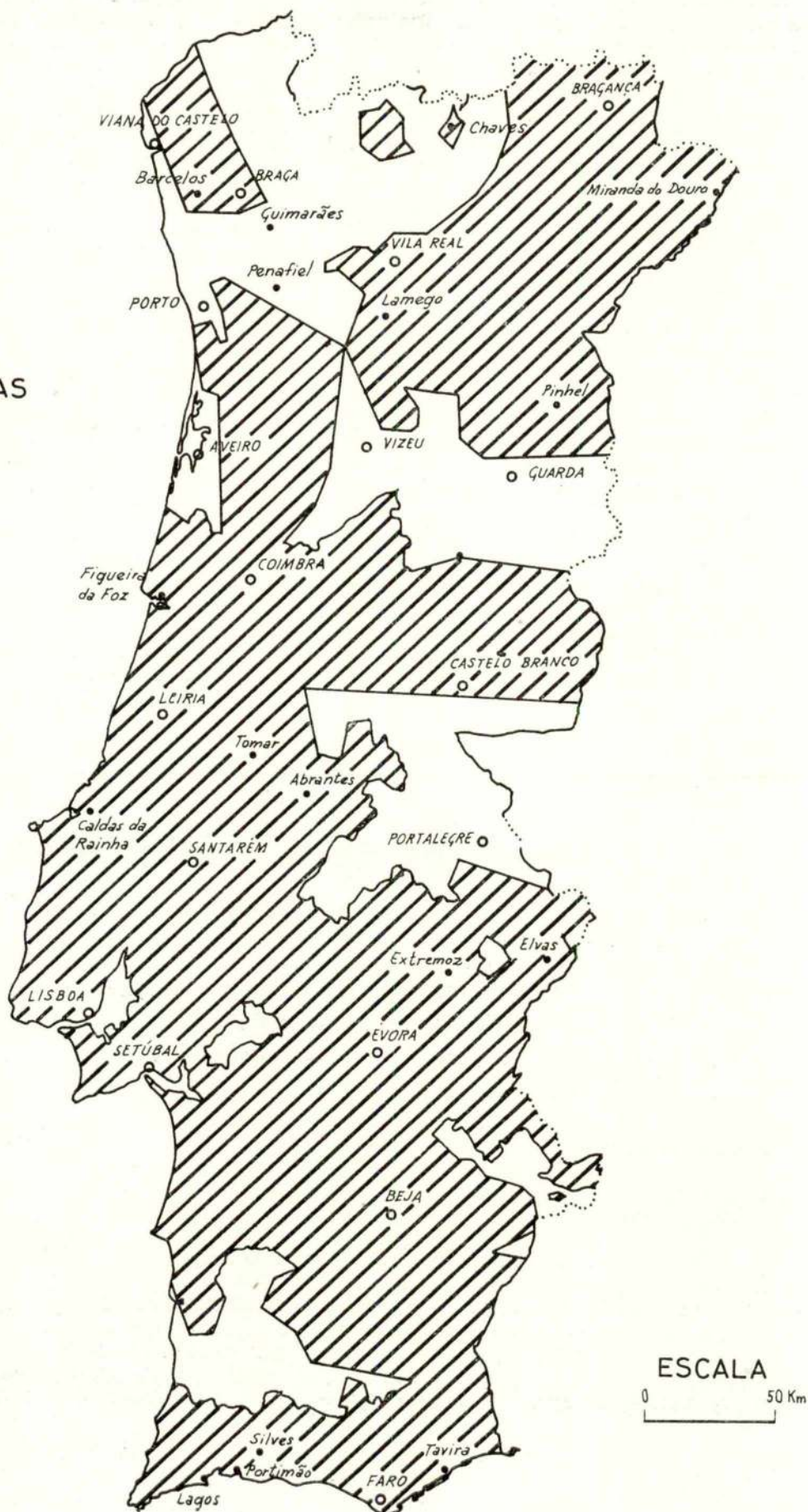


Fig. 1

desconhecida. Quando o pedido de suspensão de lavra se fundamenta em razões de baixa cotação do minério, portanto a título precário, quanta culpa poderá ser atribuída ao próprio concessionário que, não investindo, não reconhecendo, não mecanizando os seus trabalhos mineiros não procura tornar económica e rentável, por prazos longos a sua indústria.

Também, tanto quanto nos é dado saber, não vemos a modalidade a adoptar pelos serviços estatais competentes, para anular o pedido de suspensão de lavra a título precário quando, como hoje por exemplo, a cotação de minérios de estanho e volfrâmio se encontram com valores elevados e, mesmo assim, existem minas dos referidos minérios que não se encontram em lavra activa.

É altura de se perguntar como se explica que existam mais de três milhares de concessões mineiras e apenas uma ínfima parte se encontre em produtividade.

Embora, como já dissemos, seja de conceder as maiores facilidades à prospecção e, por consequência, à existência de manifestos, já assim não pensamos relativamente à autorização da existência de concessões mineiras.

Pode, segundo a lei vigente, o concessionário que não investiu, que não reconheceu o jazigo, que não procurou melhorar em meios técnicos a sua mina, mantê-la indefinidamente em sua posse, bastando, para tanto, requerer anualmente a sua lavra e sujeitando-se ao pagamento da importância que, por lei, está estabelecido para uma concessão.

É para nós razão preocupante encontrar-se hoje a indústria mineira a contribuir de forma tão exígua para a recuperação da nossa economia. Referimo-nos, sobretudo, aos minérios de estanho e volfrâmio.

Para terminar, resta-nos dizer que este modesto trabalho pretende, apenas, alertar as entidades competentes para o actual estado da nossa indústria extractiva no sentido de serem procuradas soluções para as minas que trabalham, mormente para minérios altamente cotados.

Se, entretanto, já se legislou no sentido de se procurar soluções capazes para a indústria mineira, que nos seja desculpada a ignorância da referida legislação; mas, nós, ficaremos extremamente satisfeitos com esse facto e, mais tarde, teremos que nos debruçar cuidadosamente sobre a mesma até ao ponto de sentirmos que as nossas ideias correspondiam às dos legisladores.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Almeida, Augusto Farinas — Lições de Exploração de Minas — F. E. U. P.
- [2] Carneiro, Fernando Soares — Potencialidades Mineiras da Metrópole — Arquivos n.º 2, D. G. M. S. G. Lisboa 1971.
- [3] Levoux, Pierre — Quelques remarques sur les conditions et le contenu nécessaire d'une loi minière moderne. Annales des Mines. Avril 1970.
- [4] Serrano, J. de Paiva Manso — Legislação Mineira. Lisboa 1969.

Sumários de n.ºs anteriores

Encontram-se à venda na Secção Técnica, A. E. I. S. T., praticamente todos os números publicados até à data. Os preços são:

1 a 420 (inclusive) —	10\$00	por exemplar
421 a 437 (inclusive) —	35\$00	» »
438, 439 —	60\$00	» »
440/441 —	100\$00	» »

TÉCNICA 301 — Abril 1960

Ao nível da Associação dos sete
 Algumas considerações sobre a aplicação dos
 aços de alta resistência no moderno betão
 armado
 Determinação da espessura de meios materiais
 pelo método de absorção da radiação γ ...
 Equação dos círculos de perdas e dos círculos de
 rendimento no cálculo eléctrico de uma linha
 Cromatografia em fase gaseosa
 Estudo dinâmico de cames em motores rápidos

A. Cardoso Pereira

Luís Arouca

Carlos Lloyd Braga

Rui Humberto Cordeiro

Maria M. H. da Silva e Carmo

J. C. S. Silva Bento e J. B. Nogueira Ramos

Células Fotovoltaicas

ANTÓNIO V. B. GASPAR

Assistente do I. S. T.

RESUMO

Descreve-se o princípio de funcionamento das células fotovoltaicas as quais permitem a conversão directa de energia solar em energia eléctrica e analisa-se o projecto de colocação em órbita de centrais que utilizando células fotovoltaicas enviem energia para a Terra sob a forma de microondas.

SYNOPSIS

Description of the way photovoltaic cells work, which make possible direct conversion of solar energy into electric energy. Discussion of the project of orbital power satellites, which with the aid of photovoltaic cells, will send energy in the form of micro-waves, to Earth.

1. CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

As células fotovoltaicas possibilitam a conversão directa da energia solar em energia eléctrica.

O desenvolvimento das células fotovoltaicas iniciou-se com o lançamento dos primeiros satélites os quais depois de serem colocados em órbita necessitam de uma fonte de energia. Apesar de serem ainda demasiadamente caras para serem utilizadas na terra em grande escala, são o único processo de fornecer energia no espaço exterior a um veículo espacial. Daí o contínuo aperfeiçoamento que se tem verificado na fabricação das células fotovoltaicas.

Actualmente elas são utilizadas em todos os veículos espaciais (satélites meteorológicos, satélites espionagem, veículos tripulados (Skylab) satélites de telecomunicações (Telstar p. ex.)), sob a forma de painéis solares que agrupam milhares dessas células.

O material de que são constituídas é o silício (um semiconductor) se bem que outras substâncias possam ser futuramente utilizadas.

O silício tem quatro electrões de valência o que significa que o seu átomo possui quatro electrões na órbita mais exterior a qual não está completamente preenchida. São esses electrões que irão possibilitar a ligação com os outros átomos de silício de modo a formar uma estrutura cristalina (malha cúbica de faces centradas, tal como o diamante). A uma temperatura baixa (próximo de 0° K) os electrões de valência garantem as ligações entre os vários átomos e se aplicarmos uma tensão exterior o silício não conduz e comporta-se portanto como um isolante. No entanto para temperaturas diferentes de 0° K a agitação térmica provoca a quebra de algumas dessas ligações de valência, existindo então electrões livres no seio do semiconductor o que permite a existência

de uma corrente eléctrica quando é aplicado um campo eléctrico exterior. Assim a temperaturas diferentes de 0° K o silício comporta-se como um condutor. Quanto maior for a temperatura maior será o número de electrões livres. Foi este comportamento como isolante ou condutor conforme a temperatura a que se encontra, que originou o nome de semi-condutor utilizado para o silício bem como para outras substâncias pertencentes à coluna IV da tabela periódica dos elementos.

Nos metais mesmo a 0° K já existem electrões livres pelo que são sempre condutores.

Quando num semi-condutor um electrão abandona uma ligação de valência (em termos de energia significa que a sua energia aumentou, isto é, passou da banda (de energia) de valência para a banda de condução), deixa uma «lacuna» (carga positiva — ausência de electrão de valência). Então é possível que um outro electrão de valência se desloque para a lacuna o que é o mesmo que dizer que a lacuna se deslocou para uma nova localização. A corrente eléctrica num semi-condutor é devida ao conjunto destes dois tipos de deslocamento de cargas no interior do cristal.

Se alguns átomos de silício forem substituídos por átomos de substâncias com cinco (impurezas tipo dador) ou três (impurezas tipo aceitador) electrões de valência estas fornecerão adicionais electrões ou lacunas ao semi-condutor. No primeiro caso teremos um semi-condutor tipo N (excesso de electrões em relação ao semi-condutor puro) e no segundo caso um semi-condutor tipo P (excesso de lacunas).

A passagem de um electrão da banda de valência para a de condução pode ser devida à agitação térmica como vimos, mas também pode dar-se quando fazemos incidir radiação electromagnética sobre

o semi-condutor. Um fóton ao chocar com um electrão de valência comunica-lhe a sua energia $h\nu$ e desde que essa energia seja superior à diferença de energia entre as bandas de condução e valência (entre estas existe uma banda proibida cuja amplitude é de alguns eV) o electrão poderá tornar-se um electrão de condução. Sem nenhuma influência exterior este electrão irá deslocar-se no seio do cristal até se recombinar com uma lacuna, e a energia fornecida pela radiação electromagnética provoca um aumento de temperatura.

Se juntarmos um semi-condutor tipo p com um semi-condutor tipo n forma-se aquilo que se chama uma junção pn.

A temperatura ambiente praticamente todas as impurezas se encontram ionizadas pelo que teremos uma população de electrões livres do lado n da junção e uma população de lacunas do lado p da junção.

Existe portanto um gradiente de densidade através da junção o que vai originar uma difusão de lacunas do lado p para o lado n e de electrões no sentido contrário.

Como resultado deste deslocamento de cargas aparecerá um campo eléctrico através da junção dirigido de n para p. Este campo contraria qualquer dos dois movimentos de carga por difusão. Até se estabelecer o equilíbrio entre a difusão e a condução devida ao campo eléctrico haverá transporte de cargas. Consideremos uma junção pn sobre a qual se faz incidir radiação electromagnética. Os fótons, como vimos, fornecem energia aos electrões formando assim pares electrão-lacuna que agora, ao contrário do que acontecia num semi-condutor isolado, irão graças ao campo eléctrico existente na junção, deslocar-se em direcções opostas: o electrão dirige-se para a região tipo n e a lacuna para a região tipo p. Os electrões dirigem-se para o fio condutor ligado ao semi-condutor tipo n, geram uma corrente eléctrica no circuito exterior e voltam à junção na região tipo p onde se recombinam com as lacunas (ver fig. 1).

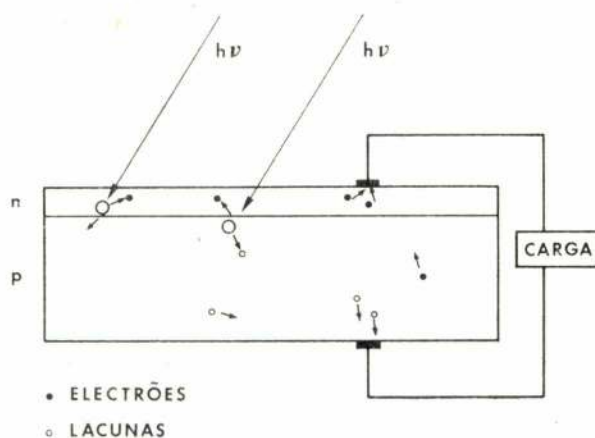


Fig. 1

Este deslocamento de cargas gera uma diferença de potencial pelo que a célula pode ser utilizada como um gerador de tensão, como uma bateria. Daí o nome habitual de bateria solar aplicado às células fotovoltaicas.

Na fig. 2 mostra-se uma característica corrente-tensão típica para uma célula fotovoltaica.

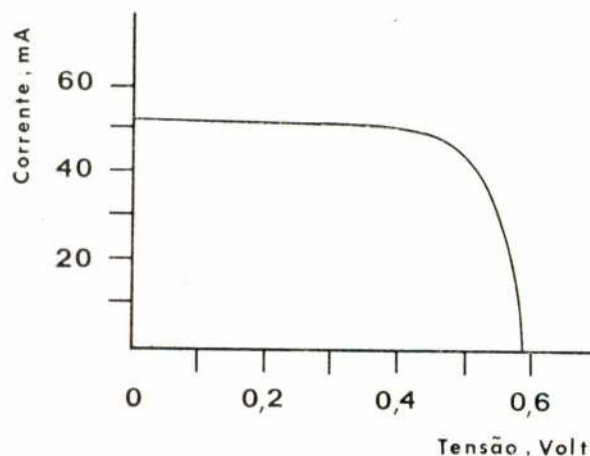


Fig. 2

Esta característica depende da substância utilizada, das condições de fabrico, da temperatura de funcionamento, do desenho das grelhas que recebem a corrente e da intensidade luminosa incidente. Esta última dependência é mostrada na fig. 3 em que se representa a característica corrente-tensão para diferentes valores de densidade de potência luminosa incidente.

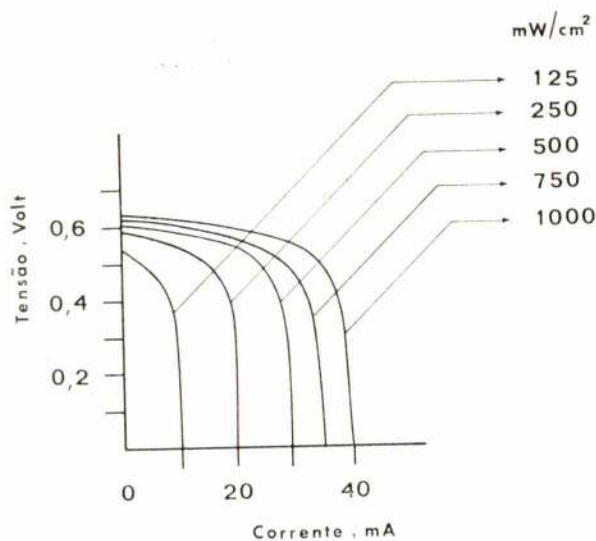


Fig. 3

A espessura da região tipo n é tal ($1\ \mu$) que os fótons atingem a zona de separação dos dois tipos de semiconductor. A energia mínima necessária é dada

pelo valor da banda proibida e assim o valor mínimo da frequência de luz necessária para criar pares electrão-lacuna depende do semiconductor utilizado. Portanto, nem todo o espectro de radiação solar poderá gerar uma corrente eléctrica no circuito exterior. Para uma dada banda de frequências (no silício para comprimentos de onda superiores a 11 000 Å (infravermelho)) a célula solar será «transparente» (está nesta situação cerca de metade da energia que a Terra recebe). Se os fotões possuem energia superior à correspondente à banda proibida o excesso de energia necessária para libertar o electrão será convertido em agitação térmica.

O que acabamos de referir mostra-nos que grande parte da energia solar não é convertida em energia eléctrica, ou porque os fotões não possuem energia suficiente ou porque o seu excesso de energia é dissipado sob a forma de calor.

Temos ainda que considerar a energia perdida devida à reflexão na superfície exterior da região tipo n. Por outro lado os condutores utilizados para ligarem a célula à carga não são transparentes o que reduz a energia incidente na superfície da célula.

Uma célula fotovoltaica de silício tem uma eficiência máxima de 18%.

Actualmente o preço de fabrico destas células é proibitivo para as aplicações na Terra se bem que sejam utilizadas como já dissemos no espaço. Esse custo é cerca de 50 vezes superior ao custo de uma central termoeléctrica clássica (por KW instalado). É de notar no entanto que se tratam de preços de instalação. Em funcionamento a central termoeléctrica gasta combustível cada vez mais caro (petróleo) e uma central geradora de electricidade por meio de células fotovoltaicas utiliza um combustível gratuito: a energia do Sol (e também não poluidor).

O elevado preço das células fotovoltaicas é originado pelo complexo processo de obtenção do silício puro pelo que uma das preocupações actuais dos investigadores é encontrar processos mais económicos de obtenção de silício. Outro processo de reduzir o custo das células fotovoltaicas é substituir o silício por outras substâncias que possuam melhores eficiências. Como é óbvio a tensão gerada pela célula depende da intensidade da radiação incidente; portanto uma solução para aumentar o seu rendimento é colocar as células num colector de faces parabólicas em que uma grande parte da luz incidente é reflectida sobre uma pequena área mesmo que o reflector não esteja alinhado com o Sol. Com este reflector parabólico consegue-se uma concentração de 8 para 1.

2. CENTRAL HELIOELÉCTRICA EM ÓRBITA

Parte da energia que chega à Terra vinda do Sol é absorvida pelas nuvens. Para evitar esta perda de energia, foi proposta a colocação duma central he-

lioeléctrica em órbita (a qual para a mesma potência teria uma área oito vezes menor que no solo).

Existe um projecto (projecto Glaser) de uma companhia norte-americana segundo o qual a central seria colocada numa órbita geoestacionária a 36 000 Km de altitude constituída por dois painéis simétricos de 25 Km² de superfície cada, nos quais estão implantadas células fotovoltaicas. A potência da central é da ordem de 10 Gigawatts.

Esta central estaria constantemente iluminada pelo Sol (excepto durante os eclipses e os equinócios) e em relação à sua instalação na Terra tem a vantagem de não se perder energia na atmosfera e além disso de funcionar 24 horas por dia e ainda de não ser influenciada pelas estações do ano.

A energia recolhida pelos dois painéis seria enviada para a Terra, sob a forma de microondas (cerca de 10 cm de comprimento de onda) banda de frequências para a qual a atmosfera é praticamente transparente (cerca de 3% de perdas (*)), onde seria recebida por uma antena e convertida em energia eléctrica. Não se trata de ficção-científica já que nos E. U. A. se pensa que será possível a sua realização até ao fim deste século. Evidentemente que este projecto levanta inúmeros problemas tecnológicos tais como a colocação em órbita da estação, o tipo das antenas emisoras e receptoras, a precisão necessária no alinhamento das antenas mas estes problemas terão certamente solução num futuro próximo. Na realidade o custo deste projecto é inferior ao custo do projecto espacial americano e mais fácil de realizar que a ida à Lua.

Existe no entanto um problema importante a considerar: os efeitos das microondas de elevada potência sobre o homem, os quais não são ainda perfeitamente conhecidos. Por outro lado há que ter em conta o aumento de temperatura da Terra provocado por este tipo de aproveitamento da energia solar.

O custo de instalação por KW da energia obtida por esta central em órbita seria comparável ao conseguido numa central convencional. Evidentemente depois de posta a funcionar a central helioeléctrica orbital produz energia à custa de combustível gratuito ao contrário de uma central convencional. Há ainda a considerar a vantagem de se poder transmitir energia exactamente para onde ela vai ser usada.

Existem outras propostas para aumentar a potência deste tipo de central: utilizar a lua cobrindo-a de células fotovoltaicas ou colocar a central helioeléctrica em órbita em torno de um planeta mais próximo do Sol ou do próprio Sol (o que aumentaria a energia recebida por m²). Neste último caso já não seria possível a utilização de microondas dado a sua dispersão para estas distâncias (milhões de Km) e a energia solar seria então armazenada numa substância material posteriormente transportada de volta à Terra na qual essa energia armazenada se converteria em energia eléctrica ou outra forma de energia.

(*) No caso mais desfavorável, isto é, quando chove. Sem chuva e mesmo com o céu coberto de nuvens as perdas são de 2%.

Projectos deste tipo só são concebíveis em países com a dimensão dos E. U. A. No nosso país interessa sim e urgentemente utilizar a energia solar em campos em que não existem quaisquer dificuldades tecnológicas: utilização de colectores planos para obtenção de água quente, aquecimento e refrigeração de habitações, secagem de frutos e cozinhas solares.

Para além dos efeitos já referidos sobre o meio ambiente é de ter em conta as implicações económicas e políticas do projecto Glaser. De facto os países que consigam montar este tipo de centrais controlarão o fornecimento de energia ao mundo controlando assim a economia mundial e pondo obviamente em perigo a independência nacional dos países que não possuam este tipo de centrais.

BIBLIOGRAFIA

- [1] *Utilisations et promesses de l'énergie solaire* — J. R. Vaillant, Eyrolles, Paris 1976.
- [2] *La nueva era de la energia solar* — Daniel S. Halacy, Ediciones Marymar, Buenos Aires, 1975.
- [3] *Applied Solar Energy, An Introduction* — Aden B. Meinel and Marjorie P. Mainel, Addison — Wesley Publishing Company, 1976.
- [4] *Energy, vol. II, Non-nuclear technologies* — S. S. Penner, L. Icerman, Addison — Wesley Publishing Company, 1975.
- [5] *The photovoltaic generation of electricity* — Bruce Chalmers, Scientific American, Outubro 1976.
- [6] *Solar Power from Satellites* — Peter E. Glaser, Physics Today, Fev. 1977.

Sumários de números anteriores

TÉCNICA 302 — Maio 1960

O engenheiro em face da ciência
 Considerações sobre o projecto de antenas rôm-
 bicas no espaço livre
 O urânio nas cinzas das antracites portuguesas
 Problemas hidráulicos e hidro-agrícolas do Rio
 Geba
 Problemas de enxugo, rega, defesa contra cheias
 e navegação no Rio Geba (Guiné Portuguesa)
 Emprego de um computador electrónico automá-
 tico no cálculo das forças de inércia de um
 mecanismo... ..

Luís Almeida Alves
A. Carvalho Fernandes
Herculano de Carvalho e Legrand Moura
J. Beja Neves
J. Beja Neves e F. Manzanares Abecasis
J. F. Pinto Garnel

TÉCNICA 303 — Junho 1960

Estudo do problema das ondulações de longo pe-
 ríodo na ampliação do porto de Luanda ..
 Domínios de predominância estável dos consti-
 tuintes de sistemas químicos envolvendo solu-
 ções aquosas
 Emprego de um computador electrónico automá-
 tico no cálculo das forças de inércia dum
 mecanismo... ..
 Do Mundo Técnico.

F. Manzanares Abecasis
*Isabel M. M. Gago e pelos alunos do 6.º ano do curso
 de engenharia Química*
C. J. F. Pinto Garnel

TÉCNICA 304 — Julho 1960

O Ensino
 Reconhecimento dos minérios radioactivos
 Domínios de predominância estável dos consti-
 tuintes de sistemas químicos envolvendo so-
 luções aquosas
 Cálculo de estruturas sujeitas a esforços horizon-
 tais

Alexandre Cerveira
Carlos Gonçalves
*Isabel M. M. Gago e pelos alunos do 6.º ano de enge-
 nharia Química*
Alfredo Pinho Morgado

Reforma do Ensino de Engenharia

Algumas notas para reflexão

J. J. DELGADO DOMINGOS
Prof. Catedrático I. S. T.

1. Reconhece-se unanimemente que a Universidade está em crise.

No nosso país muito se tem debatido e discutido sob o agulhão da contestação estudantil, particularmente a partir de 1961. O regime anterior, tentou despoletar e canalizar este potencial. As linhas gerais da proposta reforma do ensino foram amplamente discutidas no País. Milhares de pessoas se pronunciaram. Pronunciaram-se as Escolas, os Professores, os Conselhos Escolares, a Imprensa, os Organismos Profissionais. Seria curioso reexaminar hoje essas respostas, críticas e propostas avançadas. Teria interesse porque muito do que então se disse continua subjacente ao comportamento da maioria dos intervenientes actuais mesmo quando a roupagem verbal é diferente. Em termos de senso comum não podemos esperar que no comportamento das pessoas (consideradas no âmbito dos grandes números) sejam possíveis alterações súbitas e radicais, pela simples razão de que o modo de pensar e reagir reflecte o substrato de conhecimento, reflexões e experiências recolhidas, armazenadas e digeridas (ou não) ao longo da sua vida. O homem não pode mudar repentinamente todos os pilares da sua estrutura psicológica sob pena de enlouquecer. Quando tenta fazê-lo, ou o forçam a tanto, a desorientação e insegurança geradas são tais que num puro instinto de sobrevivência procura desesperadamente regressar aquelas estruturas mentais em que se julgou em segurança, facilmente esquecendo as angústias ou incertezas que então sentiu. Este retorno, irracional, a um passado recente é um perigo real e creio bem que merece uma ponderada reflexão ao encarmos uma reforma do ensino. É por isso que uma análise dos fluxos e refluxos nas nossas estruturas de ensino, pelo menos nos últimos 10 anos deve ser cuidadosamente tida em conta. Deve também ter-se em conta que o próprio projecto Marcelista de reforma do ensino encontrou enormes oposições entre alguns dos revolucionários de hoje pelo que então significava de alterações e tímida tentativa de modificação de algumas situações mais absurdas. Esse projecto, como já foi afirmado, exprimia a própria agonia de um regime, que objectivamente não servia. Por isso, acabou na demagogia e acentuou um processo de decomposição que ainda não parou. O processo

foi acelerado pelo I Governo Provisório, e os que se lhe seguiram parece não quererem compreender que continuam prisioneiros de estruturas que antes de 25 de Abril de 1974 estavam já numa oposição (se não de sabotagem, pelo menos passiva) a tudo que a dita reforma pudesse significar de modernização potencial. Os dirigentes pós-25 de Abril, desejosos de mostrar que todo o anterior estava mal, ficaram-se pela crítica e alteração ao mais recente vindo a ter por aliados aqueles para quem o mais recente já era demasiado.

Ao nível de ensino de engenharia, as implicações são particularmente graves: por um lado, aumenta-se o número de Escolas Superiores que conferem a licenciatura e por outro lado degrada-se a um tal ponto a qualidade do ensino e a qualificação dos professores que no seu conjunto se pode bem dizer que o nível profissional dos licenciados pelo ensino superior está abaixo do anteriormente existente nos chamados cursos médios. O ensino não é nem teórico, nem é prático: é apenas um processo extremamente oneroso (oneroso comparativamente ao que dele se extrai) de dar diplomas. Deve notar-se que se encontram notáveis excepções, mas a afirmação permanece válida para o centro de gravidade do conjunto.

Uma das ideias mais largamente debatidas e reclamadas antes do 25 de Abril foi a autonomia pedagógica e científica das Escolas. A verdade é que o Ministério Veiga Simão teve entre outras características o de usar a concessão de certas autonomias para se furtar a enormes responsabilidades. Estamos neste momento a assistir a algo de semelhante: a decantada autonomia só serve no que convém a cada uma das partes, forma cómoda de encontrar a capa para fugir às responsabilidades perante o povo que paga.

Uma das propaladas inovações revolucionárias foi a gestão democrática nas Escolas. Temos já alguns meses de experiência dessa gestão. Nalguns casos houve uma melhoria considerável. Em muitos outros foi o retrocesso total, ou porque a gestão de democrática só tem o nome, ou porque a democracia em termos de «voto» foi usada para «legalizar» as mais retrógradas orientações. Por outro lado, tem interesse acentuar que nalgumas grandes escolas de ensino superior, onde a direcção ficou praticamente com os

alunos «revolucionários» o que se verificou foi a sua total incapacidade em propor e defender autênticas reformas de fundo. As poucas ideias excelentes que surgiram, resvalaram a curto prazo para a cobertura dos oportunismos que constituem a sua base de sustentação. Veja-se, por exemplo, o que se passou com a avaliação de conhecimentos, um dos pontos fulcrais duma reforma de ensino, que se veio a tornar numa das armas mais eficazes de desagregação. Creio que a psicanálise explicará o fenómeno como o da «morte do pai». Infelizmente, não dispomos de recursos nem de tempo suficiente para esperar a passagem natural da adolescência à maturidade! «Morto o Pai», o sistema ficou orfão, e os intervenientes encarniçam-se em atacar e destruir sem que se assumam na construção e humildade dos erros inerentes a qualquer realização.

2. Todo o sistema universitário continua dominado pela preocupação do canudo, muito embora o actual desemprego ao nível dos engenheiros comece a tornar evidente para os alunos dos anos mais adiantados que o conteúdo e a formação se tornam cada vez mais fundamentais. Terminar de qualquer modo para ficar desempregado não é perspectiva brilhante. Desejariamos sinceramente que não fossem só alguns alunos finalistas a senti-lo.

Neste momento, o número de engenheiros desempregados é de cerca de mil. O número não é superior porque muitos engenheiros com experiência emigraram. Este dado objectivo, pode constituir um primeiro ponto de partida para uma reflexão. Para esta situação podem adiantar-se várias explicações, das quais as mais frequentes são:

- a generalizada crise económica e a ausência de investimentos,
- a inadequação dos licenciados às funções que poderiam desempenhar,
- a total falta de iniciativa das estruturas estatais capazes de dinamizar o investimento,
- a libertação de um número elevado de licenciados que prestaram serviço militar.

Todas as razões anteriores são parcialmente válidas, embora todas reflectam uma análise imediatista da situação, que tende a atribuir às alterações trazidas pelo 25 de Abril grande parte dos bloqueios verificados. A meu ver, a situação tem origem bem mais profunda, pois a situação de desemprego já existia para muitas especialidades bem antes do 25 de Abril e todos os indícios mostravam que ela se iria agravar. Por outro lado, deve lembrar-se que os mil desempregados referidos não incluem o sub-emprego (ou o emprego noutras profissões que nada têm a ver com a engenharia), que é muitíssimo superior.

Como causa remota mais evidente para a actual situação diria que ela se encontra na nossa quase total dependência tecnológica (colonização) do exterior. Esta dependência exigia licenciados que enquadrassem mas cuja inovação tecnológica não ultra-

passasse os limites do aumento de produtividade laboral. Quando, apesar de tudo, alguns (poucos) ultrapassaram esta barreira qualitativa, as grandes empresas multinacionais transferiam-nos para os centros de comando no exterior como meio de a sua capacidade ser utilizada ao máximo. Ao nível das nacionais médias, a promoção foi quase sempre para postos de gestão ou administrativos — confirmando assim, muitas vezes e desnecessariamente, o «princípio de Peter». Esta atitude das empresas operando em território nacional, e dos próprios organismos públicos é bem ilustrado pelo facto de a maioria delas não apontarem deficiência na formação científica e técnica dos jovens engenheiros, mas sobretudo pela falta de conhecimentos em problemas de pessoal, de coordenação e de gestão (marginalmente tal atitude significava também que as nossas escolas de Economia e de Gestão de Empresas estavam demasiado afastadas da realidade concreta para que o seu contributo fosse julgado relevante).

O panorama anterior, conjugado com um surto de desenvolvimento que as guerras coloniais espicaçaram e o investimento estrangeiro acentuou, tornou as carreiras de engenharia muito tentadoras como meio de promoção social, através das remunerações e dos postos oferecidos. As carreiras em Economia e Direito tornaram-se também populares, embora por razões algo diferentes.

Esta situação, cujos efeitos eram previsíveis, empolou de modo desproporcionado os candidatos aos cursos de engenharia mas de modo algum a renovação do seu conteúdo formativo, o estímulo da criatividade, a criação de sólidos hábitos de trabalho e de método. Pelo contrário, a apregoada democratização destruiu a pouca formação que apesar de tudo existia, e acabou estimulando uma contestação ao pouco que ainda se exigia. Incapaz de compreender que a demagogia acaba na violência, o 25 de Abril encontrou o Ensino Superior sob feroz repressão política e despuddorada protecção à facilidade de diploma, para tentar sobreviver.

3. No presente estamos ainda sob a vaga de procura do diploma.

Esta vaga continuará imparável por algum tempo ainda, pois é muito difícil fazer compreender aos candidatos que o passaporte para a promoção social que constituía o diploma pouco valor terá quando o obtiverem. Esta corrida ao diploma universitário verificou-se, por exemplo, em França e a reforma que se seguiu a Maio de 1968 apenas a institucionalizou. Os que embalaram na ilusão descobrem hoje, aos milhares, que foram iludidos. Sobrevivem os engenheiros das «Grandes Ecoles» que resistiram à abolição do «númerus clausus» e poucos mais.

O comportamento anterior poderá parecer irracional, mas é um fenómeno de massa associado a uma certa estrutura social. Nele há, porém, um aspecto decisivamente positivo: a desvalorização do diploma, enquanto tal, se o mesmo se não circunscrever apenas aos obtidos em determinado período. É positivo porque

temos número excessivo de Srs. Eng.^{as} e Srs. Drs., cuja efectiva competência é, no máximo, igual à dos actuais recém-formados, que é muito pequena. Estes, pelo menos, se não aprenderam engenharia rasgaram horizontes na perspetivação política e social dos problemas, que àqueles a Escola não permitiu.

4. Dizer que na reconstrução da nova sociedade que se deseja, os engenheiros e os técnicos de todas as formações têm um papel fundamental, tornou-se um lugar comum. Concretizar a afirmação em actos antes de elas se esvaziarem de conteúdo é algo mais difícil. Acreditamos, no entanto, que as forças sociais que se libertaram venham a dar o empurrão definitivo num sistema de ensino que apesar de toda a agitação pouco se alterou no fundo.

Quanto à formação dos engenheiros, parece-me fundamental não cair novamente no empolamento dos títulos por uma selecção artificial. No longo prazo as Escolas têm de impor-se pela capacidade dos seus ex-alunos e não pela protecção legal de que até agora beneficiaram.

A função básica de um diploma é certificar um mínimo de competência e destina-se a proteger a sociedade dos irresponsáveis e oportunistas. Ultimamente tem-se assistido muitas vezes ao inverso. Tais diplomados irão no futuro bloquear ainda mais o sistema, para proteger a sua incapacidade. Deste modo, ou a Universidade está à altura do que a comunidade lhe exige, ou os organismos profissionais e/ou as actividades exteriores se lhe substituirão com graves inconvenientes.

Transferir uma influência demasiada para as organizações profissionais, pode no futuro constituir um estrangulamento à inovação, pois não há razão para supor que a necessidade de progresso seja nelas «a priori» mais forte que a tendência para defender privilégios adquiridos.

Reconhecido o estado actual de irresponsabilidade em que se encontra o sistema, mas também os riscos da sua total perda de independência, parece desejável que se promova desde já uma intervenção importante de organismos extra-universitários nos órgãos de decisão das Escolas de Engenharia, sem que para tal tenha de ser dominante. Paralelamente terá de estimular-se uma profunda renovação do tipo de população escolar actualmente existente no ensino superior. Pelo dispêndio que representa um aluno do ensino superior comparativamente aos restantes graus de ensino parece elementar exigir desse aluno pelo menos uma contrapartida correspondente. Neste sentido, uma decidida protecção aos profissionais que desejam promover-se profissionalmente é altamente desejável. A convivência do aluno tradicional com alunos trabalhadores será altamente benéfica. Por outro lado, um serviço cívico devidamente estruturado e orientado seria um contributo importante (não o actual serviço cívico que é a própria negação do que seria desejável).

Em termos imediatos, conviria ter em conta a situação concreta em que nos encontramos: — os actuais cinco anos de curso não têm representado

nos últimos 3 a 4 anos mais do que 1 ou 2 efectivos, com o gravíssimo inconveniente que poucas matérias são efectivamente dominadas. Por outro lado, a actual população escolar excede largamente a capacidade das escolas, não só quanto a meios materiais, como a professores capazes. E a criação de tais meios é impensável no prazo de 3 a 4 anos. A redução do número de anos dos cursos aparece assim susceptível de constituir a resposta não só mais imediata como a que melhor corresponde a anseios naturais e a necessidades existentes. Mas essa resposta só não será uma fraude se se conseguir uma mobilização esclarecida, uma profunda alteração do método de ensino e um trabalho metódico e intenso. Se tal for conseguido, não se vê objecção a que o título conferido seja o de engenheiro.

A medida anterior, tomada isoladamente, não basta e poderia mesmo ser catastrófica. Paralelamente têm de formar-se os professores, de estimular-se a ligação da Escola aos problemas reais do País, de introduzir o real no ensino a todos os graus, de eliminar o enciclopedismo para valorizar o essencial, para acentuar a metodologia da aprendizagem e a capacidade de formulação e de resolução dos problemas do mundo que nos cerca.

Em termos esquemáticos (e repetindo o que vimos dizendo e escrevendo desde há anos) temos de enfrentar os problemas do presente e de nos preparar decididamente para a resolução dos do futuro. O presente exige formação de profissionais capazes de intervir a muito curto prazo no aumento da produção nacional e no relançamento e reorganização de unidades e circuitos obsoletos. Este tipo de ensino deve ser desde já regionalizado, e para evitar pruridos de prestígio envolver as nossas tradicionais escolas de engenharia.

Admitindo um ensino de três anos efectivos, concebido em semestre ou quadrimestres e ocupando o ano todo, a ênfase deve ser nas ciências básicas da engenharia, acompanhadas em cada ano de disciplinas de natureza profissional, capazes de imediata utilização. As ciências básicas devem ser motivadas por aplicações concretas, inclusive a matemática. As ciências básicas ministradas em todas as escolas deveriam ter programas próximos, as de natureza profissional variariam de escola para escola.

Este tipo de esquema faria aparentemente perder muito do que tradicionalmente se considera típico do ensino universitário. Em relação a este aspecto notaremos apenas que actualmente os conteúdos das várias disciplinas não têm qualquer correspondência com os respectivos títulos, não apenas entre escolas mas dentro das próprias escolas. Por outro lado, um exame atento dos programas efectivamente ministrados nas boas Universidades revela que eles possuem, quanto a aspectos básicos, muito mais semelhança do que poderia supor-se.

Mesmo num ensino de 3 anos, é fundamental que a investigação seja incentivada, e efectivamente praticada pelos docentes com crescente participação dos alunos, sob pena de o sistema se degradar ainda mais.

O que há que claramente eliminar é o falso prestígio de uma pseudo-investigação de ponta. Desenvolver um projecto de investigação e mobilizar os alunos duma disciplina de projecto para a realização de novas ferramentas ou de mais eficientes usos de energia, de recursos naturais, etc. é tão nobre e certamente muito mais relevante de que procurar novas axiomáticas em álgebra abstracta ou novas simetrias de partículas elementares.

O que se trata de estimular é a utilização de conhecimentos adquiridos e a aquisição de um espírito científico, os quais terão um enorme efeito mobilizador nos alunos e um impacto frutuoso no desabrochar da sua energia criadora.

Teremos também de rapidamente estimular as actividades de pós-licenciatura e cursos de mestrado, que irão naturalmente conduzir ao doutoramento de alguns. Tais actividades, pela responsabilidade e implicações de que se revestem só podem, numa primeira fase, restringir-se a algumas escolas e especialidades onde exista já potencial humano capaz de garantir o seu sucesso. Se não se for extremamente exigente neste domínio, destrói-se antes de nascer, um dos trunfos fundamentais para o nosso futuro. É absolutamente indispensável evitar, também aqui, o falso prestígio, e o desligar dos problemas do nosso mundo. Há toda uma graduação de actividades a desencadear neste domínio, desde a curta reciclagem, à especialização curta, à pós-graduação propriamente dita e ao doutoramento.

5. Afloraram-se de modo não sistemático muitos aspectos que me parecem subjacentes à situação actual. Propositadamente não abordamos as especialidades nem a estrutura dos cursos. Desejariamos todavia acentuar que as tradicionais divisões em Civil, Mecânica, Electrotecnia, Química, Minas, Metalurgia, etc., se filiam em razões históricas e se justificavam por um curso de engenharia a percentagem do que constituía «arte» ser importante relativamente ao que era científico e geral. Eram cursos orientados para finalidades. Actualmente, e entre nós, tal divisão dificulta uma interdisciplinaridade que é fundamental para a inovação e a criatividade. Uma estrutura mais adequada (que se verifica nas Universidades mais modernas) centra-se em departamentos virados para o que é fundamental e comum a todas as engenharias: Materiais, Energia, Matemática, Física, Informática, etc.

Por outro lado, deverá acentuar-se que se para conduzir uma unidade fabril é apenas necessário um punhado de técnicos que o próprio fornecedor treina,

para a conceber e realizar o número necessário é multiplicado por dez ou cem. Estes são os verdadeiros geradores de novos empregos a todos os níveis, os catalizadores do arranque de inúmeras actividades subsidiárias e os únicos pilares duma verdadeira independência nacional. Foi a formação destes que até hoje menosprezamos. E, no entanto, são vitais. Esta também uma das razões por que temos engenheiros desempregados por um lado, e enorme falta de engenheiros, por outro. Esperemos que pelo menos as grandes empresas, hoje nacionalizadas, se libertem do imediatismo que anteriormente as guiou e do que pensaram (e ainda pensam?) ser uma segurança e uma comodidade. Formar engenheiros qualificados para os envolver em processos de rotina é, efectivamente, um luxo demasiado oneroso, para lhe não chamarmos pura e simplesmente cegueira que nos arriscamos a pagar muito caro a curto prazo.

Desejariamos ainda frisar uma utopia, já há alguns anos reconhecida numa conferência de Unesco: a planificação a longo prazo dos engenheiros e técnicos necessários. Tal só é aproximável em termos de indicadores genéricos, ou relativamente a actividades específicas muito bem definidas. Esta mais uma razão para que um primeiro ciclo básico seja curto, assente em aspectos fundamentais, seguido de actividade profissional e/ou cursos de crescente especialização e duração decrescente. Este é ainda um modo de aumentar a difusão do saber e permitir a mobilidade e realização individual, que toda a actual estrutura dificulta.

Para terminar, não resistimos a transcrever a seguinte citação de J. W. Gardner:

«Um canalizador excelente é infinitamente mais de apreciar que um filósofo incompetente.

Uma sociedade que desdenha a excelência do canalizador porque canalizar é uma profissão humilde, e tolera mediocridade no filósofo, porque filosofar é uma actividade enaltecida, nunca terá nem bons canalizadores nem bons filósofos. E nem as suas canalizações nem as suas teorias alguma vez conterão a água.»

Observação: Estas notas foram escritas em Dezembro de 1975 para discussão na Comissão «AD HOC» para o Estudo da Reestruturação do Ensino da Engenharia criado na Ordem dos Engenheiros. O relatório final dessa Comissão foi publicado em Novembro de 1976.

Resumo dos Artigos publicados na «Técnica» n.º 442

Ano LII — Julho 1977

C. D. U. 62

J. J. DELGADO DOMINGOS

O AMBIENTE, A POLITICA ENERGÉTICA
E A ALTERNATIVA NUCLEAR

Técnica N.º 442 — LII — 7-1977, p. 527 a 549

Aspectos fundamentais duma política energética e do ambiente são abordados numa perspectiva nacional tendo em conta a possibilidade de uma opção pela via nuclear. Após um exame dos recursos naturais não renováveis, e da ligação entre energia e crescimento económico, mostra-se como a melhor utilização dos combustíveis fósseis implica instalações de fins múltiplos e como estas conduzem à produção descentralizada. Implicando o desenvolvimento industrial não apenas energia eléctrica mas também combustíveis fósseis, as instalações de fins múltiplos surgem de entre as soluções tecnológicas actualmente existentes como mais recomendáveis num período de transição. A opção nuclear, devido à escassez do urânio e aos condicionamentos técnicos impostos pelos reactores «beeder» é uma opção irreversível e apenas susceptível de uma contribuição transitória além do seu impacto significativo poder apenas surgir num futuro distante. Acentua-se a necessidade de uma transição programada, concluindo-se não ter fundamento, nas condições específicas do País, uma opção a curto prazo por uma via nuclear.

C. D. U. 620.9

DOMINGOS MOURA

REFLEXÕES SOBRE A EVENTUAL ENCOMENDA, EM 1977,
DE UMA CENTRAL NUCLEAR PARA PORTUGAL

Técnica N.º 442 — LII — 7-1977, p. 551 a 566

A encomenda de uma central nuclear para Portugal significa uma transferência de importações dos países do Médio-Oriente para os países que fabricam os reactores nucleares e que asseguram o serviço de combustível. Mas perante a incerteza actual quanto ao custo final de uma central encomendada em 1977 e quanto ao custo do combustível há muitas dúvidas sobre a oportunidade de uma decisão imediata pela via nuclear.

C. D. U. 656.1:656.711.3

ARMANDO CAMEIRA

RESTRIÇÕES FÍSICAS E SOCIAIS NA PLANIFICAÇÃO DOS
TRANSPORTES URBANOS A LONGO PRAZO. ZONAS DE
GRANDES AGLOMERADOS — MIGRAÇÕES

Técnica N.º 442 — LII — 7-1977, p. 567 a 574

O presente artigo refere as principais componentes da planificação de transportes a longo prazo nas zonas de grandes aglomerados, segundo a metodologia francesa.

Abordam-se, sobretudo, as sujeições do ambiente como as mais importantes para definir uma política coerente de transportes naquelas zonas.

Finalmente, mostra-se que as condicionantes mais importantes resultam de factores de natureza social, económica e mesmo política dos povos, as quais devem ser ponderadas pelos responsáveis políticos de forma a adoptar as soluções mais adequadas.

C. D. U. 351.823.3

ACÁCIO G. DE OLIVEIRA; ADRIANO FERNANDO BARROS

REFLEXÃO SOBRE LEGISLAÇÃO E DESENVOLVIMENTO
MINEIROS

Técnica N.º 442 — LII — 7-1977, p. 575 a 580

Os autores, tendo em atenção as características particulares da indústria mineira, analisam com base na legislação mineira e sua aplicação, aspectos importantes para o desenvolvimento e produtividade da nossa indústria extractiva.

C. D. U. 621.47:621.383

ANTÓNIO V. B. GASPAR

CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

Técnica N.º 442 — LII — 7-1977, p. 581 a 584

Descreve-se o princípio de funcionamento das células fotovoltaicas as quais permitem a conversão directa de energia solar em energia eléctrica e analisa-se o projecto de colocação em órbita de centrais que utilizando células fotovoltaicas enviem energia para a Terra sob a forma de microondas.

C. D. U. 378

J. J. DELGADO DOMINGOS

REFORMA DO ENSINO DE ENGENHARIA
ALGUMAS NOTAS PARA REFLEXÃO

Técnica N.º 442 — LII — 7-1977, p. 585 a 588

Synopsis of articles published in «Técnica» n.º 442

LII — July 1977

U. D. C. 351.823.3

ACÁCIO G. DE OLIVEIRA; ADRIANO FERNANDO BARROS

MINING LEGISLATION AND ECONOMIC DEVELOPMENT

Técnica N.º 442 — LII — 7-1977, p. 575 a 580

The authors, having in mind the particular characteristics of the mining industry, analyse, on the bases of mining legislation and application, important aspects for its development and future productivity of the national mineral industry.

U. D. C. 62

J. J. DELGADO DOMINGOS

ENERGY, ENVIRONMENT, AND NUCLEAR ALTERNATIVE

Técnica N.º 442 — LII — 7-1977, p. 527 a 549

The fundamental aspects on a national policy for energy and environment are reviewed, on the perspective of a short term option for nuclear energy. Non-renewable natural resources, energy and economic development, and present technology for better use of energy are critically reviewed. For industrial development, which requires fossil fuels, besides electrical energy, cogeneration of heat and power, and total energy concepts appears both as viable with the technology presently available and the most recommended on a transition period. Taking into account uranium resources and technical constraints imposed by breeder reactors it is stressed the irreversible nature of a nuclear option whose contribution to the energy problem besides transitional can only have a significant impact on a distant future. It is shown that for a country as Portugal the nuclear option has no justification on rational grounds, at present time.

U. D. C. 621.47:621.383

ANTÓNIO V. B. GASPAR

PHOTOVOLTAIC CELLS

Técnica N.º 442 — LII — 7-1977, p. 581 a 584

Description of the way photovoltaic cells work, which make possible direct conversion of solar energy into electric energy. Discussion of the project of orbital power satellites, which with the aid of photovoltaic cells, will send energy in the form of microwaves, to Earth.

U. D. C. 620.9

DOMINGOS MOURA

REASONINGS ABOUT AN EVENTUAL ORDER, IN 1977, OF A NUCLEAR POWER STATION FOR PORTUGAL

Técnica N.º 442 — LII — 7-1977, p. 551 a 566

The order of a nuclear power station for Portugal means a transfer of imports from Middle East countries to countries which make nuclear reactors and supply fuel service. At the present time, however, it is not possible to be sure either of the final costs of an eventual order in 1977, or the fuel costs. Thus, there seem to exist some doubts about the suitability of an immediate decision in favour of the nuclear solution.

U. D. C. 378

J. J. DELGADO DOMINGOS

ENGINEERING EDUCATION IN PORTUGAL
SOME REFLECTION

Técnica N.º 442 — LII — 7-1977, p. 585 a 588

U. D. C. 656.1:656.711.3

ARMANDO CAMEIRA

PHYSICAL AND SOCIAL CONSTRAINTS ON LONG TIME
PLANIFICATION OF THE URBAN TRANSPORTS. LARGE
AGGLOMERATIONS — PEOPLE MOVEMENTS

Técnica N.º 442 — LII — 7-1977, p. 567 a 574

This paper deals with the main components of long date transports planning in large built-up areas, according to french methodology.

Above all, the subjects of environment are dealt with as being the most important to define a coherent policy of transports in those areas.

Finally, we see that the most important conditioners derive from the social, economic and even the political nature of peoples, which should not be overlooked by responsible politicians, so as to find the best solutions.

Publicações Recebidas

PUBLICAÇÕES PERIÓDICAS

- AGROS
Associação dos Estudantes de Agronomia
- ANALLES DE MECANICA Y ELECTRICIDAD
Asociacion de Ingenieros del I. C. A. I.
- ASEA — REVUE
- ACTA TECHNICA
Academiae Scientiarum Hungariae
- ANAIS DO CLUBE MILITAR NAVAL
- ANALYTICAL ABSTRACTS
Society for Analytical Chemistry
- ACIER - STAHL - STELL
- ANNALES
Institut Technique du Batiment et des Travaux Public
- AEG - TELEFUNKEN AL DIA
- AR COMPRIMIDO
Atlas Copco
- BOLETIM DA CAMARA MUNICIPAL DE SA DA BANDEIRA
- BOLETIM ECONOMICO E FINANCEIRO
Banco Borges & Irmão
- BOLETIM
Instituto Nacional de Investigação Industrial
- BOLETIM MENSAL DE INFORMAÇÃO
Laboratório Nacional de Engenharia Civil
- BULLETIN OF THE SEISMOGRAPHIC STATIONS
University of California
- BOLETIM DEL CEMENTO PORTLAND
Instituto del Cemento Portland Argentino
- BOLETIM GTH
Gabinete Técnico da Habitação da Câmara Municipal de Lisboa
- BOLETIM
Sociedade Geológica de Portugal
- BOLETIM INFORMATIVO IRANOR
Instituto Nacional de Racionalizacion y Normalizacion
- BOLETIM DA ELECTROQUIMICA E CORROSAO
Instituto Nacional de Investigação Industrial
- BOLETIM
Departamento de Imprensa e Informação do Governo da República Federal da Alemanha
- BOLETINUL
Institutului Politehnic Bucuresti
- BOLETIM
Associação Industrial de Angola
- BOLETIM DO PORTO DE LISBOA
Administração-Geral do Porto de Lisboa
- BOLETIM DO SERVIÇO CARTOGRAFICO DO EXERCITO
- BOLETIM DE MINAS
Direcção-Geral de Minas e Serviços Geológicos
- BULLETIN DE LA CHAMBRE DE COMMERCE BELGE AU PORTUGAL
- BULLETIN
Agence Internationale de L'energie Atomique
- CENIM
Centro Nacional de Investigaciones Metalurgicas
- CORTIÇA
Instituto dos Produtos Florestais
- (JOURNAL OF) CHEMICAL EDUCATION
Division of Chemical Education of the American Chemical Society
- CIMENTO E CONCRETO
Associação Brasileira de Cimento Portland
- COMUNICAÇÕES ELÉCTRICAS
International Telephone and Telegraph Corporation
- CONSTRUCTI
- CARTA GEOLÓGICA DE ANGOLA
Direcção Provincial dos Serviços de Geologia e Minas
- CEMENTO HORMIGÓN
- COURRIER CERN
- COLLECTION
Czechoslovak Academy of Sciences
- DYNA
Asociacion de Ingenieros Industriales de España
- EL ESTAÑO Y SUS APLICACIONES
Tin Research Institute
- ELECERICITE DE FRANCE
Direction des Etudes et Recherches

- ELECTRICIDADE
Empresa Editorial Electrotécnica Edel, Lda.
- ENDEAVOUR
Imperial Chemical Industries Limited
- ESTUDOS
Banco Fomento Nacional
- ESTUDOS, NOTAS E TRABALHOS
Serviço de Fomento Mineiro
- ELECTRICAL COMMUNICATION
International Telephone and Telegraph Corporation
- ECONOMIC REVIEW
Câmara de Comércio Luso-Britânica
- FUNDIÇÃO
Associação Portuguesa de Fundação
- FUNDEXPORT
Fundo de Fomento de Exportação
- GEOTECNICA
Revista da Sociedade Portuguesa de Geotécnica
- INFORMES DE LA CONSTRUCCION
Instituto Eduardo Torroja
- ION
Sindicato Nacional de Indústrias Químicas
- INDÚSTRIA DE MOÇAMBIQUE
Associação Industrial de Moçambique
- LA HOUILLE BLANCHE
Société Hydrotechnique de France
- LES NOUVELLES DE L'E. I. B.
- METALLURGIA AND METAL FORMING
National Association of drop Forgers and Stampers
- MACHINE TOOL REVIEW
- NOTICIARIO DOS ELASTÓMEROS
du Pont
- ONU (CHRONIQUE MENSUELLE)
Service de l'Information de l'Organization des Nations Unies
- O PROPULSOR
Sindicato Nacional dos Oficiais da Marinha Mercante
- PRELO
Imprensa Nacional - Casa da Moeda
- PORTUGAL - ALEMANHA
Câmara de Comércio e Indústria Luso-Alemã
- REVISTA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
Universidade de Lourenço Marques
- REVUE LANDIS E GYR (EDITION ELECTRICITE)
- REVUE D'IEEA
- REVUE SIEMENS
Siemens Antiengesellschaft
- REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS
- LA REACHERCHE AÉROSPATIALE
Office National d'Études et de Recherches Aéropatiales
- REVISTA DE METALURGIA
Cenim - Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas
- RAIL INTERNATIONAL
Association Internationale du congrès des chemins de fer et de L'Union Internationale des Chemins de fer
- REVISTA TÉCNICA SULZER
- REVISTA DANFOSS
- REVISTA AGRONÓMICA
Sociedade de Ciências Agrónomicas de Portugal
- TECHNIQUES FRANÇAISES (BATIMENT TRAVAUX PUBLICS URBANISME)
Services Économiques de L'Embassade de France
- TECHNIQUES FRANÇAISES (INDUSTRIE DE METAUX)
Services Économiques de L'Embassade de France
- TECHNIQUES FRANÇAISES (TRANSPORTS)
Services Économiques de L'Embassade de France
- TECHNIQUES FRANÇAISES (CHIMIE GAZ PETROLE BIENS DE CONSOMMATION)
Services Économiques de L'Embassade de France
- WORLD HEALTH ORGANIZATION PUBLICATIONS
World Health Organization
- WISSENSCHAFTLICHE ZEITSCHRIFT DER HOCSCHULE
Architektur und Bauwesen Weimar

Edições da Técnica

TABELA DE PREÇOS

TABELAS PARA O CÁLCULO DO BETÃO ARMADO

Brazão Farinha, 6.ª edição — 1970 . . . 375\$00

TOPOGRAFIA GERAL

C. Xerez — 1.º vol. 2.ª edição — 1970 . . . (*)

C. Xerez — 2.º vol. 2.ª edição — 1966 . . . 180\$00

TABELAS TÉCNICAS

Vicente Ferreira e Brazão Farinha, 8.ª edição
1977 500\$00

MANUAL DE HIDRÁULICA GERAL

A. Lencastre, 2.ª edição — 1969 . . . 375\$00

DICIONÁRIO DE UNIDADES E TABELAS DE CONVERSÃO

Vasco Costa e Osvaldo Francês, 1.ª edição —
1959 35\$00

NÚMEROS E VARIÁVEIS COMPLEXAS

A. H. Simões de Abreu, 1.ª edição 1977 . . . 312\$50

GUIA DE ANÁLISE QUÍMICA DAS ÁGUAS

A. Herculano de Carvalho, 1.ª edição — 1961 90\$00

CÁLCULO DE PÓRTICOS

G. Kani — Trad. da 7.ª edição alemã — 1962 75\$00

MANUAL DE ESTRUTURAS

Brazão Farinha — 1.º VOLUME

Encadernado 625\$00

Plastificado 587\$50

2.º e 3.º Volumes (*)

BETÃO PREESFORÇADO

(A cargo dos participantes na Semana de Be-
tão Preesforçado — I. S. T. — 1975) . . . (*)

(*) LIVROS A PUBLICAR BREVEMENTE

Desconto de 10% aos assinantes

PEDIDOS À

técnica

Já à Venda

Numeros e Variáveis Complexas

1.^a EDIÇÃO — 1977

Eng.º A. H. Simões de Abreu

Tabelas Técnicas

8.^a EDIÇÃO — 1977

Eng.º Vicente Ferreira e Eng.º Brazão Farinha