

ENERGIA NUCLEAR *

HISTÓRIA DA ENERGIA NUCLEAR

OS ANOS DE 1947 E 1948

Em Setembro de 1947 começou a sua publicação a revista *NUCLEONICS*, editada nos E. E. U. U. que imediatamente se tornava a fonte essencial de informação para todos os que, no mundo inteiro, se interessavam pelas aplicações da energia nuclear. Durante anos, nenhuma outra revista se dedicou exclusivamente a esses problemas e, por isso, a *Nucleonics* desempenhou na expansão do estudo daquelas aplicações um papel verdadeiramente histórico.

No editorial do primeiro número, pode ler-se a síntese de um programa que foi brilhantemente ultrapassado e que nos dá uma ideia dos limites em que, há pouco mais de 10 anos, se enquadravam as ambições daqueles que mais fê já tinham nos destinos de uma *ENGENHARIA NUCLEAR*, ainda em embrião apenas: «...founding *Nucleonics*, to make available a logical medium for the cross-fertilization of technical advances in all phases of nuclear technology»... «In addition to its function as an international clearing house for the announcement of new application techniques of nuclear energy, *Nucleonics* will report the development, activities and economics of nucleonic industries».

Em 1947, CARROL L. WILSON, então director geral da A. E. C. americana escrevia:

«Hoje, contudo, tendo fê que a energia atômica e os processos envolvendo reacções nucleares são altamente prometedores para o futuro da humanidade, a indústria americana quer planejar, e planejar inteligentemente, naquilo que é quase com certeza uma mutação histórica no curso da civilização. A indústria quer saber quando e como se pode preparar para o seu papel, quando deve investir no treino de homens — gerentes, economistas, engenheiros, especialistas em muitos campos — no negócio potencialmente rendoso de fornecer materiais, equipamento, instrumentos e serviços nesse campo de futuro industrial cujos limites não podem ser previstos. Tanto a indústria como o ensino gostariam de saber o que é que deveria ser um tal treino. A indústria quer saber como deve preparar-se para produzir os materiais que pode ser chamada a fornecer à indústria nuclear. Não é fácil responder a estas perguntas. Não pode nem deve fazer-se em moldes burocráticos. Certamente, a Comissão de Energia Atômica americana não pretenderá invadir as prerrogativas ou prejudicar a iniciativa da direcção industrial...» (*Nuc.* 9.1947, p. 70).

Em meados de Agosto de 1947, arrancou a primeira «pilha» britânica, construída em Harwell, a GLEEP.

Em Novembro de 1947, a *Nucleonics* publica um editorial no qual se lê, com o título «Should Nuclear Power Plants Be Built Now?»:

«Diversos físicos nucleares altamente influentes e respeitados, justificam a demora na construção de reactores de potência pelas seguintes razões:

- 1) Os próximos anos devem ser dedicados à acumulação de dados experimentais básicos e ao aperfeiçoamento da teoria dos reactores de potência.

- 2) Seria prematuro concentrar o nosso reduzido número de especialistas em problemas de engenharia.
- 3) Embora os nossos engenheiros já possam construir diversos tipos de reactores nucleares, a experimentação com instalações piloto dispendiosas deve esperar por mais progressos técnicos.
- 4) O conhecimento adquirido com uma construção imediata não compensaria o desperdício de dinheiro e mão-de-obra.

«Na mesma ocasião é anunciado que a Comissão de Energia Atômica nomeou uma comissão de consultores representando a indústria e a investigação industrial, destinada a acelerar a participação industrial no domínio da energia nuclear...».

Este período de hesitação parece ter encontrado o seu termo no curso do ano de 1948. É sintomático desta evolução o facto de, no índice do volume do 1.º semestre desse ano da «*Nucleonics*», não existir sequer ainda a rubrica *NUCLEAR POWER* a qual já aparece no índice do volume seguinte, embora com 4 referências apenas.

Em Outubro de 1947, num artigo publicado na revista *NATURE*, Sir JOHN COCKCROFT ainda escrevia: «A pilha permite realizar novas investigações de física nuclear e será a principal fonte de isótopos radioactivos. Com a produção de neutrões, dá-se a libertação do calor e a pilha é uma nova fonte potencial, ainda que não certa, de energia para o mundo». Contudo em Julho de 1948 começou a trabalhar a 2.ª pilha britânica, BEPO, já com uma potência de 6000 kW.

Foi também em 1948 que a França completou a sua primeira pilha, ZOE, no Fort de Chatillon, perto de Paris. A C. E. A. tinha então cerca de 500 funcionários, número que cresceu para mais de 10 000 nos nossos dias!

Um outro facto notável na evolução verificada em 1948 está bem expresso no seguinte passo do Editorial de Junho da *Nucleonics*:

«ENGENHARIA, por definição, é física e química aplicada.

...A experiência da A. E. C. americana mostra que engenheiros competentes (químicos, eléctricos, electrónicos e mecânicos) podem adquirir, num tempo relativamente curto, a pequena soma de conhecimentos de física nuclear necessária para se tornarem aptos a trabalhar no projecto de reactores.

...os problemas centrais enfrentados pelo desenvolvimento futuro dos reactores para autoregeneração (breeding) e produção de energia entraram claramente na fase da engenharia...».

* Iniciámos, com o n.º 8, esta Secção, que será publicada regularmente, com a colaboração dos serviços de Documentação da COMPANHIA PORTUGUESA DE INDÚSTRIAS NUCLEARES, reproduzindo os artigos preparados por aqueles serviços para a *engenharia nuclear*, boletim informativo da referida companhia.

Em fins de 1948 já se começaram a ouvir afirmações de esperança quanto ao aproveitamento industrial da energia nuclear. A C. E. A. americana (4.^o Relatório Semi-Anual) pensava que «dentro de 20 anos, se as circunstâncias forem favoráveis, uma porção considerável da actual produção de energia do mundo poderá ser obtida dos combustíveis nucleares». Contudo, o Dr. John Cockcroft dizia ainda que «a energia nuclear não contribuirá substancialmente para o consumo mundial de energia do mundo nos próximos dez anos» [Nu. Set. 1948].

ENSAIOS

ARMANDO GIBERT

UMA «HIPÓTESE DE TRABALHO» DA CPIN

É corrente, no campo da investigação científica ou técnica, fazer-se, ao elaborar o estudo de um determinado problema, uma hipótese que se supõe próxima da realidade, mas cuja principal função — longe de ser uma limitação a outras eventuais possibilidades — é a de construir uma estrutura capaz de suportar com eficiência o trabalho destinado a comprovar ou a rejeitar a referida hipótese.

A «hipótese de trabalho» permite canalizar os esforços dispendidos, evita a sua dispersão.

É neste sentido que deve ser apreciado o que vamos expor.

Mas a analogia pode levar-se mais longe ainda. Pois se, na investigação, uma hipótese de trabalho errada não invalida o valor das pesquisas feitas — mórmente por oposição à ausência de qualquer iniciativa, à expectativa improdutiva — também, no nosso caso, julgamos que a hipótese feita tem a vantagem — se não tiver outras virtudes — de promover esforços diversos, úteis em si mesmos, valiosos talvez quando apropriadamente coordenados.

E tem, acima de tudo o mais, um interesse certo: se, quanto ao tempo, a nossa hipótese pecar por excesso de optimismo, por ser prematura, os inconvenientes que daí possam resultar serão compensados com vantagem pelo melhor aproveitamento do tempo disponível; se, ao invés, a nossa filosofia enfermasse de pessimismo, conduzi-se ao desperdício de um tempo eventualmente — quem sabe? — precioso, qual não seria a nossa responsabilidade, que argumentos poderíamos invocar para explicar uma demora que nada justificaria então, como aliás agora mesmo já nada justificava?

Entrando no núcleo da questão, pode dizer-se, em síntese, que a nossa «hipótese de trabalho» é a de que PORTUGAL CARECERÁ DE INSTALAR, ENTRE 1975 E 1985, CERCA DE 2 000 MW DE POTÊNCIA ELÉCTRICA DE ORIGEM NUCLEAR.

E, se isto for verdade, não terá sido demasiado cedo que a CPIN se tenha constituído em 1958.

Não é provável que a energia electro-nuclear seja necessária antes de 1975. Mas, se o País a puder dispensar ainda, nessa data, o prejuízo que resultará então, eventualmente, de um diferimento do arranque das diversas actividades conexas, será bem insignificante em relação ao que seria se o País dela carecesse e não estivesse de todo preparado para a enquadrar nas indispensáveis actividades já aludidas.

Entendemos que se deve tornar público o programa electro-nuclear que serve, por assim dizer, de teia ao trabalho

Foi ainda em 1948 que, principalmente nos EE.UU., começaram a constituir-se grandes companhias nucleares ou se criaram divisões nucleares nalgumas já existentes, recorrendo largamente ao recrutamento de técnicos e físicos de 1.^a categoria incluindo alguns prémios Nobel.

No mesmo período, também se acentuou o interesse de diversos governos, até aí numa posição de expectativa, pela energia nuclear, criando-se as primeiras comissões de energia atómica fora das cinco grandes potências nucleares.

que a CPIN pretende desenvolver e para o qual — desde já o declaramos convictamente — não será demais a colaboração de todas as Empresas que desejem associar-se à nossa acção.

Vejamos agora quais são os dados elementares do problema.

Para termos 2 000 MW instalados em 10 anos, podemos encarar a instalação de dez centrais nucleares de 200 MW. Não seria razoável admitir, para o nosso País, centrais de maior potência — que alguns países, como o Reino Unido e a União Soviética já levam até 600 MW — nem seria provavelmente económico prever valores menores.

Pensamos que um tal programa não pode deixar de interessar no mais alto grau a indústria nacional pois ele pode significar encomendas num valor total da ordem de grandeza de 10 milhões de contos, desde que se esteja apto a fazer, em PORTUGAL, 50% das referidas centrais. E isto não parece ser utopia — em especial para daqui a 15 anos, bem aproveitados numa preparação séria. Com efeito, a Itália vai participar na construção e montagem das suas duas primeiras centrais nucleares de potência, em 50%, numa de origem britânica e em 70%, noutra proveniente dos Estados Unidos. Na Bélgica, as estimativas de participação da indústria belga oscilam entre 75 e 80% do total. A indústria nacional não há-de querer perder uma tal oportunidade, mas para isso não poderá deixar de se preparar com a indispensável antecedência, criando e dispondo dos meios apropriados.

Assim, aparece-nos um outro dado elementar do problema: a necessidade — para a indústria nacional e, portanto, para o País — de colaborar com as suas máximas possibilidades na construção e na montagem de uma CENTRAL PROTÓTIPO, por exemplo de 100 ou de 150 MW, que deverá ser instalada com o devido recuo para que o programa electro-nuclear propriamente dito se possa iniciar 5 anos depois. Se aquele início for em 1975/76, aquela central protótipo deverá arrancar — o mais tardar — em 1970. Dela se colherão os ensinamentos indispensáveis à elaboração do programa que neles se apoiará.

Mas, nenhum país pode pensar na construção de uma central nuclear protótipo, sem ter adquirido uma experiência prévia na construção de reactores experimentais, sem ter pessoal competente para, senão projectar, pelo menos saber apreciar diversos projectos, capaz de conduzir uma central em exploração, habilitado enfim a estruturar no campo

industrial a resolução — com os meios existentes ou a criar — dos problemas técnicos especiais próprios dos materiais e equipamentos usados nas centrais nucleares.

Abundam os exemplos — basta ler os programas nucleares de diversos países — de como isto se deve fazer.

Mas, procurando uma solução particularmente económica, e que nos parece ainda bastante satisfatória, dentro das possibilidades do nosso País, encontramos o terceiro dado elementar do problema: a instalação prévia — próxima, ainda que com sacrifício de uma importante participação da indústria nacional — de um reactor de ensaio, que já seja uma primeira central nuclear, uma CENTRAL PILOTO, por exemplo de não mais de 50 MW, mas de características tão apropriadas quanto possível às exigências dos estudos e dos treinos que pareçam mais convenientes para uma participação máxima da indústria nacional no futuro programa nuclear.

Ora, admitindo que a central *protótipo* leve 5 anos a construir, desde o projecto até ao arranque, se este tiver lugar em 1970, como supusémos, o seu projecto deverá estar pronto em 1966. Então, para que ele possa beneficiar da instalação e da exploração da central *piloto*, é indispensável que esta arranque pelo menos no início de 1966.

Supondo que a central piloto se poderá realizar em 4 anos apenas, a sua construção deverá começar em princípios de 1962.

Enunciámos assim o quarto dado elementar do problema: se os accionistas da CPIN, industriais e financeiros, por um lado, empresas produtoras e distribuidoras de electricidade, por outro lado, quiserem participar com autoridade e eficiência — através da CPIN, seu órgão colectivo de coordenação de projectos e de realizações nucleares — não terá sido demasiado cedo que tenham constituído um tal órgão, menos de 4 anos antes de ele ter de fazer o seu primeiro trabalho de responsabilidade.

Assim, o que se deve concluir é que nós, na CPIN, não podemos descurar a tarefa urgente de preparar os técnicos especializados de que carecemos bem como as empresas nossas accionistas, nem demorar os estudos técnicos e tecnológicos que nos propomos fazer.

Mas, poderá perguntar-se: e se não houver nada a projectar em princípios de 1962? o que equivale a perguntar: e se a energia electro-nuclear não for necessária senão depois de 1975/76?

Examinemos então estas hipóteses optimistas, sem discutir a sua equivalência, que se admite, isto é: reduzindo a dúvida à necessidade da energia electro-nuclear em 1975/76.

Esta necessidade pode não se impôr por uma de três razões:

- haver outra fonte de energia mais interessante para suprir o esgotamento das reservas hídricas;
- não se verificar o esgotamento das reservas hídricas, por estas serem superiores ao que se prevê actualmente;
- não crescer o consumo segundo o ritmo previsto.

A primeira hipótese é citada apenas «pro memória», pois não tem qualquer interesse a sua discussão.

Quanto à última hipótese, ela significaria que o desenvolvimento industrial e económico do País, em vez de se acelerar, como todos desejamos e esperamos, sofreria nos próximos 15 anos um inesperado amortecimento. Admiti-lo, seria dar provas dum pessimismo verdadeiramente exagerado. Talvez também não seja prudente admitir uma taxa de aumento do consumo da energia eléctrica superior à que se tem verificado nos últimos anos (11%). Ora, se aceitarmos

um acréscimo anual de 11%, teremos em 1975, um consumo de 16 000 GWh, ao passo que, se aquele acréscimo médio for apenas de 10%, teremos, então, um consumo de 11 600 GWh.

Imaginemos um balanço energético para 1975 nos termos considerados pelo Eng.^o Ivo Gonçalves¹. Vê-se por esse balanço — no qual já se prevê uma central nuclear instalada — que um equipamento, suficiente em ano médio, carecerá de um suplemento de 1 000 GWh (cerca de 200 MW) em caso de ocorrência de ano seco. Como é provável que aquele suplemento de produção não possa ser obtido da central nuclear então existente, vê-se que, mesmo com ela, haverá necessidade de mais energia de apoio.

Vejamos agora, num exemplo comparativo, que não é razoável admitir um consumo menor naquela data.

Em 1955, a capitação eléctrica espanhola (consumo por ano e por habitante) foi de 405 kWh, isto é, praticamente o dobro da nossa (215). Já para 1958 esperavam os nossos vizinhos que aquele valor aumentasse de cerca de 50%, passando para 616 kWh².

Portanto, não será considerado exagero pretendermos ter um aumento em 20 anos que nos leve a uma capitação apenas dupla da que os espanhóis já tinham em 1958. Será optimismo admitir isto como uma exigência mínima?

Ora, como haverá então próximo de 10,5 milhões de portugueses³ e o consumo deverá ser da ordem dos 11 500 GWh, como se admite no prudente plano energético já citado, a nossa capitação será ainda apenas da ordem de 1 100 kWh.

Muito embora, aceite apenas que o consumo em 1975 não seja inferior a 11 500 GWh, salvo uma catástrofe nacional, resta-nos examinar a segunda das três hipóteses consideradas: as reservas hídricas serem superiores ao que se prevê.

Haverá realmente razões para pensar que o possam ser? Estará bem claro o que se deve entender por aquela expressão quando se discutem problemas desta natureza?

Vejamos em primeiro lugar esta segunda dúvida. Entenderemos aqui por reservas hídricas as que estatisticamente se podem prever no nosso País, em ano hidrológicamente médio, independentemente, quer das possibilidades técnicas de aproveitamento, quer das condições económicas da realização dos respectivos aproveitamentos.

O potencial bruto médio da Europa⁴ é de 600 000 kWh/km² o que, aplicado a Portugal, nos dá cerca de 48 000 GWh de reservas brutas. Admitindo que entre nós, como na média da Europa, as reservas aproveitáveis representam 30% daquele valor, poderemos contar com cerca de 14 500 GWh efectivamente aproveitáveis. O Prof. Abecasis Manzanares⁵ parece inclinar-se para admitir um valor desta mesma ordem de grandeza (energia permanente) em consequência de um estudo directo do problema. Aquele valor também é admitido pelos serviços oficiais do Repartidor

¹ F. IVO GONÇALVES — Aspectos prováveis da integração das centrais nucleares na exploração conjunta do sistema produtor nacional — *ELECTRICIDADE*, 7, 209, 1958

² J. GARRIDO MOYRON — Desenvolvimento hidroeléctrico espanhol na produção de energia desde 1939 a 1955, em relação com os recursos hidroeléctricos totais de Espanha — *ELECTRICIDADE*, 7, 265, 1958

³ Segundo o «Demographic Yearbook» (1957) a população do mundo terá dobrado no fim do século.

⁴ Citações de D. Luiz Redonei, em «Estimación del potencial hidroeléctrico de España», Madrid, 1957

⁵ ALBERTO ABECASIS MANZANARES — Possibilidades da Industrialização, Disponibilidades de Energia — II Cong. dos Econ. Port., Lisboa, 1957.

Nacional de Cargas. Podemos atribuir-lhe uma incerteza de $\pm 20\%$ em consequência do carácter indirecto dos estudos em que se baseia bem como da insuficiência de elementos a respeito do interesse económico de grande parte desses hipotéticos aproveitamentos⁶.

Assim, que resta das três razões aduzidas para admitir a não necessidade da energia electro-nuclear em 1975?

Mas suponhamos, ainda, que factores não considerados determinem que aquela data deva recuar até 1980 (consumo mínimo provável de 17 000 GWh).

dependência de previsões económicas, que a nossa hipótese de trabalho representa uma boa aproximação. Justifica-se assim o «programa» que dela procurámos deduzir. Em síntese, e de uma forma que nos parece sugestiva, representamo-lo agora no esquema da fig. 1, o qual foi deduzido de uma curva do Eng.^o Sidónio Paes⁷.

Ai se vêem, a par da demarcação de extremos devidos ao carácter aleatório já reconhecido, o que se afigura ser a evolução razoavelmente mais provável das necessidades energéticas e das possibilidades da sua satisfação por meio

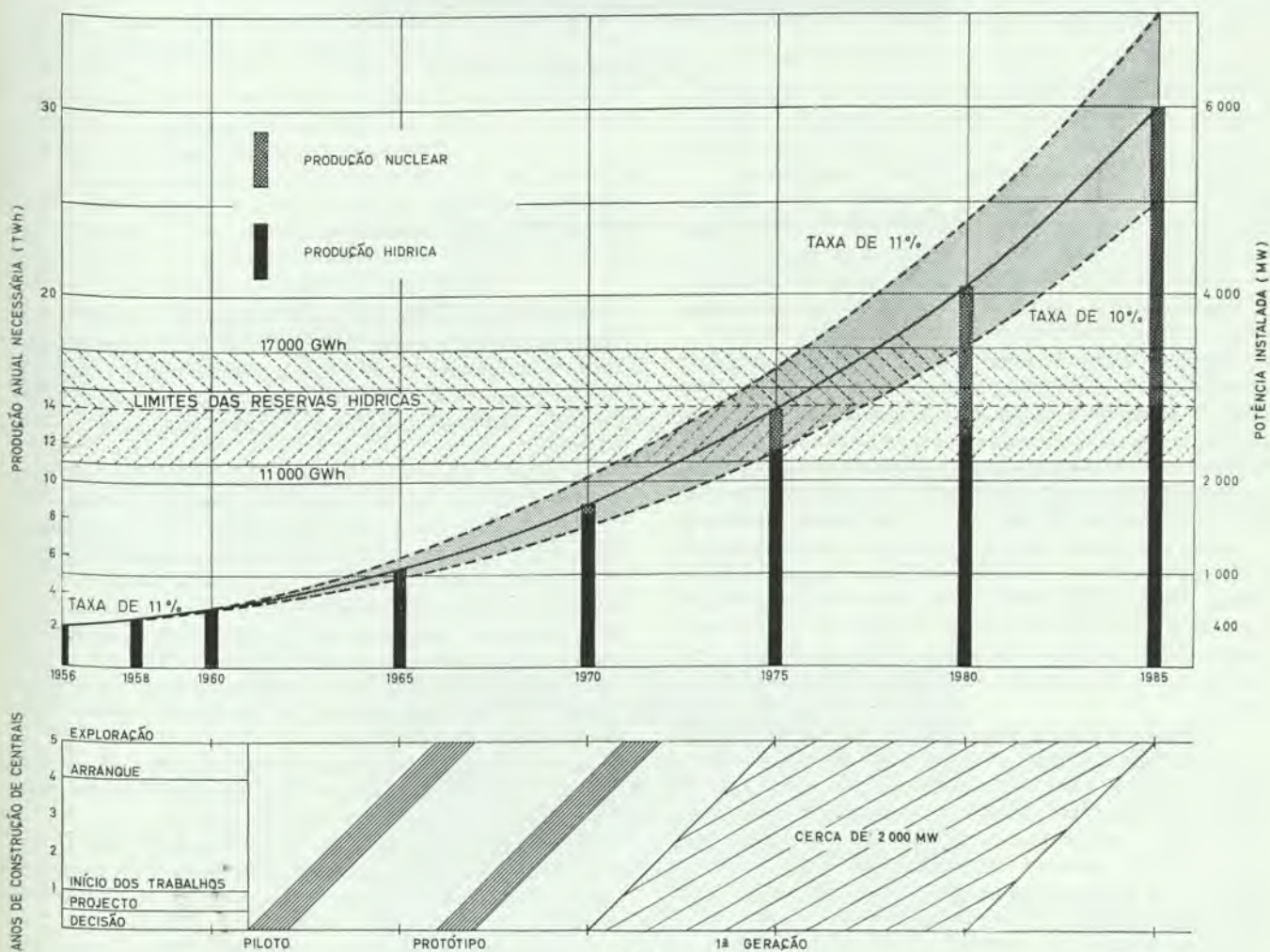


Fig. 1

Mesmo tendo desde já a certeza de ser assim, seria razoável, em relação ao programa — hipótese de trabalho — que apresentámos, começar por diferir a data do seu início, isto é, da instalação de uma central piloto? Parece que não, pois de nada serve perder tempo e muito mais se ganharia usando aquele inesperado incremento numa consolidação dos ensinamentos colhidos com a exploração da central piloto, bem como com o projecto, a construção, a montagem e a condução da central protótipo...

De qualquer forma, consideramos, tendo em conta o carácter probabilístico do problema, inseparável da sua

de centrais nucleares, com a implicação simultânea de um critério de integração baseado num programa mínimo de realizações nucleares.

ARMANDO GIBERT
Doutor em Física (ETH, Zürich)

⁶ O limite inferior destina-se a tomar em consideração previsões menos optimistas — e não menos ponderadas. Veja-se em particular, o estudo do Eng.^o Soares David, *ELECTRICIDADE*, 8, 334, 1958.

⁷ SIDÓNIO PAES, UNIPEDE, Congresso de Lausana, 1958



O Palácio das Nações, em Genebra — (die atom wirtschaft n.º 8/9, Ag., Set. 1958)

FERNANDO SOARES DAVID

IMPRESSÕES SOBRE A CONFERÊNCIA DE GENEBRA

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Realizou-se em Genebra, de 1 a 13 de Setembro de 1958, a «II Conferência Internacional sobre as Utilizações Pacíficas da Energia Atómica», promovida pela ONU, a qual despertou em todo o mundo o maior interesse.

Mais de 5 000 delegados e observadores de 69 países participaram na Conferência, tendo sido apresentados cerca de 2 500 trabalhos, 650 dos quais foram expostos oralmente.

Além das sessões técnicas, repartidas por cinco secções, onde os trabalhos eram apresentados e discutidos, a Conferência compreendia ainda: duas importantes exposições, uma científica e outra comercial, reuniões de carácter informativo sobre assuntos restritos, exibição de filmes, conferências sobre temas gerais (realizadas à noite), visitas ao CERN.

A opinião, bastante generalizada, da excessiva extensão da Conferência encontrou o seu eco no discurso de encerramento proferido pelo Prof. Francis Perrin, Presidente da Conferência, em que se sugeriu o fraccionamento das conferências sobre energia nuclear a promover futuramente pela ONU, aliás de interesse indiscutível, de modo a evitar a dispersão de assuntos verificada nesta última, com as inevitáveis consequências do ponto de vista de organização e, em última análise, de rendimento.

Como é natural, esta segunda Conferência não decorreu no ambiente de ansiosa expectativa que presidira à de 1955, onde as grandes nações trocaram informações capitais sobre numerosos aspectos científicos e técnicos da fissão controlada, mantidos até então em rigoroso segredo, e as pequenas nações puderam fazer uma primeira ideia do estudo do problema.

Durante os três anos que medearam entre as duas conferências, foi considerável o progresso realizado. Quase todos os resultados obtidos na via da fissão, porém, foram entretanto publicados em livros e revistas da especialidade e, por isso, não havia muito mais a esperar da Conferência, nesse domínio, do que uma recapitulação exaustiva daqueles resultados, à mistura de contribuições originais de carácter necessariamente restrito. Foi o que efectivamente se verificou.

É de lamentar que se tenha malogrado a tentativa da França no sentido de ser quebrado o segredo internacional sobre as instalações de difusão para concentração isotópica, um dos poucos assuntos ainda «classificados»¹ no domínio da fissão controlada, dado o seu duplo interesse comercial e militar.

O aspecto sensacional da Conferência foi, sem dúvida, a desclassificação dos resultados fundamentais obtidos em todo o mundo sobre a fusão controlada, nos seus aspectos teóricos e experimentais. Diga-se desde já que, mais uma vez, se patenteou neste domínio um notável paralelismo entre os resultados obtidos independentemente pelos cientistas dos diferentes países, nomeadamente da Grã-Bretanha, dos EUA e da URSS, a atestar a universalidade da Ciência e o seu valor como plataforma de entendimento entre os povos.

Lembram-nos três observações de carácter muito geral à organização da Conferência.

Em primeiro lugar, julgamos que uma boa parte das comunicações não tinha lugar numa conferência deste tipo, e que muitas pecavam por falta de concisão.

Em segundo lugar, sentimos a necessidade de exposições de síntese ao longo da Conferência. A palestra de Sir John Cockcroft, realizada na noite do penúltimo dia, é um exemplo luminoso desse género de sínteses.

Finalmente, achamos que a discussão que se seguia à apresentação oral dos trabalhos seleccionados para esse efeito, foi, na maior parte dos casos, de utilidade muito reduzida, em consequência do pouco tempo que lhe era destinado. É certo que as trocas de impressões individuais devem ter superado em grande parte esta deficiência, mas é também manifesto que esse tipo de esclarecimento não pode constituir a regra geral em conferências da amplitude desta. «As conversas de corredor», com o consequente estabelecimento de relações entre especialistas dos mesmos assuntos mas trabalhando por vezes a muitos milhares de

¹ Adoptaremos, por comodidade, o neologismo, aliás já mais ou menos consagrado, «classificar» e respectivos derivados, no sentido em que hoje se emprega correntemente em inglês o termo «to classify», isto é, «manter secreto».

quilómetros, constituem, como todos sabem, um dos grandes méritos das conferências e congressos internacionais. Mas numa reunião do tipo desta de Genebra, dada a generalidade de alguns dos temas abordados e a heterogeneidade de formação dos participantes, impunha-se que todos pudessem assistir a um largo debate de alguns problemas fundamentais.

2. REACTORES. PRODUÇÃO DE ENERGIA

2.1. Aspectos económicos e programas nacionais

Foi deveras notável a experiência adquirida em matéria de reactores durante os três anos que decorreram entre as duas Conferências.

Enquanto na Conferência de 1955 apenas foi referida a experiência obtida em três reactores de potência, tendo sido descritos 23 outros, apenas projectados, em 1958 descreveram-se 24 reactores de potência em exploração e 46 projectados ou em construção. O número de reactores de pesquisa conhecidos, actualmente em serviço em todo o mundo, é já superior a 80.

A exploração de grandes centrais nucleares conta já com a experiência de Calder Hall (na Inglaterra), Shippingport (nos E. U. da América), Marcoule (na França) e Sibéria (na URSS) cujo primeiro grupo de 100 MW (e)* foi posto em serviço durante a Conferência de Genebra.

Do ponto de vista técnico, estas centrais têm-se comportado de forma inteiramente satisfatória.

A maior parte das avarias registadas tem tido a sua origem na parte clássica do equipamento.

O número de acidentes verificados em elementos de combustível — aliás de consequências sempre muito restritas e sem qualquer gravidade — foi notavelmente baixo (3 ou 4 por ano em 10 000 elementos em serviço).

Como é do conhecimento geral, e ficou amplamente confirmado na Conferência, essa preciosa experiência adquirida no plano tecnológico não teve os reflexos que seria de esperar no esclarecimento dos aspectos económicos da energia nuclear.

Com efeito, a experiência baseada nos grandes reactores mencionados não pode ser directamente utilizada para tirar conclusões de natureza económica, uma vez que nenhum desses reactores foi especificamente projectado para produzir energia.

Há, contudo, muitas indicações parciais do maior interesse do ponto de vista económico que podem ser extraídas dessa experiência.

Assim, verificou-se serem correctas as estimativas feitas quanto a encargos de manutenção e custo do combustível.

Permanece, por outro lado, uma incógnita que compromete todas as estimativas: a máxima utilização (burn-up) que se pode atribuir a um dado combustível.

Duma maneira geral todos admitem como perfeitamente possível uma utilização de 3 000 MWd/T para o urânio natural, mas a verdade é que os máximos valores verificados até hoje foram apenas de 1 300 MWd/T em algumas centenas de elementos dum dos reactores de Calder Hall. Em trabalhos de origem americana admitem-se utilizações de



Calder Hall — Vista Geral — (Journal of Nuclear Energy, Set. 1958)

combustível sob a forma de óxidos até 10 000 MWd/T e foram referidos ensaios de irradiação com pequenas amostras até 25 000 MWd/T.

A experiência à escala natural, porém, é ainda muito reduzida neste capítulo e o próprio valor, correntemente admitido, de 3 000 MWd/T não pode ser aceite sem reservas.

Em relação às estimativas de 1955 sobre o custo provável da energia eléctrica de origem nuclear, as alterações são muito pouco substanciais.

Segundo afirmam os peritos económicos ingleses (nomeadamente J. A. Jukes) as principais diferenças entre as estimativas actuais e as de 1955 resultam da alteração dos encargos de capital admitidos, isto é, dum fenómeno puramente financeiro...

No entanto, a opinião geral é de que há uma tendência para o custo da energia nuclear descer, ao mesmo tempo que a energia produzida nas centrais clássicas tende a subir.

(*) Indicamos em MW (e), como é usual, a potência eléctrica da instalação, isto é, a potência dos alternadores



Shippingport: a central nuclear americana com reactor de água sob pressão — (Nuclear Engineering, Junho 1958)

As pilhas G2 e G3 de Marcoule, vistas em 16/IX/57 — (Bulletin d'Inf. Scient. et Techniques, 20, Ag. 1958)



Assim, prevê-se que, por alturas de 1965, as centrais nucleares possam já competir com as centrais clássicas, em muitos países e para funcionamento em base de diagrama.

O custo previsto do kW instalado nas centrais inglesas projectadas é ainda mais de duas vezes o duma central térmica clássica, mas espera-se que sofrerá uma redução da ordem dos 20% por alturas de 1962 com o aumento da potência instalada por central de 300 para 500 MW, prevendo-se ainda uma ulterior redução de cerca de 10%.

Os encargos de combustível indicados variam de 3 a 9 centavos por kWh, enquanto numa central clássica o encargo correspondente é cerca de 3 vezes mais elevado.

A estimativa mais optimista feita até hoje na Inglaterra é a que se refere à central de Hinkley Point, de 500 MW(e), a completar em 1962. O preço previsto para a energia produzida nesta central é de cerca de \$22 por kWh, para um factor de carga de 75%.

À medida que, numa dada rede, aumentar a percentagem da potência total atribuída às centrais nucleares, os diagramas a cumprir por estas centrais terão factores de carga sucessivamente mais baixos.

Espera-se que o agravamento de custo da energia daí resultante possa ser compensado com o progresso da tecnologia dos reactores.

Ainda no que se refere a preços de energia nuclear, é particularmente elucidativo o trabalho relativo ao projecto denominado SENN para uma central a instalar na Itália, em que os fornecedores consultados referem custos de energia que vão desde 30 a 50 centavos por kWh para um factor de carga de 80% e 14% de encargos de capital.

Várias comunicações apresentadas à Conferência salientaram o interesse económico da exploração conjugada de centrais nucleares e aproveitamentos hidroeléctricos com bombagem, o que asseguraria às primeiras uma elevada utilização da potência, com produção de energia para bombear nos vazios do diagrama, reservando-se as hidroeléctricas para satisfação das pontas dos diagramas.

Duas outras alternativas para melhorar a utilização dos reactores foram referidas: o seu funcionamento no regime duplo de produção de energia eléctrica e de aquecimento ou a utilização de grandes termo-acumuladores constituídos por depósitos de água escavados na rocha, que funcionariam como volante de energia.

A equiparação económica entre a energia produzida nas centrais nucleares e nas centrais clássicas é, na generalidade dos casos, o factor determinante dos programas nucleares dos diversos países.

2.2. Recursos em combustíveis nucleares

A estimativa actual das reservas de minério de urânio de boa qualidade dos jazigos da África do Sul, Canadá, Estados Unidos, França, Austrália, Congo-Belga e Portugal, corresponde a cerca de 1 500 000 toneladas de óxido de urânio (U_3O_8), cujo preço médio de venda se pode fixar em cerca de 600\$500 por quilograma.

Os elementos geológicos actualmente disponíveis permitem prever a existência nos mesmos países de mais 2 milhões de toneladas de minério ainda de boa qualidade.

A produção dos mesmos países prevista para 1959 é de 42 000 toneladas de óxido, devendo recordar-se que em 1955 a produção anual era de 11 500 toneladas apenas.

Admitindo que as reservas dos restantes países, nomeadamente U.R.S.S. e China, são da mesma ordem, podem avaliar-se em 10 milhões de toneladas de óxido de urânio as reservas mundiais em minérios de boa qualidade.

As reservas de urânio em minérios de qualidade inferior, correspondendo a preços muito superiores do combustível concentrado, são praticamente ilimitadas.

As reservas mundiais de tório estão avaliadas em cerca de metade das de urânio, supondo-se que pelo menos 500 000 toneladas de óxido de tório poderão ser obtidas em boas condições económicas dos jazigos da Índia, Canadá, Brasil, África do Sul, Austrália, E.U.A e Madagascar.

2.3. Tipos de reactores

Reactores refrigerados a gás

Como é sabido, a Grã-Bretanha tem dedicado o melhor do seu esforço ao estudo e aperfeiçoamento dos reactores refrigerados a gás e moderados a grafite.

As quatro centrais em construção — Bradwell (300 MW (e)), Berkley (275 MW (e)), Hunterston (320 MW (e)), e Hinkley Point (500 MW (e)) — são todas do tipo Calder Hall, isto é, cada uma equipada com dois reactores de urânio natural — grafite, refrigerados a anidrido carbónico. Várias alterações foram contudo introduzidas relativamente a Calder Hall, com vista a melhorar as condições de funcionamento: aumento de 2 para 3 polegadas da espessura do aço das blindagens, modificações dos elementos de combustível, dispositivos de carga e descarga em serviço, etc.



A Central Nuclear de Berkeley numa fase da sua construção — (Nuclear Power, Set. 1958)

Com vista a ultteriores realizações, têm sido cuidadosamente estudadas na Inglaterra duas variantes dos reactores tipo Calder, a saber:

- a) o chamado reactor refrigerado a gás melhorado («advanced gas-cooled») em que o combustível será o óxido de urânio ligeiramente enriquecido;
- b) o reactor de alta temperatura, utilizando combustível cerâmico e fazendo a conversão do tório em urânio 233.

A França continua também a apoiar neste tipo de reactores os seus planos a curto prazo de centrais nucleares. Das inovações introduzidas em Marcoule, são bem conhecidos o sistema de carga e descarga de combustível e a utilização de betão pré-esforçado no recipiente sob pressão. Na Central de Chinon, em construção, merece especial referência a nova concepção dos permutadores de calor.

Reactores de água sob pressão

O estudo destes reactores tem merecido o maior interesse nos E.U.A e U.R.S.S.



O quebra-gelos de propulsão nuclear «Lenin» — (Nuclear Power, 31, Nov. 1958)

Os baixos valores de temperatura e pressão que se conseguem neste tipo de reactores, com as inevitáveis consequências dos pontos de vista de rendimento e das dimensões das turbinas, constituem a principal dificuldade da sua aplicação em centrais de grande potência. O sobreaquecimento do vapor é um processo de obstar a tais inconvenientes.

As principais realizações nos EUA são a central de Shippingport e os reactores dos submarinos Nautilus e Skate. A central de 134 MW (e) em construção pela Westinghouse para o grupo Yankee segue de perto a experiência de Shippingport. A Consolidated Edison, associada à Babcock & Wilcox, está a construir uma central em Indian Point com reactor de água sob pressão, com conversão de tório, cuja potência é de 275 MW (e), dos quais 163 MW são nucleares e 112 MW provêm do sobreaquecimento a óleo.

O primeiro barco mercante nuclear — Savannah — é também equipado com um reactor de água sob pressão.

A URSS continua a trabalhar neste tipo de reactor, que foi aplicado ao quebra-gelos Lenin, equipado com três unidades de 90 MW térmicos cada uma.

São ainda de água sob pressão os reactores da nova central — Sibéria — de 600 MW (e), o primeiro dos quais, de 100 MW (e), entrou já em serviço, e os dois reactores da central de Voronezh, de 420 MW (e), em construção.

Foi ainda descrita pelos russos uma interessante modificação deste tipo de reactores ensaiada na central de 5 MW da Academia de Ciências, que consiste em utilizar uma parte dos canais para sobreaquecimento do vapor em regime de ebulição.

O Canadá apresentou a descrição do reactor NPD-2 de 20 MW (e) em que se utiliza como moderador e refrigerante a água pesada sob pressão.

Reactores de água em ebulição

Merecem especial referência as experiências americanas com os reactores Borax I, II, III e IV e com o EBWR — todos de ciclo directo.

A General Electric, depois da sua experiência com a central de 5 MW (e) em Vallecitos, lançou-se na construção da central de Dresden, da Commonwealth Edison Co, de 180 MW (e), de cujo funcionamento se espera obter preciosos ensinamentos especialmente no que se refere à estabilidade deste tipo de reactores.

Reactores rápidos

A URSS tem em serviço ou em construção cinco reactores rápidos de pequena potência utilizando vários tipos de refrigerantes, nomeadamente o mercúrio e o sódio líquido.

A referência a dois projectos de centrais de 50 MW (e) e 250 MW (e), equipadas com reactores rápidos, parece significar que também a URSS reconhece o interesse industrial deste tipo de reactores.

Dos reactores rápidos americanos, mereceram especiais referências os quatro projectos da Comissão de Energia Atómica — o reactor de Argonne, já em serviço, e os reactores em construção, a saber: o EBR-II, um reactor de ensaios com reciclagem do plutónio, e o LMFRE-I.

Próximo de Detroit encontra-se em construção pela «Power Reactor Development Co.» e pela «Detroit Edison» a central Enrico Fermi, de 100 MW (e), equipada com um conversor rápido.

O reactor rápido inglês de 15 MW (e) de Dounreay foi também pormenorizadamente descrito, prevendo-se a sua entrada em serviço para meados de 1959. A experiência americana com o EBR-I levou a introduzir alterações de certa importância na concepção inicial deste reactor inglês.

Outros tipos de reactores

Além dos reactores rápidos já referidos, merecem referência os reactores americanos refrigerados a sódio de neutrões intermediários (como o reactor do submarino Seawolf) e de neutrões térmicos (p. ex., SGR e SRE).

A tecnologia do bismuto como refrigerante encontra-se sensivelmente atrasada relativamente à do sódio.

Dos reactores homogêneos em ensaio nos E.U.A., o HRE-2, de sulfato de urânio, encontra-se presentemente em funcionamento normal e os trabalhos no LAPRE-2 continuam, orientados pela experiência do seu antecessor LAPRE-1, que foi abandonado. O problema da estabilidade do combustível fluído parece estar ainda longe duma solução satisfatória.

Entre os reactores de moderador orgânico, salientam-se o OMRE, em serviço há menos de um ano nos E.U.A. com comportamento satisfatório, e o projecto canadiano dum reactor de refrigerante orgânico e moderado a água pesada. A experiência já adquirida, revelou a facilidade de operação deste tipo de reactores e permitiu ainda ter uma ideia do encargo de renovação do moderador.

2.4. Ciclos de combustível

Verifica-se uma tendência geral para o uso do óxido de urânio como combustível, o que implica um certo grau de enriquecimento, da ordem dos 3% no caso do moderador



O reactor com moderador orgânico (OMRE), perto de Idaho Falls, U. S. A. — (Atomic International)

ser a água ordinária e de 1% se o moderador é a grafite. O enriquecimento da carga inicial de combustível tanto pode ser obtido com urânio 235 como com o plutónio produzido noutros reactores. Seguidamente, o reprocessamento do combustível do próprio reactor pode fornecer o plutónio necessário para as cargas de manutenção. Foram, porém, postas reservas quanto ao interesse económico do reprocessamento para reactores de água ordinária e urânio fracamente enriquecido.

Os reactores rápidos, com factor de conversão positivo para o plutónio, constituem uma solução com boas perspectivas. A utilização deste ciclo, manifestamente dependente da evolução da tecnologia dos conversores rápidos, tem o maior interesse, a longo prazo, do ponto de vista da economia de urânio.

O ciclo tório-urânio 233 tem o conhecido inconveniente de exigir apreciáveis quantidades de urânio 235 ou plutónio para o arranque. Desde que haja, porém, abundância de tório, como subproduto da exploração de urânio, este ciclo pode ter interesse económico. Já referimos a central americana de Indian Point em que ele vai ser pela primeira vez utilizado a uma escala industrial.

2.5. Materiais para a indústria nuclear

Embora a tecnologia dos combustíveis metálicos tenha continuado a progredir, impulsionada fundamentalmente

pelas necessidades imediatas dos ingleses, tem-se dedicado particular atenção ao fabrico de elementos de combustível de óxido de urânio (UO_2) e aos combustíveis cerâmicos.

Os materiais de revestimento mereceram também particular atenção. Além do magnésio, zircónio, aço inoxidável e nióbio, o berílio foi referido em várias comunicações como um material de muito interesse para revestimento de elementos de combustível, parecendo estar-se no caminho de vencer o seu principal inconveniente para este fim, isto é, a sua baixa ductilidade.

Quanto aos moderadores, foram referidos muitos resultados de interesse relativamente à água pesada, berílio e grafite. Mereceram particular atenção os fenómenos relativos ao comportamento da grafite sob o efeito das radiações e em especial o da libertação da energia armazenada neste material («Wigner release») quando irradiado.

Numerosos problemas de compatibilidade entre materiais foram minuciosamente tratados.

(Continua)

FERNANDO SOARES DAVID

Engenheiro Electrotécnico (U. P.)

HIDRO ELÉCTRICA DO CAVADO

EMMANUEL MICHEZ

O DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA NUCLEAR NA BÉLGICA

«Know how»

Numa conferência, em 1955, Herman Robillart Administrador-delegado da «Union Minière du Haut Katanga» lembrou que:

«A Bélgica forneceu desde 1943 quantidades muito importantes de urânio aos Aliados e talvez seja graças a estes fornecimentos que uma nova guerra foi evitada e que o «Mundo Livre» ficou livre.

«É preciso lembrar que estes factos não foram esquecidos pelos Estados Unidos da América e é de desejar que também na Europa se lembrem deles.

«A Bélgica está incluída nos maiores produtores mundiais de urânio e fornece o precioso mineral aos E. U. A. e à Grã-Bretanha, desde há já cerca de 15 anos, tornando, assim, possível o desenvolvimento da tecnologia nuclear que conhecemos actualmente.»

A Bélgica concluiu em 15 de Julho de 1955 um acordo bilateral com os E. U. A. Este acordo abre à Bélgica a via que tornará possível o kWh nuclear.

Foi este motivo que levou o país a desenvolver, apesar dos seus fracos recursos, o mais depressa possível, as aplicações da energia nuclear.

Os diversos organismos belgas que tratam actualmente da energia nuclear são:

NO PLANO DO ESTADO:

O *Comissariado da Energia Atómica* que foi criado em 1950, e tem por fim:

- acompanhar as pesquisas e realizações em matéria nuclear na Bélgica e no estrangeiro;

- assegurar a coordenação de todas as actividades relativas à energia nuclear e promover as iniciativas próprias favorecendo o desenvolvimento das aplicações nucleares na Bélgica.

A *Comissão para o Estudo da Utilização Pacífica*, que foi constituída em 1956, é consultiva do Ministro dos Negócios Económicos.

NO PLANO UNIVERSITÁRIO:

O *Instituto Inter-Universitário da Ciência Nuclear* tem por missão suscitar, promover e coordenar os estudos e pesquisas das ciências nucleares nas Universidades.

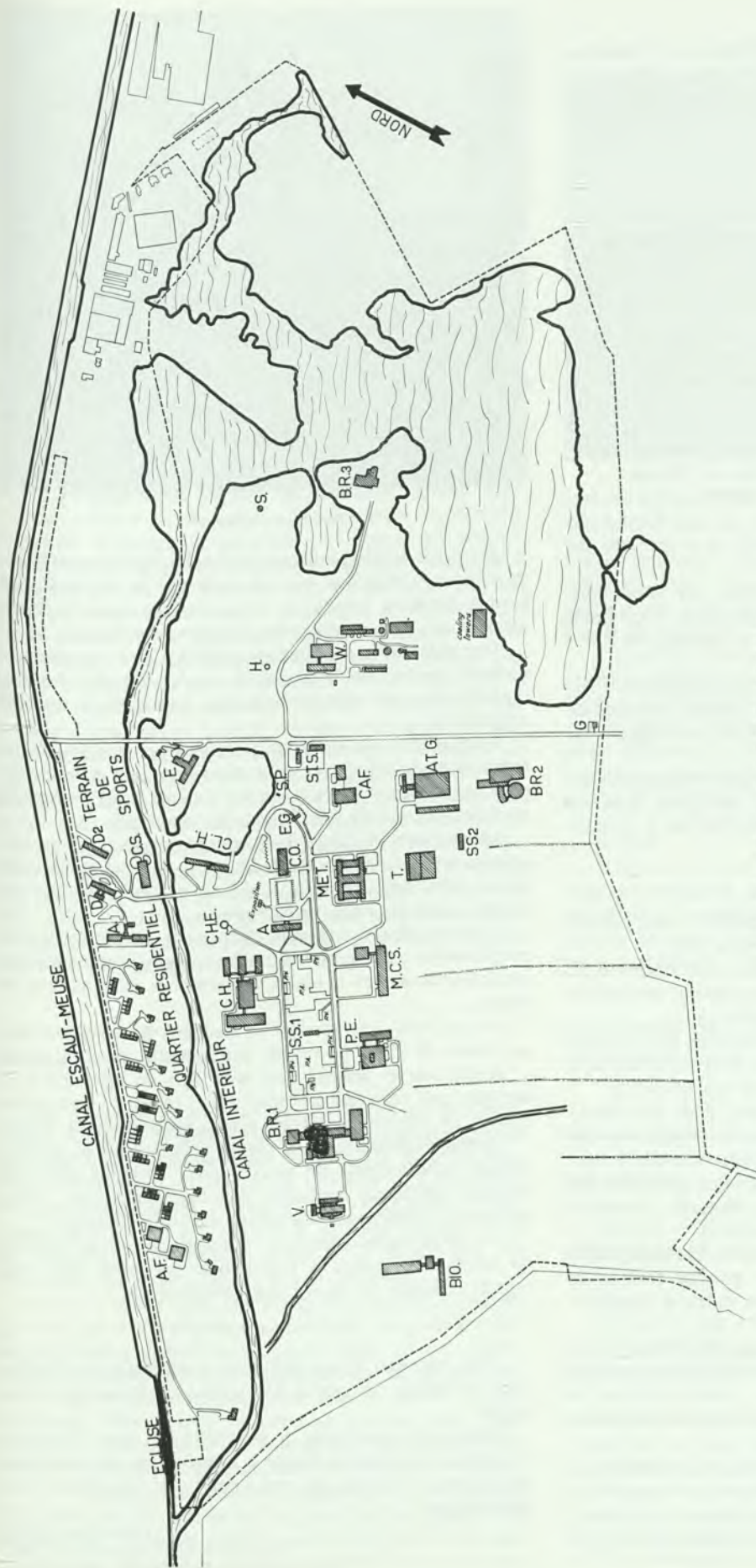
Já existiam, em 1955, em cinco Escolas Politécnicas de grau universitário, e na Escola Militar que forma oficiais de engenharia:

- cinco geradores Cockcroft-Walton e tubos aceleradores (energia fornecida 1,2 MeV às partículas aceleradas: prótons e deutões)
- dois geradores Van de Graaff sob pressão e tubos aceleradores (energia fornecida 2 MeV)
- um ciclotrão de 13,35 MeV.

NO PLANO INDUSTRIAL:

Foram constituídos em 1954, como Sindicatos Industriais: o *Sindicato de Estudo da Energia Nuclear* (SEEN) e o *Sindicato de Estudo de Centrais Atómicas* (SYCA).

Estes agrupam, por um lado, as sociedades privadas de construção do material destinado às aplicações de energia nuclear e, por outro lado, as sociedades de produção de electricidade interessadas na exploração de centrais atómicas.



QUARTIER RESIDENTIEL

A. F. : Appartements Familiaux	V. : Ventilation	CAF. : Cafeteria	CL. H. : Club-House	H. : Heliport
A. : Appartements	B. R. 1 : Reacteur N.° 1	BIO. : Biologie (à implanter)	E. : École Primaire	P. V. : Parking Vélos
D. : Dormitory 1-2	T. : Technologie	E. G. : Entrée Générale	ST. S. : Station Service	P. A. : Parking Autos
C. S. : Club de Sports	P. E. : Physique Electronique	CO. : Salle de Conférence	S. : Survey-Meters	
☛ : Vila D	M. C. S. : Medical Controle Site	A. : Administration	W. : Waste	
☛ : Vila A et B	M. E. T. : Métallurgie	SS1 et 2 : Sous-Station 1 et 2	G. : Maison Gardien Chef	
☛ : 4 Maisons Groupées	B. R. 2 : Reacteur N.° 2	CH. : Chimie	B. R. 3 : Reacteur N.° 3	----- Limite C. E. N.
☛ : Garages	AT. G. : Ateliers Généraux	CH. E. : Château d'eau	S. P. : Station de Pompage	----- Coupe-Feu

SEGUROS:

As Companhias de Seguros constituíram um *Sindicato Belga de Seguros e de Resseguros dos Riscos Nucleares*.

Este sindicato facilita o seguro dos riscos que podem advir aos reactores e às instituições especializadas na utilização de materiais cindíveis.

REALIZAÇÕES:

Em 1956, foi constituída uma sociedade chamada *Electronuclear* que tinha por fim construir a primeira central nuclear piloto na Bélgica, com todas as instalações anexas e laboratórios adjuntos à Central.

Esta última, de 11 000 kW, produzindo energia eléctrica a 10 kV, será constituída por um reactor de construção «Westinghouse Electric International Cy»; do tipo a água sob pressão, utilizando como combustível o óxido de urânio de fraco enriquecimento.

Esta central será um verdadeiro banco de ensaio em escala industrial e trabalhará em paralelo com a rede de alimentação que cobre a superfície total da Bélgica.

Foi, em primeiro lugar, projectada para ser posta em serviço durante a Exposição de Bruxelas. A sua localização perto duma grande cidade foi criticada e o projecto foi abandonado.

Esta central encontra-se actualmente em construção em Mol e recebe o nome de BR2, fazendo parte do conjunto das instalações do *Centro de Estudos para Aplicação de Energia Nuclear*, designado por CEN.

Este Centro foi criado em 1951 e o local escolhido foi nos arredores de Mol, na região de Campine, próximo da província do Limburg (onde se encontram em exploração as mais recentes minas de carvão).

Um terreno de 190 ha, situado a alguns quilómetros ao norte de Mol, apresenta numerosas vantagens técnicas.

O sítio é particularmente pitoresco, devido a grandes extensões de água e de pinhais.

Reactor BR1

No CEN o primeiro reactor construído e em serviço desde maio de 1956 designa-se por reactor BR1.

A escolha do tipo de reactor a realizar em primeiro lugar foi ditada por considerações técnicas e práticas, resultantes dos fins a atingir e dos materiais disponíveis.

O aprvisionamento em urânio era bastante fácil, devido aos acordos existentes, e a grafite era fácil de obter num prazo curto, quer em quantidade, quer em qualidade.

O reactor com a designação de BR1, é do tipo Bepo (inglês) ou X 10 (americano). Apresenta espaços experimentais muito extensos e é muito estável; tem, por consequência, as características necessárias para uma grande variedade de tipos de experiências, das quais depende a excelente formação de pessoal.

O reactor BR1 é de urânio natural moderado com grafite e arrefecido por ar que circula a uma pressão vizinha da pressão atmosférica; a potência térmica máxima desenvolvida pelo reactor é de 5 000 kW.

O fluxo de neutrões, principalmente de neutrões de baixa energia, é da ordem de $2 \text{ a } 3 \times 10^{12}$ neutrões por cm^2 e por segundo.

O BR1 é constituído por um maciço de grafite de forma aproximadamente cúbica, de cerca de 6,80 m de lado: 824 canais são perfurados de lado a lado, paralelamente à mesma direcção, de molde a constituir uma rede cujo passo é de 18 cm. Numa parte destes canais são dispostas as barras de urânio, sendo os restantes canais deixados livres para experiências.



Aspecto do reactor BR1

O reactor é, principalmente, utilizado para as experiências de cisão dos neutrões, para a produção de radioisótopos, para a medicina e todas as aplicações chamadas pacíficas, assim como para as radiações de todos os géneros.

Os materiais e os fluidos utilizados nos reactores de potência podem sofrer alteração ou deterioração das suas propriedades em consequência das radiações a que são submetidos.

Estes efeitos são acumulados, quer dizer que um factor importante no estudo de comportamento dos diversos elementos componentes dum reactor é o produto do fluxo de neutrões do reactor pelo tempo de exposição.

Os reactores de potência funcionam a um fluxo de neutrões elevado e, por outro lado, os materiais que o constituem são submetidos aos efeitos de radiação durante grande período, anos provavelmente.

Um dos fins do reactor de pesquisa é de determinar precisamente o comportamento dos componentes do reactor, particularmente sob o efeito de radiações num mínimo de tempo.

O CEN pôs em serviço o reactor de pesquisa BR1, em Maio de 1956. Como ele é destinado, principalmente, a familiarizar o pessoal com este tipo de aparelho e as técnicas que com ele se relacionam, todas as instalações anexas se encontravam em acabamento naquela época.

Todos os laboratórios a prever para utilizar as possibilidades experimentais do reactor serão especializados nos diversos problemas nucleares: química, metalurgia, física, electrónica, tecnologias especiais, medicina, biologia.

As construções existentes ocupam menos de metade do terreno disponível e repartem-se em volta dum anel central indicado na planta que inserimos.

* * *

Num próximo artigo será dada a descrição das instalações completas do CEN e dos outros reactores em construção.

Desejamos mencionar a possibilidade que é facultada aos novos engenheiros belgas e estrangeiros de estagiarem nas diversas secções do CEN, conforme programa bem determinado.

EMMANUEL MICHEZ
Engenheiro Electrotécnico (A. I. Br.)
COMPANHIAS REUNIDAS GÁS E ELECTRICIDADE

O QUE SE PEDE À ENERGIA ATÓMICA

por Sir CHRISTOPHER HINTON, *Presidente da Central Electricity Generating Board* [N. P. Set. 1958]

O consumo de energia eléctrica neste país duplica todos os dez ou doze anos... Visto que os combustíveis nucleares devem suprir quase toda a diferença resultante de um consumo eléctrico aumentando rapidamente e de um nível de produção de carvão virtualmente constante, é evidente que o programa nuclear deverá expandir-se rapidamente a partir de 1965. A expansão *inteligente* de qualquer nova tecnologia dá-se sempre em forma exponencial; seria *não inteligente* — ainda que fosse possível — pretender um programa nuclear que só pusesse em serviço os reactores nucleares, pela primeira vez, em 1965, quando as deficiências do carvão fossem óbvias, programa que, a partir daquela data, deveria construí-los ao ritmo rápido exigido pela crescente insuficiência do carvão. O programa *inteligente* será aquele que prepara gradualmente o ritmo da construção requerido em meados da década que começa em 1960 e é principalmente por esta razão que temos entre mãos a construção de reactores nucleares para a Central Electricity Generating Board. *Não se deve imaginar* que os reactores agora em construção são mais económicos do que as centrais convencionais que se podem construir presentemente, mesmo quando se lhes concede o benefício de trabalharem unicamente para a base do diagrama de cargas. Com a experiência, os custos de capital e de exploração das centrais nucleares podem ser reduzidos, mas isto não poderia conseguir-se construindo apenas reactores experimentais; a investigação experimental e a aplicação industrial devem avançar de mãos dadas. *A indústria das centrais nucleares deve ser criada* de modo que possa satisfazer as exigências nacionais a partir de 1965, e este objectivo a longo prazo deve sempre ser recordado por aqueles que são responsáveis por todas as fases do ambicioso programa actual.

O CONCURSO DA SENN

Editorial [N. E. Nov. 1958]

Sem o aspecto dramático que era esperado, foi anunciado o nome do adjudicatário do concurso do projecto da ENSI, que será conduzido pela SENN. Foi a General Electric Co., americana. A central de 150 MW será construída em Punta Fiume sobre o estuário do rio Garigliano. O arranque deve dar-se em 1962/63 e o custo será de cerca de 1 800 000 contos (isto é, cerca de 12 contos por kW instalado — custo sem dúvida muito elevado)...

Entre as razões que motivaram esta escolha, *uma das principais foi a alta proporção do trabalho que pode ser feito por empresas italianas* para a construção de um reactor de água ebuliente (BWR). O presidente da IRI (a que pertence o grupo SENN) declarou que com o acordo da GE, se fizeram dois outros importantes acordos que dizem respeito ao fornecimento de informação técnica completa sobre o trabalho do aço, incluindo o recipiente de pressão e a tubagem, bem como os elementos de combustível. O primeiro núcleo será fornecido pelos Estados Unidos mas os elementos de combustível de reserva já serão feitos pela firma italiana Ansaldo, a qual fabricará também um segundo



Maqueta da Central de Punta Fiume

núcleo completo. O aço para o recipiente de pressão e a tubagem serão fornecidos pela firma Finsider. *Ao todo prevê-se que a participação italiana será de 70% dos componentes da instalação.*

...O estudo das propostas pôs em evidência o facto de existirem apenas dois sistemas de reactores (o de água ebuliente — BWR — e o moderado a grafite, arrefecido a gás — tipo inglês) capazes de produzir energia nuclear a um preço económico. À falta de maior experiência operacional, a selecção dependerá das condições locais, técnica de vendas e factores políticos, *mas o mais importante entre estes será o valor dos contratos passados com as empresas do país comprador.*

Não menos importante é o facto do precedente que este projecto estabelece pelo que diz respeito ao financiamento pelo Banco Mundial constituir um meio de facilitar projectos futuros para os quais a elevação do capital inicial poderia ser um obstáculo à energia nuclear.

RECURSOS DE COMBUSTÍVEIS NUCLEARES

Relatório de Genebra [N. E. Out. 1958]

ESTADOS UNIDOS — Reservas de 80 milhões de toneladas de minério contendo cerca de 220 000 t de U_3O_8 . A produção actual é de cerca de 15 000 t de U_3O_8 por ano. Em 1960 será superior a 20 000 t.

CANADÁ — Reservas de 400 000 t de U_3O_8 . A produção passou de 6 700 t em 1957 para cerca de 14 000 t em 1958 (previsão).

FRANÇA — Reservas já conhecidas de 4 000 t de urânio. A produção em 1958 será de 550 t, prevendo-se 15 000 t em 1962. Em Madagascar avaliam-se em 6 a 8 000 t as reservas de tório. A produção actual é de 250 a 300 t por ano de nitrato de tório.

ÁFRICA DO SUL — Reservas superiores a 3 milhões de toneladas com uma produção actual de cerca de 6 000 t/ano.

CONGO BELGA — Reservas de alto teor mas apenas de 5 a 6 000 toneladas, consumidas à razão de 1 000 t/ano.

AUSTRÁLIA — Reservas conhecidas de 10 000 t com uma produção anual de 600 a 700 t.

SUÉCIA — Produz cerca de 10 t por ano mas vai aumentar a produção para 120 t/ano em 1964.

JAPÃO — Tem grandes reservas de teor muito baixo. A produção não atingirá mais de 50 a 60 t/ano antes de 1963, crescendo até um máximo de 200 t/ano em 1971.

ESPAÑA — Foram identificadas cerca de 1 milhão de toneladas de baixo teor. A instalação de Moncloa (perto de Madrid) já produz 10 t/ano de urânio metálico.

ÍNDIA — Reservas de 30 000 t de urânio e de 300 000 t de tório.

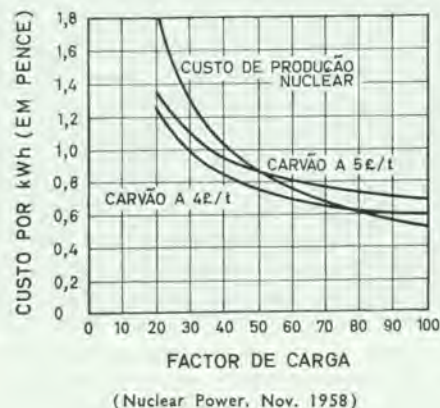
TORNANDO A ENERGIA NUCLEAR RENDÁVEL — IDEIAS CORRENTES EM ECONOMIA

por G. T. Shears, Nuclear Power, 541, Novembro, 1958 (Resumo das Comunicações de natureza económica apresentadas em Genebra).

...O programa do Reino Unido é a base da comunicação 1446 (Economic aspects of the UK nuclear power programme, por Duckworth e Jones) no qual se prevê um total de 5 000 a 6 000 MW instalados em 1966... Os autores dão definições financeiras e fazem uma comparação útil entre estimativas contemporâneas de centrais térmicas a carvão e nucleares, na base de um factor de carga de 75%, e, de dois preços de carvão, de 73 sh. (292\$00) e 93 sh. (372\$00) por tonelada (em PORTUGAL dificilmente poderíamos contar com um preço inferior a 500\$00 por tonelada*, o que se traduziria por uma equivalência de custo dos dois tipos de centrais — de acordo com o gráfico — já para um factor de carga de cerca de 40% apenas), e de duas taxas de juro (5 e 6%), obtendo os resultados resumidos no quadro 1. E, como uma central nuclear pode muito bem ser instalada longe de uma fonte barata de carvão é lícito comparar os

valores nucleares de 1962 com os das centrais térmicas usando o carvão mais caro...

Os autores discutem a integração de esquemas de bombagem com centrais nucleares e a sua justificação é resumidamente a seguinte. O custo do combustível nuclear por unidade produzida (s.o.) é de 0,13 a 0,19 pence (cerca de 6 centavos em média) e o esquema de bombagem pode reintroduzir na rede as unidades a um custo suplementar



de 0,2 a 0,3 pence (8 centavos) quando se estiver a consumir energia de centrais com combustível de custo elevado para ocorrer à satisfação das pontas do sistema. Avalia-se em £50/kW (4 contos/kW) o custo das instalações de bombagem...

A necessidade de completar a produção nuclear com reservas obtidas por bombagem é o assunto da comunicação

*Note-se que é preciso ter em conta não apenas o preço por tonelada mas, com igual importância, o valor calorífico do carvão. Assim o que se tem usado em PORTUGAL é geralmente de 4 000 cal/g ao passo que no Reino Unido é de 6 000 cal/g, na Alemanha de 7 000 cal/g, em França de 6 600 cal/g (l'Industrie de l'Electricité en Europe 1957-1975: Rapport de l'OECE — Avril 1958) e no Canadá chega a ser de 7 500 cal/g, a um preço de apenas \$9 por tonelada (Report AECL N.º 557).

EFICIÊNCIAS TERMODINÂMICAS DAS CENTRAIS NUCLEARES (*)

[«NUCLEONICS» Vol. 16 — N.º 6, Junho de 1958, pág. 65]

Tipo de Reactor	Características do vapor na turbina (throttle)		Produção do gerador (MW)	Rendimento térmico da turbina (+) 10 ³ Btu/kWh	Energia auxiliar (%)	Consumo total de calor na instalação 10 ³ Btu/kWh	Eficiência geral (%)
	Pressão (psi)	Temperatura (°F)					
EBR-2	1,265	850	111,7	9,2	10,5	10,3	33,1
LMFR	1,265	900	112,5	9,1	12,5	10,4	32,8
SGR	865	825	106,7	9,6	8	10,4	32,8
EBWR	600	486	92,1	11,1	5	11,7	29,2
HRE-2	600	486	92,1	11,1	6	11,8	28,9
PWR	600	486	92,1	11,1	9	12,2	28,0
OMR	430	550	89,8	11,4	11,5	12,9	26,4
Calder Hall	215(65)	600(372)	74,7	13,7	17	16,5	20,7

(*) Bases segundo as quais se ajustaram os parâmetros reais para esta comparação: potência térmica, 300 MW; três aquecedores a água; pressão do condensador, 1,5 pol.-Hg; turbina composta, de corrente tripla de 3 600 rotações por minuto.

(+) O rendimento térmico, proporcional ao recíproco da eficiência do ciclo de vapor, é o cociente do calor produzido no reactor pelo débito do turbogerador.

ção britânica 1445 (Economics of combined nuclear and pumped storage schemes, por Szwander). Discutem-se os aspectos económicos em pormenor e torna-se clara a sua vantagem para a produção normal de electricidade. O autor foca os seguintes pontos, em particular:

— A extensão de um sistema eléctrico ao qual uma central nuclear pode ser ligada economicamente, é diminuída se se adoptar um esquema de reservas por bombagem.

— Locais para criar reservas de água são mais fáceis de encontrar do que se tem pensado, desde que haja um estímulo para os procurar.

Na comunicação 1448 (Combined use of nuclear power and pumped-storage hydro stations, por Kay e Fulton) apresenta-se um estudo do efeito do factor de carga (Fig. 1) na comparação dos custos das centrais térmicas convencionais e nucleares.

A energia nuclear associada à energia térmica, num sistema em que predomina a energia hidro-eléctrica, é considerada na Comunicação Sueca 134 (Nuclear and conventional thermal power in a typical hydroelectric system, por Lind e outros). Segundo os autores é vantajoso explorar as centrais hidráulicas a um elevado factor de carga e isto significa utilizar outras fontes para as cargas de ponta e para os períodos de falta de água. As centrais nucleares, desde que sejam suficientemente flexíveis, podem desempenhar este papel.

UMA FIRMA BRITÂNICA REDUZ O PREÇO DA ÁGUA PESADA [N.P.Out.1958]

A comunicação pela firma Constructors - John Brown de que tinha descoberto um método de produzir água pesada ao preço de 600\$00 por lb despertou o maior interesse entre

os países que gostariam de produzir o seu próprio abastecimento. Até aqui, os Estados Unidos, vendendo a água pesada ao preço de 800\$00 por lb, baseado numa produção em larga escala, tinham tornado qualquer competição despida de interesse económico.

...O método CMB que utiliza a extracção de deutério do gás de síntese da amónia por permuta com amónia já era conhecido nos seus princípios gerais mas o laboratório de investigação daquela firma descobriu um novo caminho. A Companhia CMB propõe a construção de uma instalação produzindo 28 toneladas por ano, como sub-produto de uma fábrica de adubos azotados. O custo previsto da primeira instalação é de 6 400 contos por tonelada produzida por ano e os encargos de exploração são avaliados em cerca de 180 contos por tonelada e por ano. O preço dado para a água pesada resulta destas estimativas e de um encargo de 15% para amortização e dividendo ao capital. A capacidade indicada é a que se prevê em ligação com uma fábrica produzindo por ano cerca de 160 000 toneladas de gás de síntese.

A extracção do deutério do gás de síntese e a sua concentração até 23 vezes o teor natural consegue-se pelo processo de permuta amónia-hidrogénio. Obtém-se uma maior concentração destilando a amónia e o deutério é finalmente purificado destilando a água. O pessoal previsto é de 16 homens e a área para a instalação é de cerca 6 000 m² apenas.

NOTA — É esta uma notícia verdadeiramente sensacional mormente num momento em que de diversos lados (designadamente no Canadá) se vê despertar um interesse efectivo na utilização prática da água pesada como moderador incomparável. Para PORTUGAL, a confirmar-se a estimativa apresentada, isso representaria um valor apreciável e um elemento decisivo no condicionamento imediato das nossas futuras centrais nucleares.

NOTICIÁRIO DE TODO O MUNDO

GENERALIDADES

FORMAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TÉCNICOS

Deve ter aberto em Outubro, em Cherbourg (França) uma escola de aplicação de energia atómica destinada a formar oficiais especializados para navios com propulsão nuclear.

(e. n. Set. 1958).

PROBLEMAS ECONÓMICOS

A I. A. E. A. pôs a concurso o fornecimento de 3 000 kg de urânio metálico de pureza nuclear (a pedido do Governo japonês). Foram consultados os seguintes países: Bélgica, Canadá, Checoslováquia, França, Índia, Noruega, PORTUGAL, Reino Unido, União Sul-Africana, U. R. S. S. e U. S. A.

A entrega das propostas teve lugar até ao passado dia 12 de Dezembro.

É a primeira vez que o fornecimento do urânio natural se faz depender de um concurso internacional.

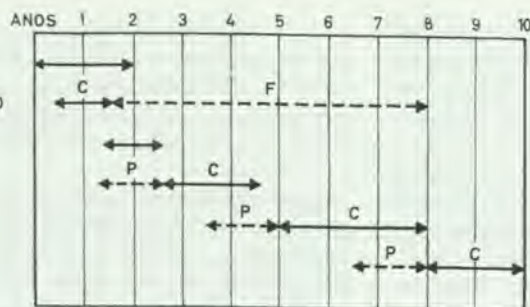
[I. A. E. A. — Press release — Dez. 1958].

Num editorial americano lê-se: uma outra pergunta que devemos fazer é se a premissa fundamental do nosso programa de centrais nucleares não será demasiadamente conservativa — será realmente verdade nós não precisarmos de energia nuclear, presentemente, nos Estados Unidos? O raciocínio em que se apoia esta hipótese é que temos reservas de combustíveis clássicos que nos fornecerão energia aos preços correntes (7 mills, digamos — cerca de 20 cts/kWh) anos fora — portanto podemos dispor do nosso tempo para desenvolver centrais nucleares que produzam energia a esse mesmo preço. Mas isto fixa arbitrariamente o objectivo da energia nuclear a um preço de 7 mills — existem todas as razões para pensar que finalmente o preço da energia nuclear em plena operação será significativamente mais barato do que o custo actual da energia convencional (isto já os britânicos prevêem para as suas centrais). Porque deveremos esperar para tirar partido desta economia?...

(Nuc. Out. 1958).

Numa conferência em Estocolmo, J. A. Jukes, conselheiro económico da Comissão de Energia Atómica britânica disse que o desenvolvimento de um reactor até, e

ESTUDO DA VIABILIDADE
EXPERIÊNCIAS À ENERGIA ZERO
ESTUDO DO PROJECTO
ENSAIO DO REACTOR
REACTOR PROTÓTIPO
CENTRAL COMERCIAL



ESCALA DO TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DE UMA CENTRAL DESDE O PRÍNCÍPIO

P-PROJECTO C-CONSTRUÇÃO F-FUNCIONAMENTO

(Nuclear Power, Nov. 1958)

inclusive, a construção de um protótipo custa £ 20 M (cerca de 1 600 mil contos) com a seguinte distribuição:

— estimativas de viabilidade e ensaios à energia zero	40	80
— projecto	80	120
— ensaio do reactor		
— equipamento	240	
— encargo de capital	240	
— protótipo		
— equipamento	480	
— encargo de capital	560	
	120	1520
		200

O tempo necessário é o que se vê na figura.
(N. P. Nov. 1958).

COLABORAÇÃO INTERNACIONAL

O acordo atômico bilateral dos Estados Unidos com o BRASIL foi modificado, passando de 6 para 15 kg o urânio enriquecido a 20% de U235 que o Brasil pode receber.

(A. W. 8/9-368-1958).

Foi assinado em 18/7/58 um acordo atômico bilateral entre o Reino Unido e PORTUGAL, do tipo dos que já tinham sido concluídos pelo primeiro daqueles países com a Suécia e com a Alemanha.

(A. W. 8/9-368-1958).

No Rio de Janeiro foi assinado um acordo entre o BRASIL e a Itália, prevendo a troca de informações e facilidades de treino entre os dois países. O BRASIL está interessado no projecto da ENSI (ver este número, pág. 83) e está em negociações com o Banco Mundial para um projecto semelhante.

(N. P. Out. 1958).

O acordo entre o Eurátomo e os Estados Unidos foi assinado. Prevê-se a instalação de centrais atômicas com uma potência total de 1 000 MW, num custo total de cerca de 10 milhões de contos a pôr em serviço até 1963. A participação dos Estados Unidos poderá ir até cerca de 400 mil contos, sob a forma de créditos a longo prazo (ao juro de 3,5%).

(e. n. Set. 1958).

O conselho dos Governadores da «International Atomic Energy Agency», cujo Presidente é o Ex.^{mo} Sr. Embaixador Carlos Bernardes (BRASIL), nomeou 7 cientistas eminentes para constituírem um Comité Conselheiro Científico da Agência. Estes são os professores:

H. J. Bhabha	(Índia)
Sir John Cockcroft	(Reino Unido)
V. S. Emelyanov	(U. R. S. S.)
B. Goldschmidt	(França)
B. Gross	(BRASIL)
W. B. Lewis	(Canadá)
I. I. Rabi	(U. S. A.)

(I. A. E. A. — Press Release — 5 Nov. 1958).

Na última Assembleia Geral da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), diversos países deram contribuições voluntárias para o orçamento de despesas do próximo ano (1959) entre os quais citaremos (em dólares)

Estados Unidos	500 000
Reino Unido	125 000
Canadá	50 000
França	35 000
Japão	20 000
Alemanha	20 000
BRASIL	15 000
Checoslováquia	14 000
Bélgica	10 000
Dinamarca	9 150
RAU	8 500
Paquistão	8 000
Noruega	7 000
Argentina	6 000
Itália	5 000
China	5 000
PORTUGAL	3 500
México	2 000
Israel	1 000

(I. A. E. A. — Press Release N.º C/II/27 — Out. 1958).

O Directório dos Governadores da Agência Internacional de Energia Atômica elegeu 5 novos membros: Bélgica, Dinamarca, Holanda, Polónia e Venezuela em substituição dos seguintes: Checoslováquia, Guatemala, Itália, PORTUGAL e Suécia.

CENTROS DE INVESTIGAÇÃO NUCLEAR

A primeira pilha de investigação instalada no BRASIL foi inaugurada em 25 de Janeiro de 1958.
(e. n. 3/41958).

ACTIVIDADES PRIVADAS

A DEGUSSA, «Deutsche Gold-und Silber-Scheideanstalt» antigo «Roessler», Frankfurt/Main, assinou uma convenção com a comissão de energia atômica espanhola (J. E. N.), segundo a qual é concedida à DEGUSSA a exploração mundial dum método de tratamento de urânio descoberto em Espanha.

O novo método baseia-se no emprego de sais fluorescentes e permite uma grande redução tanto dos custos de

produção de urânio metálico como dos riscos provenientes do contacto com os ácidos. O contrato será em breve assinado oficialmente.

Como se sabe, a DEGUSSA forneceu há alguns anos à JEN uma instalação completa para fabricação de urânio metálico fazendo assim uma permuta de experiências com o centro espanhol de investigação atômica.

(Ar. Pr. 11,426,1958).

APLICAÇÕES DAS RADIAÇÕES

Investigadores da «General Mills Inc» comunicam que lhes foi possível produzir amino-ácidos, irradiando carbonato de amônio com radiações de substâncias radioativas. Os autores admitem que uma síntese deste tipo possa ter originado formas vivas.

(A. W. 8/9-371-1958).

MATERIAIS PARA REACTORES

Na França Metropolitana empregam-se mais de 30 automóveis Citroën de 2CV na prospecção do minério de urânio, segundo uma informação da fábrica daqueles veículos.

(A. W. 8/9-372-1958).

Pela primeira vez em Outubro (1958) o plutónio começou a ser efectivamente utilizado como combustível nuclear primário, sob a forma de uma liga de alumínio e plutónio revestida de alumínio. É usado no reactor de ensaio de materiais de Idaho (Estados Unidos), o qual tem uma potência de 30 MW (term.).

(N. P. Out. 1958).

INDÚSTRIAS NUCLEARES

A firma «Mallory — Sharon Metals Corp.» anuncia que pode fornecer zircónio a preços de \$6 a \$7 (menos de 200\$00) a libra.

(N. P. Nov. 1958).

A USAEC comunica que está pronta a alugar água pesada a uma taxa de 4% ao ano sobre o valor determinado ao preço de \$28 por libra.

(Note-se que esta oferta se aplica apenas à água pesada destinada a reactores de investigação clínica ou de ensaio de materiais — Ver notícia pág. 88).

(N. E. Out. 1958)

REACTORES NUCLEARES

A U.R.S.S. anunciou em Genebra que o quebra-gelos «Lenin» está equipado com 3 reactores tipo PWR, tem 44 000 HP para apenas 1 600 toneladas e está previsto para avançar à velocidade de 2 nós através de uma camada de gelo com cerca de 2 metros de espessura.

(N. P. Out. 1958).

O primeiro reactor concebido no Japão, o JRR3 (Japan Research Reactor N.º 3) começou a ser construído no centro nuclear de Tokay perto de Tóquio. É um reactor de urânio natural moderado com água pesada, do tipo Canadense.

(A. W. Out. 1958).

Atingiu a criticalidade em 17-5-58 o primeiro reactor de investigação jugoslavo, instalado no centro nuclear de Boris Kidric em Vince, perto de Belgrado. É um reactor de energia zero, de urânio natural moderado a água pesada, que foi inteiramente projectado e construído na Jugoslávia.

(Foi neste reactor que se deu a grave ocorrência, largamente noticiada, que vitimou cinco físicos jugoslavos — logo enviados para um tratamento de emergência em Paris).

(A. W. Out. 1958).

O reactor de 1 000 kW para ensino e investigação do MIT (Massachusetts Institute of Technology) arrancou em Julho, 1958. O seu custo foi de cerca de 80 000 contos.

(A. W. Out. 1958).

CENTROS NUCLEARES

Segundo Sir Christofer Hinton as centrais nucleares britânicas deverão brevemente suportar uma parte das necessidades das pontas de energia, o que exige uma próxima baixa dos custos da primeira instalação. A solução para esta emergência deve procurar-se principalmente na descoberta de elementos de combustível mais eficientes.

(N. P. Set. 1958).

Foi assinado um contrato formal entre a firma italiana SIMEA (Società Italiana Meridionale Energia Nucleare — subsidiária da Agip Nucleare) e a NPPC (Nuclear Power Plant Co) para a construção de uma central nuclear de 200 MW perto de Latina. A indústria italiana participará em mais de 50% nesta obra que será entregue em 1962. A UKAEA garante o fornecimento do combustível por toda a vida da central.

(N. E. Out. 1958).

A primeira secção, com 100 MW, de uma central nuclear de 600 MW, usando reactores de urânio natural, moderados a grafite e com arrefecimento por água, tornou-se crítica em Setembro, na Sibéria.

(N. E. Out. 1958).

LEGISLAÇÃO, SEGURANÇA, PESSOAL

De 1 a 5 de Setembro teve lugar em Salzburgo uma conferência da União Internacional dos Seguradores Marítimos na qual se discutiram os riscos que poderiam ser cobertos pelas Companhias de Seguros quando os navios mercantes de propulsão atômica fossem uma realidade.

(N. E. Out. 1958).

O governo australiano foi condenado pelo Supremo Tribunal a pagar a J. M. Thoonen uma indemnização de cerca de 1 500 contos. Thoonen encontrou numa central eléctrica onde trabalhava uma pequena cápsula contendo uma substância radioactiva, que guardou durante 63 horas numa algibeira pois ignorava o perigo que ela representava. Só depois de passar uma semana se deu conta do desaparecimento da cápsula e se fez o necessário aviso de perigo. O efeito das radiações obrigou à amputação da perna direita de Thoonen.

(A. W. Out. 1958).

O «Pool» francês dos seguradores contra riscos atômicos reúne 100 companhias de seguros das quais 20 estrangeiras, as quais garantem entre si um sistema de resseguros. O limite superior dos riscos cobertos é de 4 milhões de dólares. *Uma grande parte das apólices já elaboradas diz respeito ao emprego de radioisótopos nos hospitais.*

(e. n. Set. 1958).

A comissão de peritos da I. A. E. A., sobre os desperdícios radioactivos, publicou em 9 de Dezembro as suas primeiras conclusões das quais extraímos o seguinte:

«Os numerosos e complexos problemas associados com o despejo dos desperdícios radioactivos no mar, prendem-se com diversos aspectos do progresso da energia nuclear no mundo, incluindo a propulsão nuclear. Aqueles problemas dizem respeito, por exemplo, às técnicas de tratamento dos desperdícios, oceanografia, biologia marítima, protecção de peixarias e radio-biologia. Todos estes aspectos devem ser considerados em pormenor de modo a garantir o acordo com os padrões sanitários já aceites...»

(I. A. E. A. — Press Release — 9 Dez. 1958).

A Junta Consultiva do Tráfego Marítimo, na sua 17.^a sessão de 23-6-58 em Hamburgo, tomou a seguinte deliberação:

«Pedir ao Ministro das Comunicações que, além da missão de vigilância da água do mar contra a radioactividade de que foi encarregado o «Deutschen Hydrographischen Institut» providencie para que, em caso de colisão, naufrágio ou qualquer outro sinistro ocorrido com embarcações de propulsão nuclear, se evite a contaminação da água do mar. A Junta Consultiva do Tráfego Marítimo vê nesta contaminação das águas do mar uma grande fonte de perigos e aconselha instantaneamente a sua prevenção. Quer assim evitar eventuais desperdícios de dinheiro e trabalho, antes que as experiências tenham chegado a tal ponto que se torne forçoso fazê-lo.»

O Ministério da Assistência Social Austríaco elaborou um projecto de lei de prevenção contra a radioactividade e enviou-o à apreciação dos departamentos afins. O referido projecto abrange todos os campos em que são empregados materiais radioactivos e radiações ionizantes. Os materiais radioactivos devem ser cedidos para fins medicinais exclusivamente a casas de saúde ou a médicos, aos quais seja dada uma concessão especial, pelo Ministério da Assistência Social, para aquisição desses materiais. Às empresas de radioactividade deve ser concedida uma autorização do Ministério da Assistência Social ou dos serviços municipalizados. Essa licença só é dada se estiver assegurada a necessária protecção radioactiva, também no que respeita ao despejo de desperdícios radioactivos. Além disso devem ser observados certos regulamentos sanitários para os operários.

A lei contém outras determinações sobre as precauções contra poeiras radioactivas na atmosfera, nas águas e no solo. A fiscalização compete aos institutos meteorológicos e geodinâmicos. Caso se verifique que a radioactividade ultrapassa o limite exigido pela saúde do homem, estão o Ministério da Assistência e os outros departamentos autorizados a impor as restrições no tráfego da respectiva área ou uma eventual evacuação.

(A. W. 8/9 1958 pg. 374).

PROGRAMAS NUCLEARES

O orçamento britânico para a energia nuclear, no ano 1958/1959 é de cerca de 8 milhões de contos. Aumentou de 10% em relação ao ano anterior e inclui uma verba para o «National Institute for Research in Nuclear Science», recentemente criado. Em 31-3-58 o pessoal compreendia 30 341 pessoas das quais 15 860 na indústria e 14 481 noutras ocupações.

(N. P. Set. 1958).

O programa nuclear sueco está a ser revisto para ter em conta os recentes progressos técnicos e uma nova estimativa da economia da combinação da geração da electricidade e da produção de vapor. Os projectos Adam e Eve foram abandonados e R-3 foi revisto, com uma potência de 100 MW, de modo a fornecer experiência directa na construção e na exploração de uma central prática. É provável que seja construída em Farsta, pelas firmas ASEA e ATOMENERGI AB.

(N. P. Nov. 1958).

A Junta de Energia Nuclear de Espanha, encarregou a firma «Atomics International» de fazer um estudo de um reactor de fins múltiplos, capaz de fabricar radioisótopos, com facilidades para ensaio de elementos de combustível e fornecendo ainda 20 MW de energia eléctrica. Prevê-se um reactor usando água pesada como moderador e arrefecido por meio de um composto orgânico. O grupo projectista e industrial espanhol TECNATOM participa neste projecto.

(N. P. Nov. 1958).

A Suíça votou um orçamento de 40 milhões de francos suíços (cerca de 250 mil contos) para investigações nucleares nos anos de 1959 a 1962. Estão também previstos subsídios de 30 milhões e de 13 milhões de francos suíços, respectivamente, à sociedade Reaktor A. G. e à E. T. H. (Escola Politécnica Federal) de Zurich. A Suíça já dispendeu 50 milhões de francos suíços com a investigação científica no domínio da investigação nuclear.

(A. W. Out. 1958).

A sétima central nuclear comercial britânica será provavelmente instalada na costa de Suffolk, em Sizewell, a 4 milhas ao norte de Aldeburgh e terá uma potência de 650 MW. A implantação foi escolhida depois de um estudo demorado, pelas qualidades de resistência do terreno e pela abundância de água disponível para arrefecimento. O programa britânico é agora o seguinte (num total de 3 000 MW):

Berkeley, perto de Cardiff, com 275 MW iniciada em 1957
Bradwell, perto de Londres com 300 MW iniciada em 1957
Hinkley Point, perto de Bristol, com 500 MW iniciada em 1957

Hunterston, perto de Glasgow, com 320 MW, iniciada em 1957

Trawsfynydd, perto de Cumberland, com 500 MW, a iniciar em 1959

Dungeness, no condado de Kent, com 550 MW, aguarda autorização

Sizewell, perto de Leiston, (Suffolk), com 650 MW, aguarda autorização.

(N. P. Nov. 1958).

A USAEC pediu propostas para o desenvolvimento, projecto, construção e condução de uma central nuclear com reactor moderado a grafite e arrefecido a gás, de tama-

no suficiente para servir como um protótipo eficiente para uma central nuclear de exploração do mesmo tipo.

Este convite traduz o desejo da Comissão de estimular na maior extensão possível a participação dos industriais no desenvolvimento e utilização da energia atômica para fins pacíficos, bem como de registar as vantagens das direções dos administradores no sentido da redução dos custos nos projectos de demonstração.

(AT. IND. Out. 1958).

No Simpósio Internacional sobre Electrónica Nuclear organizado pela «Société des Radio-Électriciens», em Paris, imediatamente após a II Conferência de Genebra, usou-se com frequência crescente durante o Simpósio a nova unidade NANOSSEGUNDOS, com o símbolo ns, para representar 10^{-9} s.

(N. P. Nov. 1958).

NOTÍCIAS DO PAÍS

MOÇAMBIQUE — Em 11 de Abril de 1958 constituiu-se a sociedade anónima de responsabilidade limitada COMPANHIA DO URÂNIO DE MOÇAMBIQUE, de cujos estatutos, com a alteração que tiveram em 27 de Maio seguinte, constam os seguintes objectivos e meios (Boletim Oficial de Moçambique, III Série, N.º 23 de 7 de Junho de 1958):

Art.º 2.º O objecto social é a extracção e comercialização de minérios radioactivos e afins a que se refere a licença de exclusivo de pesquisas concedida pela Portaria Ministerial N.º 16 434 de 12 de Outubro de 1957, ou outras explorações ou actividades mineiras, incluindo a concentração e refinação de minérios.

Art.º 3.º — O capital social é de 20 000 000\$00, integralmente subscrito e representado por 20 000 acções de 1 000\$00 cada uma.

§ 1.º — Este capital é constituído pela forma seguinte:

a) Quanto às 16 600 acções, pela transferência para a sociedade, feita pelo Entrepósito Comercial de Moçambique, de todos os seus créditos, valores, direitos e concessões relacionados com a extracção e comercialização de minérios de urânio e afins, provenientes da provincia de Moçambique, neste acto identificados.

b) Quanto às restantes 3 400 acções subscritas, acham-se já realizados em dinheiro 10 por cento, devendo os restantes 90 por cento ser pela mesma forma realizados no prazo e condições que vierem a ser estabelecidos pelo Conselho de Administração.

§ 2.º — Poderão fazer parte da sociedade empresas ou indivíduos de nacionalidade estrangeira, até ao limite de 45 por cento do capital.

A portaria N.º 16.434 que fundamenta a constituição desta empresa é do seguinte teor (*Diário do Governo*, I série, n.º 231 de 12 de Outubro de 1957):

Manda o Governo da República Portuguesa, pelo Ministro do Ultramar, nos termos do artigo 19.º do Decreto de 20 de Setembro de 1906 e da Portaria n.º 16 267, de 23 de Abril do ano corrente, e em harmonia com o disposto na base XI da Lei Orgânica do Ultramar Português, conceder ao Entrepósito Comercial de Moçambique uma licença de exclusivo de pesquisas para minérios radioactivos e afins numa área da provincia de Moçambique cujos limites, bem como termos e condições, são os definidos nos seguintes números:

1.º A licença é válida para a porção do território limitada a:

Norte, por uma linha recta partindo do rio Revubué, próximo da povoação indígena Joaquim, para oeste até à povoação indígena Chibarongondo (cerca de 2 500 m além do rio Chimaze);

Leste, pelo rio Revubué, desde as proximidades da povoação indígena Joaquim até à sua confluência com o Zambeze;

Sul, pelo rio Zambeze, desde a confluência do Revubué até Tete e estrada Tete-Chicoa até ao monte Kavalansia;

Oeste, por uma linha recta partindo do monte Kavalansia em direcção ao norte até à povoação indígena Chibarongondo.

Da área assim definida é excluída a parte em que esta se sobrepõe à concessão mineira outorgada a The Central Mining & Investment Corporation, Ltd.

2.º A concessão abrange exclusivamente minerais radioactivos e afins;

3.º A concessão de pesquisas durará três anos, a contar da portaria;

4.º Dentro de seis meses os direitos resultantes da licença deverão ser transferidos para uma sociedade anónima a constituir, cujos estatutos serão submetidos a aprovação;

5.º No caso de serem descobertos jazigos economicamente exploráveis, a provincia, se quiser, poderá ingressar na sociedade, recebendo gratuitamente metade do capital;

6.º A sociedade estará aberta a todos os concessionários ou manifestantes de jazigos de radioactivos ou afins da área que para ela queiram entrar com os seus direitos mineiros;

7.º A área será a delimitada no requerimento, excluindo, porém, todos os direitos resultantes de manifestos ou concessões anteriores, e será aumentada à medida que nela ingressem os titulares destes, nos termos do número anterior;

8.º Durante os três anos será feita a pesquisa completa da área segundo os métodos mais modernos e consoante planos de pesquisas aprovados pelos serviços provinciais, ouvida a Junta de Energia Nuclear;

9.º No prazo de sessenta dias, a contar da data da publicação desta portaria, o Entrepósito Comercial de Moçambique terá de depositar nos cofres do Estado, como caução, a quantia de 1:000.000\$, reembolsável nos termos da alínea I) do artigo 19.º do Decreto de 20 de Setembro de 1906.

Este depósito poderá ser substituído por garantia bancária de igual valor, aceite nos termos legais;

10.º A exportação será permitida livremente nas quantidades necessárias para pagamento das despesas de pesquisa e de exploração, amortização do capital investido e garantia de juro a fixar;

11.º A prioridade de compra pertence sempre ao Estado, ao preço médio corrente das cotações internacionais, ou ao preço dos contratos celebrados pela empresa, se este for mais baixo.