

ANTÓNIO JOAQUIM GONÇALVES RAMALHO

As questões propostas para comentário são, em minha opinião, predominantemente interpretativas e, nessa base, são passíveis de inúmeras leituras. Como, pessoalmente, tenho procurado reger-me pelo princípio *primo sapere deinde philosophare*, decorre que, como sei que não sei, não posso filosofar. Julgo que, nós portugueses, nos temos frequentemente pautado pelo princípio inverso, ie *primo philosophare deinde sapere*, daí resultando um excedente de interpretações e quiçá de confusões.

As notas apresentadas a seguir não pretendem, de nenhum modo, ser a história do RPI ou ser uma descrição (mesmo que incompleta) do que ocorreu durante o tempo em que tenho estado ligado ao reactor. São unicamente opiniões pessoais e relatos de factos ocorridos sobretudo na fase inicial do seu funcionamento e que julgo serem pouco conhecidos. Por isso, só aparecem referidas pessoas envolvidas nos factos descritos.

Estratégia

Em primeiro lugar, julgo ser de lembrar que a decisão de criar a JEN e o seu Laboratório de Física e Engenharia Nucleares (LFEN) foi política e resultou da percepção, por parte dos mentores da proposta (entre os quais se destacou o Prof. Leite Pinto), da necessidade de dispor de um organismo promotor e coordenador de actividades relacionadas com as aplicações pacíficas da energia nuclear. Os aspectos científicos e técnicos relativos à implementação dessa decisão eram, em minha opinião, insuficientemente conhecidos quer pelos intervenientes quer pela comunidade científica portuguesa de então. Julgo que a decisão política é, frequentemente, o que mais importa uma vez que o resto se pode resolver mesmo que essa decisão possa ser insuficiente quanto aos meios e ao tempo para execução.

No que diz respeito aos meios materiais e humanos, eles foram sempre insuficientes não só porque os poderes públicos não estavam preparados ou sensibilizados para investir o necessário em empreendimentos deste tipo, como também porque as condições não eram propícias. Parece-me interessante, neste contexto, recordar a experiência americana. De facto, para o início do programa nuclear americano, foram necessárias a projecção de Einstein, apoiada na força do *lobby* a que ele pertencia, e a premência da Defesa para que o governo começasse por pôr à disposição dos cientistas, entre os quais havia Prémios Nobel, verbas modestas. Já, 20 anos mais tarde, o programa da NASA, lançado em campanha eleitoral por John Kennedy – para responder ao fracasso da dispersão americana perante o sucesso russo e tendo como objectivo visível colocar um homem na Lua antes do fim da década de 60 –, correspondeu a uma decisão política, sem reservas, que (como aquela) se saldou, também, por um sucesso espectacular.

No que concerne aos recursos materiais recordo que, em 1959/1960, com os recursos humanos disponíveis, não foi possível durante um ano eleger uma opção em matéria de equipamento electrónico de detecção e medida de radiações a adquirir, para iniciar o apetrechamento do LFEN (participaram, no processo, *staff* do LFEN e consultores externos). Recordo, ainda, que a primeira fatia desse equipamento, com um custo de cerca de 5.000 euros (é de referir que o custo total do RPI foi da ordem de 150.000 euros dos quais cerca de vinte por cento corresponderam ao custo do sistema de ventilação), veio a ser adquirida sob proposta do Serviço de Reactores Nucleares do Laboratório com a justificação técnica de ser necessário para a calibração inicial do reactor e com a justificação administrativa (para efeitos de verificação pelo Tribunal de Contas) de complementaridade desse equipamento com o do sistema de comando. (Esta justificação dispensou a realização de concurso público que protelaria significativamente o processo.)

É oportuno recordar, também, que o início (em 1961) das actividades dos movimentos independentistas no, então, Ultramar levou o Governo a tomar opções que canalizaram os recursos para a defesa. Isso teve como consequência que nunca se estabeleceu um orçamento de referência que permitisse o apetrechamento e o funcionamento do LFEN, num paralelismo com os laboratórios congéneres de outros países.

Essa situação prejudicou grandemente a possibilidade de colaboração em projectos específicos

internacionais, por exemplo, no âmbito da OCDE, tal como ocorreu inicialmente com a participação na Eurochemic (decidida antes daqueles eventos). É em consequência desta situação que, em princípios de 1962 – numa reunião, realizada na biblioteca da Física, presidida pelo Prof. Leite Pinto (já então presidente da JEN) –, foi discutido o apetrechamento do LFEN e a possibilidade de recorrer à exportação, para França, de urânio metálico, a produzir na instalação-piloto do laboratório (fornecida pela França)¹. Esta possibilidade foi explorada e, obtida a concordância superior, fechou-se o negócio, tendo-se recebido o primeiro equipamento dois anos mais tarde.

No que se refere aos recursos humanos, recorda-se que, à data em que o primeiro director-geral do LFEN foi empossado, o pessoal efectivamente ligado ao Laboratório era constituído por um conjunto de pessoas de proveniências diversas (todas jovens, o mais velho era o Dr. Carlos Cacho que tinha feito 39 anos em Setembro; os outros eram cerca de 10 anos mais novos), sem laços entre si e representando um efectivo de menos de uma dezena de unidades. Em Setembro de 1960, ainda era possível transportar os efectivos do LFEN, sem transporte próprio, numa carrinha Volkswagen.

Relativamente ao tempo de execução, ele depende fortemente do planeamento e esse, julgo, continua a não ser um ponto forte da sociedade portuguesa. Parece-me até que, em certas áreas, como seja a da engenharia, ele se degradou em relação ao que ocorria à data da edificação do LFEN. Neste caso específico, julgo que os planos existiram e foram cumpridos. Recordo que, em Janeiro de 1959 os edifícios da Física e da Administração estavam quase de pé, o da Química estava em início de construção e, só no fim desse ano, começaram a ser abertos os caboucos do edifício do Reactor. A piscina começou a ser construída na segunda metade de 1960. Algures neste ano, foi possível transferir para Sacavém o pessoal que trabalhava na sede da JEN, em Lisboa, no que se chamava a biblioteca, à volta da única mesa existente (que tinha sido feita para as reuniões do Conselho Consultivo). A construção do reactor foi um empreendimento único no país, em particular a piscina e o sistema de ventilação. Entre as características da piscina, são de destacar a parede – feita, em parte, em betão pesado, podendo atingir quase dois metros de espessura (exigindo precauções especiais, por exemplo, na feitura do próprio betão e no controle da temperatura de cozedura, para evitar fracturas) –, a instalação das peças encastradas e o revestimento interno, inédito na altura (azulejos com juntas de araldite para garantir a permanência da qualidade da água). O sistema de ventilação do recinto do reactor foi concebido para dar resposta a situações que implicavam a filtração e o condicionamento do ar de entrada assim como a filtração e o controlo do ar expulso, com capacidade de funcionamento em modos específicos, designadamente a saída de ar com caudais reduzidos e reguláveis por filtros capazes de reter eventuais contaminações radioactivas do ar do edifício.

A faceta mais importante do tempo de execução prende-se, neste caso, com a criação da experiência a níveis susceptíveis de permitir o seu crescimento auto-suficiente, o que, de uma forma frequentemente usada, se traduz em períodos individuais de aprendizagem da ordem de seis anos, até poder começar a frutificar. A capacidade de produzir resultados é tanto maior quanto maiores forem as possibilidades do meio fornecer pistas para desenvolvimento e esclarecimento das dúvidas e incertezas que vão emergindo ao longo do processo. Julgo que o meio nacional não fornecia esses elementos. À data da inauguração do LFEN, o *staff* incluía apenas dois doutorados – Maria do Carmo Anta (na Química), e Rui Pacheco de Figueiredo (na Física), – nenhum dos quais tinha previamente trabalhado no sector onde se encontrava integrado (no primeiro caso) ou que foi dirigir (no segundo). A Doutora Maria do Carmo desapareceu tragicamente, pouco mais do que um ano depois, e o Doutor Pacheco de Figueiredo saiu do LFEN, para um lugar na Universidade de Purdue nos EUA, também pela mesma altura.

A definição dos objectivos da JEN está contida em intervenções de responsáveis (veja-se, por exemplo, discursos proferidos em actos de posse) ou na própria lei (veja-se decretos de criação da JEN e suas alterações posteriores); daí para diante, estão em causa a estratégia mais eficaz para os atingir e a sua execução.

¹ Nesta data, os reactores de Marcoule – a urânio natural e grafite, arrefecidos com anidrido carbónico – estavam já em operação.

Uma palavra sobre a criação da Direcção-Geral de Combustíveis e Reactores Nucleares Industriais fora do LFEN. Pessoalmente, entendo os motivos que levaram a esta decisão. Penso, porém, que se tratou de uma decisão infeliz. Assumida como uma resposta ao *boom* nuclear, iniciado a meio da década de 60, acabou por dar lugar a uma dispersão dos recursos e à criação de estruturas subcríticas, efeitos ampliados por uma comunicação e uma coordenação pouco eficazes.

Clientela a servir

Certamente que não se levou *ad limite* a tarefa da definição prévia da clientela a servir pelo LFEN. Julgo que isso nunca é exequível e muito menos o é quando a ausência de recursos inviabilizou, na fase de arranque, a criação de projectos aglutinadores, precisamente para poder, com segurança, dar resposta a essa presumível clientela. Recorda-se que o óptimo é sempre inimigo do bom e que, no contexto existente, essa definição era ainda mais difícil.

É apropriado recordar, também, que a inexistência de projectos aglutinadores pode criar climas de frustração muito amplos. Foi o que aconteceu, por exemplo, nos EUA, a meio da década de 70, com a redução do esforço nuclear e a ausência de um grande objectivo para o programa espacial.

Colaboração com outras instituições

Afigura-se-me que, à boa maneira portuguesa, existiu divórcio entre o LFEN e outras instituições. A culpa não me parece que possa ser atribuída a uma ou outra partes, mas, pelo contrário, é característica do individualismo dos portugueses a trabalharem em Portugal. Dado que uma situação de divórcio é quase sempre detrimental para as partes envolvidas, julgo que, também neste caso, todos perderam. Julgo, aliás, que o individualismo nacional e uma boa dose de provincianismo ainda imperam. Por isso, continua a ser insuficiente a capacidade dos indivíduos se sentarem à volta de uma mesa para tentarem resolver problemas comuns e que, com cedências e bom senso, podem ser resolvidos com proveito para todos. Mas creio que, entre nós, continua a ser bem verdadeiro o pensamento de Descartes: *o bom senso é o bem mais bem distribuído do mundo; ninguém quer mais do que o que possui!*

É certo que a escassez de recursos foi sempre um impedimento à colaboração. Concretamente, ao longo dos anos, sempre existiu, em princípio, uma possibilidade de participar em projectos com entidades externas (em particular, no âmbito da OCDE, designadamente nas áreas coordenadas pelos grupos de constantes nucleares e de física de reactores). Porém, essa participação exigia recursos materiais e humanos de que, em geral, se não dispunha.

Recordo, a título de exemplo, que em princípios da década de 60, se obtiveram gratuitamente nos EUA desenhos para a construção de espectrómetros de neutrões lentos, um de cristal outro mecânico, destinados à criação de feixes monoenergéticos para estudos com neutrões térmicos. Todavia, esta construção não foi sancionada, uma vez que pareceu não ser possível fazê-los quer no exterior quer nas oficinas do Laboratório, dada a precisão requerida, em particular, para os colimadores. Esta situação veio a ser alterada, mais tarde, o que permitiu a construção do espectrómetro de tempo de voo ainda instalado no RPI.

Na colaboração externa, é de referir a presença do Dr. Karl Heinz Beckurts no LFEN, no Verão de 1961. Durante o tempo que permaneceu em Portugal, ministrou um curso sobre Física de Neutrões baseado num *draft* do livro, com o mesmo título, que em boa parte redigiu nessa altura e que só veio a ser publicado em 1964, por ocasião da 3ª Conferência de Genebra.

Recordo, ainda, a estadia no LFEN do Dr. Herbert Pomerance, durante cerca de um ano (fins de 1959 a Setembro de 1960). O Dr. Pomerance era originário de Oak Ridge, com trabalho em constantes nucleares, e esteve, essencialmente, integrado na Física. Não tenho conhecimento de propostas de trabalhos, a desenvolver pelo LEEN, que tenha elaborado.

Recordo, finalmente, o Dr. Glenn Brunson (do Laboratório Nacional de Argonne, EUA) e o Dr. Glenn Whan (da Universidade do Novo México, EUA), que colaboraram com o Serviço de Reactores Nucleares

nos anos académicos de 1963/1964 e 1966/1967, respectivamente, graças ao apoio da AIEA. Com o primeiro, foi discutido o plano de preparação de pessoal que adiante se refere, incluindo o enquadramento da electrónica que já estava, de facto, decidido. Com o segundo, foram criadas aberturas para doutoramentos que vieram a ser concretizados mais tarde.

Recursos humanos

O lançamento do programa “Átomos para a Paz”, em Dezembro de 1953, pelo Presidente dos EUA, abriu a porta ao treino de investigadores na área dos reactores nucleares. No âmbito desse mesmo programa, o Eng. Ricardo de Melo Cabrita frequentou, a partir de Fevereiro de 1954, o primeiro curso sobre reactores nucleares ministrado pelo Laboratório Nacional de Argonne que foi aberto a estrangeiros (recordo que, como símbolo do empenho que os EUA puseram nesse programa, os participantes estrangeiros foram formalmente recebidos na Casa Branca pelo Presidente D. Eisenhower). Por sua vez, o Dr. António Manuel Baptista frequentou, no mesmo local, o curso iniciado em Fevereiro de 1957.

Dentro do mesmo espírito de abertura, o Commissariado de Energia Atómica Francês abriu, em 1956, os cursos de “Génie Atomique” a estrangeiros. Participaram no primeiro curso o Dr. António Joaquim Gonçalves Ramalho, em Saclay, e o Eng. António Francisco Cordeiro Lopes, em Grenoble.

Entre Setembro de 1959 e Junho de 1960, António J.G. Ramalho seguiu um programa de treino em supervisão de reactores, na Universidade de Michigan (Ann Arbor, EUA), como bolseiro da AIEA (a primeira bolsa concedida por esta Agência). Este programa compreendeu a realização de trabalhos de índole teórica e prática e de um exame para operador de reactor, feito pela Comissão de Energia Atómica dos EUA. No contexto dessa estadia, visitou reactores de investigação nos laboratórios de Argonne, Brookhaven e Oak Ridge (reactor BSR) e teve oportunidade de fazer um estágio de um mês na American Machine & Foundry Company (AMF), em Greenwich, para discutir aspectos técnicos do RPI, cuja construção estava em curso, e para visitar o reactor IRL (construído pela firma e por ela explorado em consórcio com outros, incluindo a Universidade de Princeton).

Ainda no âmbito da preparação de pessoal, fizeram estágios no estrangeiro o Eng. Claro da Fonseca e o Eng. Magalhães, que acabaram por deixar o LFEN durante o ano de 1961.

À data da inauguração, o LFEN tinha três serviços de investigação – Física, Química e Metalurgia, e Reactores Nucleares – complementados por um Serviço de Protecção contra Radiações, um Serviço Administrativo e um Serviço Técnico-Auxiliar. Os serviços de Química e Metalurgia e de Física tinham como responsáveis, respectivamente, o Eng. Marques Videira e o Doutor Pacheco de Figueiredo, não existindo um responsável designado para o Serviço de Reactores Nucleares. O Serviço de Protecção era da responsabilidade do Dr. Júlio Galvão. E os responsáveis pelos sectores administrativo e oficial eram respectivamente, o Sr. Augusto Cordeiro e o Eng. Bastos.

Dada a clara escassez de recursos humanos, uma das medidas que foi possível tomar, ainda antes do Verão de 1961, foi a contratação de pessoal auxiliar (se bem me recordo foram contratados sete auxiliares de laboratório, inicialmente afectos ao Serviço de Reactores, mas, depois, alguns colocados noutros serviços). Além disso, logo após inauguração, com o assentimento do director-geral, contactou-se o Prof. Gomes Ferreira, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, que nos forneceu uma lista de alunos finalistas do curso de licenciatura em Ciências Físico-Químicas, de entre os quais foi seleccionado um grupo para ser entrevistado. Desse grupo, foram escolhidos quatro finalistas para trabalharem no Serviço de Reactores Nucleares logo que estivessem disponíveis: três destes recém-licenciados (Dr. Eduardo Martinho, Dr. Henrique Machado Jorge e Dr. António Bettencourt) foram contratados e iniciaram a sua actividade no LFEN, em Outubro de 1961; o quarto (Dr. Jaime Oliveira) só pôde vir a ser contratado mais tarde, por razões de serviço militar.

O treino do pessoal era a outra questão fundamental que se colocava. Para o efeito, delineou-se um programa de treino, tendo em vista cobrir quatro áreas à volta das quais se iria desenvolver o Serviço de Reactores: electrónica e comando de reactores, neutrónica (com um cariz virado para a experimentação),

comportamento temporal de reactores e cálculo de reactores. De acordo com este plano e tendo em vista as duas primeiras áreas, o Eng. João Menezes e o Dr. Eduardo Martinho frequentaram o Curso de “Génie Atomique”, o primeiro como auditor livre, e estagiaram em Saclay e Fontenay-aux-Roses na primeira metade da década de 60. O Dr. Jaime Oliveira partiu para França em 1966, para preparar uma tese de doutoramento na Universidade de Paris e o Dr. Machado Jorge obteve o grau de doutor na Universidade do Novo México, EUA, em 1975. Entretanto, foram admitidos e treinados outros investigadores e técnicos.

Ao longo dos primeiros anos de existência do LFEN e, também, do Serviço de Reactores Nucleares, é inegável terem ocorrido conflitos que levaram a decisões eventualmente infelizes ou incorrectas. Num agregado de grupos com pouca coesão inicial e onde a impaciência e o desejo de obter resultados eram superiores à calma, serenidade e persistência que são necessárias para ultrapassar as dificuldades inerentes às realizações, não é de estranhar que isso tenha acontecido. Lembra-se, por outro lado, que a possibilidade de actuação estava, por vezes, limitada, não sendo, por exemplo, fácil corrigir situações que formalmente eram de não-cooperação, indisciplina e até irresponsabilidade.

Operação e exploração do RPI

António J.G. Ramalho, que frequentou o curso de “Génie Atomique” subsidiado pela JEN, começou a trabalhar em S. Pedro de Alcântara a partir de Outubro de 1958. Durante o período que precedeu o estágio nos EUA, a actividade desempenhada (ainda subsidiada pela Comissão de Estudos de Energia Nuclear) centrou-se na análise de desenhos do projecto do RPI, em cálculos de criticidade do reactor (feitos à mão ou com uma máquina manual Facit, quando disponível) e na identificação de experiências que poderiam ser levadas a cabo no RPI.

De regresso dos EUA, foi contratado pela JEN, em 1 de Setembro de 1960, e começou a trabalhar no LFEN, já em Sacavém. Em 20 de Setembro desse ano, o Eng. João Batista Menezes foi igualmente contratado pela JEN. Pouco depois, juntou-se a este núcleo Fernando Gonçalves de Almeida, entretanto transferido da Direcção-Geral dos Serviços de Prospeccção e Exploração Mineira, e que veio a ser o primeiro operador do RPI integralmente treinado no Serviço.

O Eng. João Menezes acompanhou toda a actividade de montagem do sistema de comando do reactor, feita sob orientação e responsabilidade do Eng. David Anderson da AMF. Inspeccionámos e ensaiámos todo o equipamento electrónico, incluindo a mesa de comando, ainda no recinto do edificio da Física.

Neste período, com a operação do reactor a aproximar-se, foi necessário equacionar e tratar questões muito específicas, designadamente, o estabelecimento de procedimentos de operação, o planeamento da primeira experiência crítica e a calibração inicial do reactor. Relativamente ao primeiro aspecto, tomou-se como base os elementos específicos do reactor (fornecidos pela AMF) e informações de reactores semelhantes (como o FNR e o SORIN) para estabelecer os guias de operação, verificação e manutenção, que, com as modificações impostas pela experiência e alterações decorrentes dos *upgrade* do sistema, constituem os guias em uso.

Uma experiência crítica inicial requer uma metodologia própria que passa pelo carregamento do reactor, unidade de combustível a unidade de combustível, a partir de uma situação claramente subcrítica, com uma previsão de massa crítica para cada adição de combustível. Por questões de segurança, exige-se redundância do equipamento o que, neste caso, correspondeu à necessidade de dispor de equipamento sensível ao baixo fluxo de neutrões reinante no reactor, isto é, de equipamento equivalente ao usado no canal de arranque.

No que se refere à calibração inicial, os primeiros passos foram dados no sentido de avaliar, com rigor, os efeitos de eventuais perturbações do coeficiente de multiplicação dos neutrões, de garantir que as barras de comando eram adequadas para cobrir esses efeitos e de comprovar que o equipamento de segurança respondia como previsto às situações para que fora desenhado. Todo este trabalho foi feito a baixa potência, sem exigir o conhecimento rigoroso da potência efectiva. O valor desta grandeza podia vir a ser obtido, como aconteceu no nosso caso, a partir da medição do fluxo de neutrões térmicos no reactor, o que poderia ser um

trabalho longo. Aquela circunstância permitiu não ter perdas de tempo significativas devido à ausência do equipamento atrás referido, que só foi recebido no Verão de 1961.

No equipamento que seleccionámos para o apetrechamento do Laboratório, estava naturalmente incluído o destinado à medição das actividades absolutas dos detectores irradiados no reactor (a partir das quais eram determinados os fluxos de neutrões). Para esse efeito, optou-se por medir a actividade de cada detector por duas vias diferentes baseadas em princípios físicos diferentes que, tanto quanto sabemos, foram aplicados pela primeira vez em Portugal. A calibração dos procedimentos foi efectuada com recurso a uma fonte de radiação importada.

Na experiência crítica inicial e em todas as que se lhe seguiram, foram utilizados dois canais de detecção de neutrões, o primeiro dos quais era o canal de arranque do reactor e o segundo era constituído por equipamento de reserva do sistema de comando do reactor uma vez que, à data da realização da experiência crítica inicial, ainda não estava disponível o equipamento para calibração do reactor cuja aquisição estava em curso. Recordo que o fornecimento do reactor incluiu equipamento e peças de reserva, o que permitiu substituir umas peças por outras, garantido a possibilidade de operar enquanto se reparavam avarias. Esta precaução foi extremamente útil nos primeiros anos de funcionamento do reactor quando não se dispunha de pessoal especializado para manutenção do equipamento electrónico. A proposta de fornecimento do reactor não incluiu, porém, o fornecimento da fonte de neutrões para o arranque do reactor. Atendendo ao escasso tempo disponível, seleccionou-se uma fonte de polónio-berílio, com os inconvenientes de o polónio-210 ter um período de 138 dias.

À data da inauguração do LFEN, faziam parte do Serviço de Reactores Nucleares apenas quatro universitários – os Engenheiros Cordeiro Lopes, João Menezes e Magalhães, e eu próprio (o Eng. Ricardo Cabrita já não trabalhava no LFEN e, tanto quanto me recordo, o Eng. Claro da Fonseca também não) – e o Sr. Fernando Almeida.

Durante a experiência crítica inicial, o Eng. Cordeiro Lopes fez de operador do reactor e, se bem me lembro, a colheita e tratamento da informação do canal de detecção de neutrões instalado na sala de comando (canal de arranque do reactor) era da responsabilidade do Eng. Menezes. O outro canal era operado pelo Eng. Frederico Carvalho e pelo Dr. Marciano da Silva. Creio que era um deles que estava, também, encarregado de registar, num quadro de ardósia, a evolução das previsões da massa crítica. O Eng. Magalhães e o Sr. Fernando Almeida constituíam a equipa de carregamento do combustível nuclear e o Dr. Vaz Carreiro era o técnico do Serviço de Protecção contra Radiações. A experiência foi dirigida por mim e pelo Eng. Anderson. Na parte final, esteve presente o Dr. Carlos Cacho. O presidente da JEN veio ao LFEN na manhã do dia 25 de Abril de 1961, já com o reactor no estado crítico, se bem me lembro. Recordo que a chegada do Eng. José Frederico Ulrich ao reactor foi precedida de um telefonema da Portaria informando que estava ali alguém dizendo que era o presidente da Junta. Na sequência deste telefonema, o director-geral do LFEN saiu da sala de comando do RPI e foi à Portaria, regressando pouco depois acompanhado pelo presidente da JEN. Às 10 horas e 15 minutos, o Eng. Ulrich procedeu à paragem do reactor por *scram*, a partir da ponte do reactor. É interessante recordar que o presidente da JEN aguardou pacientemente que alguém o identificasse para poder entrar no Laboratório de que ele era o responsável último.

Curiosamente, a elaboração do plano de calibração inicial e a condução das actividades que ele comportou foram, essencialmente, frutos da iniciativa individual, sempre apoiada, aliás, pelo director-geral do LFEN. Com base na experiência adquirida nos EUA, acabou por se seguir uma metodologia semelhante à usada, uns anos antes, no Ford Nuclear Reactor (FNR).

Os resultados da calibração do RPI vieram a ser compilados e distribuídos, seguindo o procedimento, muito usual na altura, de permuta de resultados entre instituições congéneres, tendo merecido o aplauso de algumas delas. Esses aplausos não foram, no entanto, suficientes para levar à colmatação de uma lacuna que se vinha agudizando, a da não existência de um responsável pelo Serviço de Reactores Nucleares, posição para a qual o mesmo nome foi proposto, independentemente, por Beckurts e Brunson, entre outros. Não é evidente a razão pela qual essa nomeação não foi feita. Mas, de algum modo, parece sintomático o

comentário feito à pessoa em causa, após Abril de 1974, pelo Prof. Leite Pinto, durante um encontro casual numa livraria de Lisboa, segundo o qual ela, *sendo do revirvalho, deveria estar muito feliz.*

Concluída a calibração inicial do RPI, a grande questão consistia em saber o que se iria fazer com o reactor. O escasso pessoal existente tinha sido treinado para operar o equipamento e para apoiar potenciais utilizadores (do Laboratório e do exterior). Competia a estes tirar partido da infra-estrutura disponível, por exemplo, para realizar estudos de difracção de neutrões, medir secções eficazes de reacções nucleares, produzir isótopos radioactivos, etc.

Os grandes animadores da utilização do RPI, na fase inicial da sua exploração, foram investigadores do Serviço de Reactores Nucleares. Sob a orientação de Glenn Brunson, mediu-se a vida dos neutrões instantâneos e a função de transferência do reactor (Dr. Jaime Oliveira), iniciou-se o desenvolvimento de câmaras de cisão miniaturizadas (Dr. José Salgado) e começou a ser projectado um conjunto subcrítico em que seria utilizado urânio produzido em Portugal (Dr. Machado Jorge). Depois, foram produzidas fontes de irídio para a indústria (eu próprio). Com o apoio de Glenn Whan, procedeu-se à determinação de fluxos de neutrões usando fios metálicos (Eng. Lourenço Castro), actividade continuada por mim e pelo Dr. Adriano Pedroso de Lima.

Este procedimento tinha como objectivo fazer “rapidamente” um *mapping* do núcleo, permitindo criar uma rotina para avaliar o consumo do combustível nuclear de uma forma mais expedita do que a usada na calibração inicial da potência do reactor. Mais tarde, esse mesmo objectivo foi conseguido, de forma ainda mais expedita, com recurso à medição da actividade gama total do combustível.

Nota biográfica

Nasceu em Estremoz (1929). Licenciado em Ciências Físico-Químicas (Lisboa, 1954), diplomado em Engenharia Nuclear (Saclay, França, 1957), especialização em Física de Reactores Nucleares (Michigan, EUA, 1959/1960).

Bolseiro do Instituto de Alta Cultura (IAC) no Centro de Estudos de Física Nuclear (Lisboa, 1954-1958). Colaboração com a Junta de Energia Nuclear, como bolseiro do IAC (1958-1960). Admissão na JEN (Setembro de 1960). Orientador dos trabalhos de calibração inicial do RPI (1961-1963). Responsável pela Operação e Exploração do RPI (1961-1972). Director Provincial do LFEN em Angola (Outubro de 1972 a Setembro de 1973).

De Setembro de 1973 a Setembro de 1989, *Senior officer* no Departamento de Salvaguardas da Agência Internacional de Energia Atómica, onde foi responsável pela implementação de salvaguardas de instalações complexas do ciclo do combustível nuclear e pelo desenvolvimento de equipamento e procedimentos para implementação do seu uso na análise não destrutiva de materiais nucleares, sobretudo, de elevado valor estratégico. Algum desse equipamento – que foi desenvolvido em Los Alamos, EUA – foi comercializado pela firma Camberra na sequência de um procedimento de concurso público, exigido nos Estados Unidos para o equipamento desenvolvido com dinheiros públicos.

A partir de Abril de 1990, investigador do ITN, onde voltou a ser responsável pela exploração do RPI após a morte do Eng.º João Batista Menezes, em Julho de 1997. Esta situação manteve-se até Janeiro de 2002, data em que foi substituído pelo Doutor José Gonçalves Marques, actual Director do Reactor.

Outubro de 2003