

"RECORDAÇÕES DAS LUTAS PELA TECNOLOGIA NA PETROBRÁS"

(versão simplificada para circulação pela Internet)

DORODAME MOURA LEITÃO

EPISÓDIO 13 - UMA TENTATIVA DE SE CRIAR TECNOLOGIA NA DÉCADA DE 60 - AS PESQUISAS SOBRE SEPARAÇÃO POR PERMEAÇÃO ATRAVÉS DE MEMBRANAS

O segundo episódio narrado neste item referente ao Aprendizado por Criação, do qual participei pessoalmente, serve para exemplificar as dificuldades de se criar tecnologia em um país em desenvolvimento, fora dos padrões que vimos ao longo deste livro para o processo de evolução tecnológica desses países. O caso refere-se a um esforço desenvolvido por engenheiros da PETROBRÁS na década de 60 do Século XX, ainda ao tempo que a empresa estava nas primeiras etapas de seu processo de aprendizado tecnológico.

Nessa época, surgiu uma oportunidade de se desenvolver uma nova tecnologia motivada por resultados promissores de pesquisas científicas desenvolvidas por engenheiros da PETROBRÁS em teses na COPPE, primeiro curso de mestrado em engenharia do Brasil. Esse foi o caso raro de uma tentativa de se criar tecnologia nova dentro de um processo semelhante aos dos países desenvolvidos em um país que, na época, havia iniciado, há pouco, seu processo de industrialização com tecnologia importada, sob a forma de "caixa-preta". Daí a razão do surgimento das inúmeras incompreensões e dificuldades que sofreu o desenvolvimento desse projeto!

Incluí esse episódio entre os vividos pela PETROBRÁS para o seu desenvolvimento tecnológico, apesar das atividades de pesquisa terem sido desenvolvidas na COPPE/UFRJ, uma vez que seus condutores foram engenheiros da PETROBRÁS, licenciados para o desenvolvimento do projeto e, além disso, a empresa era a potencial usuária dos resultados, caso eles tivessem chegado até a escala comercial.

PRELIMINARES

Nos idos de 1967, O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE), através de seu Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (FUNTEC), chefiado por José Pelúcio Ferreira, depois criador e primeiro Presidente da FINEP e um dos maiores incentivadores do desenvolvimento da tecnologia nacional, procurava estimular a universidade a se aventurar nas atividades de pesquisa de novas tecnologias, além de cumprir seu papel principal de formação de pessoal.

É interessante notar que eles estavam inspirados no modelo clássico de inovação, existente nos países desenvolvidos, através do qual, a evolução tecnológica se inicia nas pesquisas científicas desenvolvidas nas universidades.

O FUNTEC já estava financiando a Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE) em suas atividades pioneiras de realização de cursos de mestrado e doutorado. O objetivo da COPPE era a formação de engenheiros criadores, de modo a poder incrementar os esforços de desenvolvimento tecnológico brasileiro. Contudo, o FUNTEC queria também incentivar a realização de trabalhos de pesquisa tecnológica que pudessem alavancar esse processo de desenvolvimento tecnológico. Dessa forma, procuravam identificar projetos que possuíssem características de pesquisa básica, mas que visassem primordialmente o desenvolvimento de novas tecnologias.

Mais ou menos nessa mesma época, junho de 1967, eu estava terminando minha tese de mestrado em Engenharia Química e os resultados da pesquisa que desenvolvi estavam confirmando as perspectivas favoráveis, encontradas pelo Marcos (Eng. Marcos Luiz dos Santos) meu colega de PETROBRÁS, na sua tese, elaborada no ano anterior, de se utilizar a permeação através de membranas poliméricas para se conseguir a separação de hidrocarbonetos.

Para entender que novas perspectivas eram essas, é necessário que se diga que, até aquela época, toda a literatura sobre o assunto afirmava que ao se reduzir a temperatura da experiência, embora se conseguisse aumentar a seletividade da membrana para uma determinada separação, a vazão dos produtos permeados diminuía constantemente. A grande novidade é que o Marcos encontrou, em suas pesquisas, resultados que indicavam crescimento da vazão do produto permeado na região próxima à condensação dos gases permeantes, além do aumento da seletividade da membrana. ([1]) Esse resultado era tão inusitado que o próprio orientador do Marcos chegou a duvidar deles!

Contudo, as pesquisas de minha tese confirmaram esses resultados para uma gama maior de temperaturas e pressões, além de propor um mecanismo para explicar o fenômeno. ([2]) Com isso, ficaram confirmadas claramente as perspectivas de que se pudesse encontrar condições que

viabilizassem a utilização industrial do processo. Isto é, de que se conseguissem encontrar condições operacionais que favorecessem a existência de uma seletividade expressiva para a separação de hidrocarbonetos, o que significaria menor número de estágios de separação, aliada a maiores valores para a vazão permeada, o que se expressaria em menor área de membrana. Isso poderia proporcionar o surgimento de um processo industrial bem mais barato e simples que os existentes para determinadas separações como, por exemplo, a dos isômeros do xileno, que usa processos complexos e caríssimos.

Tais resultados despertaram o interesse da COPPE e do FUNTEC no sentido de estimularem o prosseguimento das pesquisas com vistas a se tentar desenvolver uma nova tecnologia de separação de hidrocarbonetos.

No julgamento do FUNTEC, um projeto como esse era o ideal para a aplicação de seus recursos no sentido de incentivar o desenvolvimento de tecnologias nacionais. O tema apresentava boas perspectivas de aplicação industrial, seria desenvolvido na universidade, em um órgão progressista e inovador como a COPPE, que já recebia seus recursos para a formação de pessoal, e ainda tinha a participação da empresa, no caso uma estatal (melhor ainda para a ideologia que prevalecia na ocasião, de participação ativa do Estado no desenvolvimento científico-tecnológico), através dos possíveis condutores do projeto.

A COPPE também via com bons olhos a realização do projeto que permitiria maior penetração no FUNTEC, sua maior fonte de recursos na época, além do prestígio de desenvolver um trabalho de desenvolvimento tecnológico em conjunto com a indústria.

Já na PETROBRÁS, as coisas não eram tão claras quanto ao interesse e conveniência no projeto. Ainda não existia nos dirigentes da empresa uma compreensão clara da importância da pesquisa tecnológica. Isso só iria surgir muitos anos depois. Contudo, devido aos resultados de nossas teses de mestrado, o Marcos e eu fomos convidados pelo FUNTEC e pela COPPE para coordenar e conduzir a pesquisa.

Logo me interessei em participar do projeto. Ele apresentava várias características que me atraíam. Primeiramente, porque era uma tentativa concreta de realização de uma pesquisa de inovação tecnológica a nível mundial. Em segundo lugar, o projeto encerrava uma experiência nova naquela época, com a associação de três entidades para desenvolver pesquisa tecnológica: a empresa, através da cessão de dois de seus técnicos, a universidade, pela utilização de suas instalações e o órgão financeiro BNDE/FUNTEC. Além de tudo disso, o assunto seria como que uma continuação de minha tese de mestrado que havia apresentado resultados tão interessantes e promissores do ponto de vista de aplicação industrial.

Com a nossa concordância, a COPPE fez uma sondagem inicial à PETROBRÁS visando a nossa liberação. Isso foi feito quando o Prof.

Coimbra, Diretor da COPPE, convidou o Gen. Varonil, então Diretor da PETROBRÁS, para assistir à minha defesa de tese. O propósito principal desse convite foi, na realidade, obter uma primeira "luz verde" para o projeto por parte da PETROBRÁS.

-

CONCRETIZAÇÃO DO PROJETO

Em julho de 1967, a COPPE elaborou o pedido de financiamento ao BNDE. Nessa ocasião, previa-se, preliminarmente, um tempo de dois anos para o desenvolvimento do projeto. De posse do pedido da COPPE, o BNDE procurou consultar a PETROBRÁS sobre a nossa liberação para conduzir o projeto. Em 8 de setembro, a PETROBRÁS responde ao BNDE concordando com a nossa liberação, contando com a anuência prévia do Departamento Industrial (DEPIN), onde estávamos lotados nós dois, já que, nessa época, o CENPES era subordinado ao DEPIN.

Garantida, pela PETROBRÁS, a nossa liberação, o BNDE dá seu parecer favorável ao financiamento da pesquisa, uma vez que a nossa participação era condição "sine qua non" para a aprovação do projeto. Finalmente, em 13 de novembro, depois dos trâmites burocráticos dentro da Universidade, o BNDE, através do seu Presidente Jayme Magrassi de Sá assina com a Universidade Federal do Rio de Janeiro, através de seu Vice-Reitor, Professor Clementino Fraga Filho, o contrato FUNTEC 26/67, de 13/11/67, para a realização das pesquisas. O assunto foi noticiado nos jornais O Globo e Jornal do Brasil, de 15/11/67.

INÍCIO DO PROJETO

As primeiras atividades que desenvolvemos foi a organização e o planejamento da pesquisa que iria ser desenvolvida. Definimos Diretrizes Básicas que nortearam o estabelecimento dos Programas e os seus Objetivos.

Os Programas foram divididos em duas fases. A primeira trabalhando com produtos puros, tinha a previsão de dez Programas de Pesquisa, para investigar a permeação, difusão e solubilidade em membranas poliméricas de hidrocarbonetos encontrados em misturas industriais, além de estudar a influência de modificações estruturais da membrana durante o processo de permeação.

A segunda fase prevendo se trabalhar com misturas e avaliando-se a viabilidade da sua separação. Nessa segunda fase previa-se, também, o desenvolvimento de uma célula industrial de permeação, a realização de estudos econômicos e até o desenvolvimento de pesquisas com novos polímeros especialmente preparados para o projeto.

É importante se lembrar que esse projeto de pesquisa visava primordialmente o desenvolvimento de uma nova tecnologia para a separação de hidrocarbonetos. Contudo, o conhecimento sobre o assunto estava em fase de pesquisa científica em todo o mundo, naquela ocasião. Tratava-se, portanto, de uma inovação primária a nível mundial.

Dessa forma, ao mesmo tempo em que investigávamos as condições ideais para a separação de várias misturas, tínhamos que nos preocupar em entender e interpretar os fenômenos que íamos descobrindo em nossas pesquisas. Fazíamos pesquisa científica ao mesmo tempo em que desenvolvíamos pesquisa aplicada!

Por esse motivo, publicamos diversos artigos em revistas científicas internacionais para debater os resultados que encontrávamos e as explicações que desenvolvíamos para eles. No Brasil e mesmo em toda a América Latina, não encontrávamos pesquisadores com quem pudéssemos debater nossos resultados!

-

RESULTADOS ([3])

Primeiro ano da pesquisa - 1968

-
No primeiro ano de trabalho, 1968, além de organizarmos a pesquisa com a montagem de um arquivo de artigos técnicos e livros sobre o assunto e a realização de uma programação detalhada de toda a pesquisa, criamos o primeiro laboratório de pesquisa do Programa de Engenharia Química da COPPE, projetamos e montamos os equipamentos para pesquisa de permeação e solubilidade de gases em frigorífico e em estufa e levamos a efeito quatro programas de pesquisa.

Dois desses programas foram desenvolvidos por alunos da COPPE como Tese de Mestrado, com a nossa orientação. Os outros dois foram conduzidos por nós dois.

Nesses quatro programas, estudamos modificações estruturais sofridas pela membrana durante a permeação; pesquisamos a permeabilidade de cinco diferentes membranas ao etano, eteno, propano e propeno; projetamos e construímos uma célula de permeação para as pesquisas, chamada Célula Gêmea, cujo patenteamento foi solicitado pelo BNDE; investigamos a permeabilidade de membranas poliméricas ao hélio e ao metano e pesquisamos a permeação de hidrocarbonetos com quatro átomos de carbono.

Para cada um desses programas foi elaborado um relatório técnico para dar ciência ao BNDE do andamento da pesquisa.

Segundo Ano da Pesquisa - 1969

Em 1969, desenvolvemos e completamos três programas de pesquisa e mantivemos mais quatro programas em andamento. Um dos programas terminados foi desenvolvido, como tese de mestrado sob nossa orientação. Os outros dois programas completados em 1969 foram conduzidos por mim e pelo Marcos. Os programas levados a efeito nesse ano estudaram as modificações físicas obtidas nas membranas quando elas são submetidas a temperaturas abaixo de sua transição vítrea; investigaram a permeação de isômeros do xileno e do etilbenzeno e pesquisaram a solubilidade do propano e do propeno em membranas de polietileno. Para o desenvolvimento de todos esses programas foram projetados e construídos equipamentos e sistemas especiais.

-

Terceiro Ano de Pesquisa - 1970

Durante o ano de 1970 foram conduzidos e terminados quatro programas. Três deles foram conduzidos como Teses de Mestrado orientadas por nós dois. Os programas visaram estudar a solubilidade do etano, eteno e metano e da difusão do metano e hélio em membranas de polietileno; pesquisar a solubilidade e a difusão em polietileno do isobutano, isobuteno, buteno-1 e butano normal; avaliar a separação da mistura propeno/propano em membranas de polietileno, em condições próximas à condensação dos penetrantes e investigar a recuperação do para-xileno de um mistura de isômeros do xileno e etilbenzeno.

AVALIAÇÃO GLOBAL DO PROJETO

Aproximando-se o prazo final da pesquisa e com o objetivo de esclarecer as entidades participantes do projeto sobre os resultados alcançados até aquele momento, foi feita, durante o ano de 1970, uma avaliação global do projeto, a qual mostrou que os dados que haviam sido obtidos até aquela época já provavam a viabilidade técnica do processo para as separações que pesquisávamos. Quanto à viabilidade econômica foi mostrado que ainda não se possuía informações que permitissem fazer uma avaliação confiável.

A avaliação mostrou também que:

- no que diz respeito às vazões permeadas a serem obtidas em escala comercial, os resultados dependeriam do desenvolvimento de células especiais, quando poderiam ser mais bem estudadas as questões relativas à área máxima disponível e à vida útil das membranas;
- havia necessidade de se testar a ocorrência em escala piloto, de certos fenômenos encontrados em escala de laboratório;
- uma avaliação econômica acurada do processo só poderia ser feita com dados de unidade piloto;
- todos os resultados encontrados justificavam o prosseguimento dos estudos, que não deveriam ser interrompidos naquele estágio;
- os contatos efetuados no meio científico nacional e internacional davam uma idéia da importância desses estudos dentro do esforço para se desenvolver ciência e tecnologia no País.

Em face dessas considerações foram feitas as seguintes sugestões:

- A pesquisa deveria ter continuidade na COPPE, em escala de laboratório, com o fim de complementar as experiências iniciadas e permitir maior base para o projeto da unidade-piloto.
- A COPPE, mesmo após o regresso dos pesquisadores para a PETROBRÁS, deveria continuar com os estudos como pesquisa básica. A PETROBRÁS deveria incentivar e auxiliar tal iniciativa.
- A PETROBRÁS deveria continuar com essa linha de pesquisa, projetando e montando a unidade-piloto para tal fim, compreendendo o desenvolvimento de uma célula protótipo de permeação.

Com base nessa apresentação, o BNDE tentou junto à PETROBRÁS a prorrogação de nossa licença para que pudéssemos terminar as pesquisas de laboratório e pudéssemos iniciar a escalada do processo em escala piloto, para verificar a sua viabilidade econômica. Já tínhamos confirmado os fenômenos que ocorriam na proximidade do ponto de

condensação dos hidrocarbonetos, proposto mecanismos para explicar o que ocorria e verificado a viabilidade técnica da separação. Para obter dados que permitissem avaliar a viabilidade econômica precisávamos trabalhar em escala piloto.

Contudo, a PETROBRÁS houve por bem apenas prorrogar a licença do Marcos e eu tive que voltar ao CENPES, abandonando o projeto.

EPÍLOGO

-

Um balanço dos três primeiros anos do projeto mostrou resultados relevantes. Montamos um laboratório de grande porte, com condições de desenvolver pesquisas sobre permeação, solubilidade e difusão de gases e líquidos em membranas poliméricas, desenvolvemos 13 programas de pesquisa, orientamos seis teses de mestrado, elaboramos doze relatórios técnicos e publicamos dezenas de trabalhos técnicos e científicos em revistas nacionais e estrangeiras.

Segundo um levantamento feito por Maria de Nazaré Freitas Pereira em sua Tese de Mestrado ([4]), o projeto teve uma produtividade muito maior em artigos técnicos publicados que o restante dos trabalhos desenvolvidos no Programa de Engenharia Química da COPPE neste período.

E o mais importante de tudo: no final da década de 60, conseguimos desenvolver trabalho de pesquisa básica aplicada no Brasil, visando o desenvolvimento de um processo industrial, em área que ainda estava no seu Aprendizado Operacional! Nossas descobertas sobre os fenômenos que ocorrem no processo de permeação em condições próximas ao ponto de condensação dos permeantes foram consideradas relevantes por "experts" internacionais no assunto, que se interessaram pela publicação de vários artigos nossos nas mais renomadas revistas americanas sobre o assunto! Além disso, recebemos dezenas de solicitações de cópias de nossos artigos de todas as partes do mundo!

É importante se salientar que, apesar das muitas incompreensões e das dificuldades encontradas, recebemos apoio explícito de vários órgãos da PETROBRÁS interessados em nosso trabalho, com cartas de apoio e solicitações de pesquisa de órgãos como o Departamento Industrial (DEPIN), a Superintendência de Industrialização do Xisto (SIX) e a PETROQUISA.

Retornei às minhas atividades no CENPES em janeiro de 1971, depois de três anos de trabalho árduo em que conseguimos resultados de alto nível, tanto em termos científicos, como tecnológicos. Infelizmente, tive que deixar o trabalho no meio do caminho!

O Marcos ainda continuou conduzindo o projeto por mais dois anos, desenvolveu mais alguns programas, orientou teses e iniciou o desenvolvimento de novos equipamentos, mas não conseguiu chegar à escala piloto para verificar a viabilidade econômica do processo.

Tentei continuar o projeto dentro do CENPES, mas não encontrei apoio e senti muitas dificuldades, pois um ano depois de meu retorno, deixei de ser pesquisador para assumir cargo gerencial. Ainda tentei colocar outros pesquisadores no projeto, mas não conseguimos avançar mais do que as pesquisas em nível de bancada de laboratório. Além das dificuldades de se conseguir chegar a uma célula de permeação industrial, a prioridade para nós

naquele momento (1972/1973) passou a ser a instalação do CENPES no Fundão. O projeto parou também no CENPES!

Depois da volta do Marcos, a COPPE incentivou as pesquisas sobre processos de separação por membranas, as quais passaram a constituir uma das áreas mais importantes dentro do Programa de Engenharia Química, conduzida por dois engenheiros que desenvolveram suas teses de mestrado dentro do nosso projeto: Os atuais Professores e Doutores Alberto Cláudio Habert e Ronaldo Nóbrega.

Contudo, a separação de hidrocarbonetos por permeação, nosso principal objetivo, não voltou a ser estudada na COPPE. As pesquisas sobre o assunto continuaram em vários países, ainda por bastante tempo, mas ninguém conseguiu chegar à escala industrial até hoje! Nem no Brasil, nem em nenhum outro lugar do mundo, nosso consolo!

De qualquer maneira, foi uma experiência inesquecível, um grande aprendizado para todos que se envolveram com o projeto e creio que um marco para o esforço tecnológico da época. Embora sem o saber, estávamos dando um "pontapé" inicial, arrojado e pioneiro, embora prematuro, para a mentalidade da época, nas atividades de Aprendizado por Criação da PETROBRÁS!

[1] - Marcos Luiz dos Santos - "Permeação de Hidrocarbonetos Gasosos Através de Membrana de Polietileno", Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, junho de 1966

[2] - Dorodame Moura Leitão - "Solubilidade, Difusão e Permeabilidade de Hidrocarbonetos Gasosos em Membrana de Polietileno: Comportamento na Proximidade da Região de Condensação", Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, julho de 1967

[3] - Marcos Luiz dos Santos e Dorodame Moura Leitão - "Primeiro ao Décimo Segundo Relatórios Sobre o Andamento da Pesquisa Patrocinada pelo FUNTEC 26/67 do BNDE", COPPE - UFRJ, abril de 1968 a abril de 1971

[4] - Maria de Nazaré Freitas Pereira - "Geração, Comunicação e Absorção de Conhecimento Científico-Tecnológico em Sociedade Dependente; Um Estudo de Caso: O Programa de Engenharia Química - COPPE/UFRJ - 1963/1979", Tese de Mestrado, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), 1981