

"RECORDAÇÕES DAS LUTAS PELA TECNOLOGIA NA PETROBRÁS"

(versão simplificada para circulação pela Internet)

DORODAME MOURA LEITÃO

8 - APRENDIZADO POR CRIAÇÃO

Finalmente, depois de percorrer todas as etapas vistas para o seu processo de aprendizado tecnológico, um país em desenvolvimento ou uma empresa deste país, chega ao seu estágio máximo: a criação de uma tecnologia nova.

Antes de chegar a este estágio, a empresa já passou pela importação de tecnologia em "pacote fechado"; já formou equipes de especialistas para aprender a operar as unidades industriais construídas com a tecnologia importada; já aprendeu a construir e operar tais unidades; através da operação, já assimilou a tecnologia importada a ponto de conseguir "desempacotá-la" em seus constituintes básicos; já montou equipes e recursos materiais para fazer projetos básicos e de detalhamento, assim como de pesquisa tecnológica; já conseguiu, enfim, adaptar a tecnologia importada para as condições peculiares do país onde atua.

Depois de percorrer esse longo caminho, a empresa já se acha preparada tecnologicamente para enfrentar desafios semelhantes ao enfrentados pelos países desenvolvidos na criação de uma nova tecnologia.

Neste estágio, a empresa deve identificar os nichos tecnológicos ou "janelas de oportunidade" existentes na área onde atua. Isso deve ser feito com a ajuda de prognósticos tecnológicos, nos quais a empresa tenta identificar as necessidades de novas tecnologias que ela terá no futuro próximo (5 a 10 anos), construir um "estado da arte" das pesquisas existentes no mundo para desenvolver essa tecnologia e iniciar trabalhos de pesquisa tecnológica com objetivos bem definidos. Normalmente os projetos de pesquisa nesses casos precisarão ser de prazos mais longos e geralmente terão características matriciais, envolvendo grande número de conhecimentos dispersos na empresa ou apenas disponíveis em outras instituições.

Nesses casos, certamente haverá necessidade de associação com universidades para o desenvolvimento de conhecimentos científicos que poderão ser necessários para o desenvolvimento da tecnologia, de associação com empresas especializadas em aspectos relevantes da nova tecnologia e/ou organismos internacionais, quando não se dispuser de recursos técnicos no país.

A PETROBRÁS chegou a este estágio em algumas áreas tecnológicas, muitas vezes sem ter a real noção da evolução do seu processo de aprendizado tecnológico. Por isso, foi importante a conscientização deste estado de coisas dentro do CENPES e os esforços feitos a partir de 1985 para adaptar os métodos de gerência tecnológica do órgão a essa situação. Tal iniciativa foi fundamental para permitir que a PETROBRÁS pudesse entrar em áreas selecionadas no restrito campo da inovação primária a nível mundial.

Por este motivo, destacamos como um dos episódios recordados neste livro, a criação da Divisão de Planejamento e Administração Tecnológica (DIPLAT), a qual serviu de catalisadora do processo de mudança gerencial para permitir ao CENPES e à PETROBRÁS entrarem conscientemente nos estágios finais do seu processo de aprendizado tecnológico, com o desenvolvimento de projetos de inovação secundária e primária.

Os episódios que serão narrados dentro dessa etapa de Aprendizado por Criação não estarão restritos ao campo da refinação de petróleo, objeto principal dessas recordações. A criação de novas tecnologias na área de refino está quase que restrita à inovação secundária, ou seja, à adaptação de processos existentes para novas realidades de mercado e matéria prima, diversas daquelas que prevaleceram no desenvolvimento do processo original. Por esse motivo, serão apresentados episódios ligados a outras áreas de atuação da PETROBRÁS.

EPISÓDIO 12 - O DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA PARA INDUSTRIALIZAÇÃO DO XISTO

O primeiro episódio recordado neste item referente ao Aprendizado por Criação diz respeito a uma exceção à regra seguida pela PETROBRÁS para o seu processo de evolução tecnológica. Ele, no entanto, é incluído na recapitulação do processo de evolução tecnológica da PETROBRÁS pelas características peculiares que caracterizaram sua evolução.

Referimo-nos às atividades de pesquisa desenvolvidas para a industrialização do xisto. Nesse caso, a empresa iniciou a sua atividade de investigação e desenvolvimento tecnológico seguindo um processo semelhante aos dos países desenvolvidos, uma vez que a tecnologia desejada não existia em nenhum país do mundo.

Quando a PETROBRÁS começou a funcionar em 1954, recebeu do Conselho Nacional do Petróleo (CNP) várias das atividades desenvolvidas por aquele órgão. Entre elas estavam as pesquisas que já haviam sido iniciadas para industrializar o xisto betuminoso brasileiro. Na PETROBRÁS, o assunto mereceu um tratamento em separado dos esforços desenvolvidos para implantar a indústria de petróleo. Foi criada uma Superintendência para a

Industrialização do Xisto (SIX) que desenvolveu um novo processo tecnológico para obter gás e óleo a partir do xisto brasileiro.

O XISTO

O xisto ou folhelho pirobetuminoso, de acordo com sua classificação geológica, é uma rocha sedimentar que contém uma substância orgânica chamada querogênio, dentro da sua base mineral. O interesse pelo xisto advém, pois, do fato de que existe a possibilidade de se extrair a matéria orgânica do xisto, sob a forma de óleo e/ou gás, mediante seu aquecimento a altas temperaturas, em um processo conhecido como pirólise ou retortagem.

No Brasil, existem ocorrências de xisto em vários estados, tais como: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, S. Paulo, Bahia, Alagoas, Ceará, Maranhão, Amazonas, Pará e Amapá.

Devido à ocorrência de tantas jazidas de xisto no Brasil, desde 1884, são conhecidas tentativas de se explorar comercialmente tais ocorrências, sem sucesso, contudo. Foram feitas tentativas com o xisto de Maraú na Bahia e com o xisto do Vale do Paraíba em S. Paulo. Na década de 40 do século passado, foram feitas novas tentativas nos estados de S. Paulo e Paraná. ([1])

Em 19 de setembro de 1950, o Governo Brasileiro criou a Comissão de Industrialização do Xisto Betuminoso (CIXB) com a finalidade de construir no Vale do Paraíba uma usina para produzir 10.000 barris por dia de óleo de xisto. Contudo, depois de se assegurar que os métodos existentes em outros países não se adequavam ao xisto do Vale do Paraíba, a CIXB decidiu construir uma usina piloto em Tremembé. Em 1951, a CIXB passou a integrar o Conselho Nacional de Petróleo (CNP). Finalmente, em 1954, os trabalhos da CIXB passaram para a responsabilidade da PETROBRÁS que começou a funcionar naquele ano. (1)

Para gerir as questões relacionadas com o xisto, a PETROBRÁS criou a Superintendência de Industrialização do Xisto (SIX). Em 13 de dezembro de 1955, a SIX inaugurou a Estação Experimental de Processamento Monteiro Lobato em Tremembé, para desenvolver os estudos e experiências de desenvolvimento de uma nova tecnologia de retortagem do xisto adequada aos xistos brasileiros.

Em 1959, ao terminar o Curso de Refinação, eu tive a oportunidade de visitar as instalações da SIX em Tremembé para fundamentar a escolha do local onde gostaria de trabalhar depois do curso. Embora atraído pela SIX devido às características de seu trabalho investigatório, preferi ir para Mataripe, onde aplicaria melhor os conhecimentos adquiridos no curso. Fiquei, no entanto, muito bem impressionado com o trabalho lá desenvolvido!

As experiências realizadas em Tremembé com outros xistos brasileiros e estudos técnico-econômicos realizados acabaram por indicar que

a prioridade para a continuação dos trabalhos da SIX deveria se concentrar no xisto do Irati, no estado do Paraná.

Por outro lado, tais estudos permitiram também que se caracterizasse um processo de retortagem desenvolvido em escala piloto e que a PETROBRÁS patenteou no Brasil e em vários países. A tecnologia desenvolvida ficou conhecida como Processo PETROSIX.

O PROCESSO PETROSIX

Para permitir a escalada ("scale-up") do processo PETROSIX, decidiu-se, na ocasião, construir-se uma usina protótipo para fazer seu desenvolvimento com segurança. A Usina Protótipo do Irati (UPI) foi construída em S. Mateus do Sul, estado do Paraná. Com isso, a SIX deslocou-se de Tremembé para Curitiba e São Mateus. A usina ficou pronta em 1972 e começou sua operação para confirmar os dados obtidos para o Processo PETROSIX em escala piloto. A usina foi projetada para processar 2.200 toneladas de xisto e produzir 1.000 barris de óleo por dia.

É importante lembrar que a UPI compreende, além da retorta para pirolisar o xisto, instalações para mineração, tratamento do minério, recuperação do óleo pesado e leve, rejeito do xisto retortado, dessulfuração dos gases e recuperação do enxofre e demais apoios operacionais e administrativos. Trata-se de um complexo industrial de grande porte, o maior do mundo em escala demonstração.

A UPI operou, obtendo dados para a confirmação da viabilidade técnica do Processo PETROSIX até 1981, chegando a mais de 45.000 horas de operação. As informações obtidas na UPI permitiram a elaboração do projeto básico de um empreendimento industrial para a produção de 50.000 barris por dia de óleo de xisto

A tecnologia desenvolvida pela PETROBRÁS para industrializar o xisto brasileiro mereceu a atenção de vários países, inclusive dos Estados Unidos, detentor da maior jazida de xisto do mundo. No início da década de 80, no auge da crise do petróleo, quando o seu preço disparou, várias empresas estrangeiras visitaram a UPI e iniciaram negociações com a PETROBRÁS para testar outros xistos com a tecnologia PETROSIX. Nessa época, o desenvolvimento de fontes de energia complementares ao petróleo encontrava-se com prioridade em todo o mundo e o processo PETROSIX sobressaía como uma alternativa importante no julgamento de todos. Era a maior experiência feita com vistas à utilização do xisto como fonte de energia em todo o mundo!

Contudo, os preços do petróleo começaram a cair e as alternativas que estavam sendo avaliadas para complementar o petróleo como fonte de energia começaram a ser abandonadas até que uma outra crise devido aos altos preços do petróleo surja novamente. No caso brasileiro, a descoberta de grandes jazidas de petróleo na plataforma continental e o

aumento da produção nacional também colaboraram para que as tentativas de produção de outras fontes de energia fossem abandonadas.

No caso do Processo PETROSIX, os custos esperados para a produção do óleo de xisto eram competitivos com os do petróleo naquela época. Contudo, havia o inconveniente dos altos custos da construção da usina industrial, em torno de 1,5 a 2 bilhões de dólares! Além do mais, a produção de óleo de xisto acarretaria uma gigantesca movimentação do solo, com sérios problemas para o meio-ambiente. Para cada barril de óleo produzido ter-se-ia que movimentar 2,2 toneladas de xisto e mais o capeamento da jazida e a camada intermediária existente entre as camadas de xisto. Isso acarretaria a movimentação de 5 a 6 toneladas de sólidos para cada barril de óleo produzido!

Dessa forma, o fim da crise do petróleo e o aumento da produção do petróleo nacional, fizeram com que a industrialização do xisto ficasse em compasso de espera.

PESQUISAS COMPLEMENTARES DESENVOLVIDAS NO CENPES SOBRE A UTILIZAÇÃO DO XISTO ([2])

A participação do CENPES no desenvolvimento da tecnologia de aproveitamento do xisto iniciou-se no começo da década de 60, quando foi possível garantir a reprodutibilidade das características do óleo obtido no processo.

Tratamento do óleo

Nessa época, o óleo começou a ser avaliado no CENPES, evidenciando-se a presença de compostos nitrogenados, sulfurados e oxigenados, além de elevadas quantidades de hidrocarbonetos olefínicos e aromáticos que são originados pela pirólise da matéria orgânica. Nessa ocasião, surgiram as preocupações com o destino a ser dado ao óleo produzido, cujas características divergem fundamentalmente das do petróleo de poço.

Devido a essas características, as primeiras experiências desenvolvidas no CENPES foram no sentido de misturá-lo em pequenas proporções (10 a 20 % em volume) com petróleo baiano e verificar a influência dessa diluição nas propriedades do óleo. Verificou-se que, mesmo em baixas proporções, (2 a 5 % em volume) o óleo de xisto conferia forte instabilidade química aos cortes obtidos desta mistura.

Foram realizadas, também, experiências com o tratamento do óleo de xisto com soluções de hidróxido de sódio e ácido sulfúrico numa tentativa de aumentar a estabilidade desse óleo. Os resultados, contudo, não foram favoráveis devido ao alto consumo de reagentes e grandes perdas de produto.

A opção que se seguiu na investigação do tratamento do óleo de xisto foi a utilização do processo de hidrogenação catalítica para a fração mais

leve do óleo e o coqueamento retardado para a fração mais pesada. A partir dessa época (1967) ficou acertado que ao CENPES caberia estudar o desenvolvimento de um esquema de refino para o óleo de xisto.

Dessa forma, o estudo do esquema de refino para o óleo de xisto proporcionou ao CENPES excelente oportunidade para desenvolver maiores conhecimentos sobre os processos de hidrogenação e coqueamento. Foi, então, desenvolvido o projeto de uma unidade piloto contínua de hidrogenação e de uma unidade piloto de coqueamento, esta última a partir de experiências em bancada. Foram também iniciadas as experiências com a preparação experimental de catalisadores para o processo de hidrogenação.

Esses estudos e experiências com a refinação do óleo de xisto levaram alguns anos. Foram testados diversos tipos de catalisadores e condições operacionais. Conseguiu-se obter baixos teores de nitrogênio e enxofre e razoável estabilidade química nos produtos tratados. Foram testados também diversos óleos obtidos em condições diferentes de retortagem do xisto.

Todo esse trabalho representou o acúmulo de considerável "know-how" nos processos de hidrogenação catalítica e coqueamento retardado, além de permitir um conhecimento de grande importância sobre o comportamento do óleo de xisto brasileiro em face desses tratamentos.

Os resultados alcançados levaram a que se decidisse, em um primeiro estágio, que o esquema de refino do óleo de xisto deveria visar a obtenção de um "cru sintético", ou seja, um óleo tratado mais brandamente de forma a ter condições de ser misturado ao petróleo a ser processado na Refinaria de Araucária - REPAR, com vistas à obtenção dos produtos finais em especificação.

A partir desse momento, foram selecionados dois possíveis esquemas de refino os quais foram pesquisados durante dois anos, permitindo o levantamento de todas as informações necessárias para a sua avaliação econômica dentro do empreendimento global de industrialização do xisto. Foram também levantados dados para um possível projeto básico da unidade de hidrogenação, a ser feita pelo CENPES.

Tratamento do gás

O gás de xisto é outra importante fonte de energia e mereceu a atenção do CENPES em seus estudos para viabilizar o empreendimento do xisto. Foi realizada uma pesquisa que mostrou a viabilidade do uso desse gás como matéria prima para a obtenção do hidrogênio necessário para o processo de hidrogenação do óleo. Foram feitas também experiências sobre o tratamento desse gás com vistas à redução dos teores de enxofre.

Finos do xisto

Outra área de pesquisa sobre o a utilização do xisto é a processamento dos finos de xisto. Esses finos são resultantes da moagem do

xisto e são partículas de granulometria abaixo da recomendada para uso na retortagem pelo processo PETROSIX. O CENPES estudou a possibilidade de gaseificar esses finos. Estudos em escala de bancada mostraram a viabilidade desse processo em reatores de leito arrastado.

CONCLUSÕES

Este episódio descreve, resumidamente, um caso de inovação primária conseguido pela PETROBRÁS. Motivou esse desenvolvimento o fato do Brasil possuir a segunda reserva mundial de xisto e o fato de não existir tecnologia disponível para o aproveitamento do xisto brasileiro como fonte de energia. Devido ao porte do empreendimento, ao seu custo e ao tempo requerido para o seu desenvolvimento, tal evento só foi possível, por tratar-se a PETROBRÁS de uma empresa estatal voltada para o desenvolvimento brasileiro.

O processo desenvolvido foi um sucesso técnico, não tendo sido utilizado comercialmente apenas por questões econômicas, já que o petróleo ainda continua imbatível, tanto técnica, como economicamente, como fonte de energia para as necessidades das sociedades atuais. **O episódio serviu, no entanto, para mostrar a capacidade do povo brasileiro de resolver seus problemas tecnológicos.**