

Processo de Aprendizado Tecnológico na Periferia: o caso da Petrobrás*

Adriana Gomes de Freitas**

Resumo

Este trabalho analisa os esforços em Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia Básica (P,D&E) da Petrobrás para fazer face à Exploração e Produção (E&P) na fronteira das águas profundas. As iniciativas da empresa levaram a criação de uma carteira de projetos conhecida como Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas - Procap. A agenda de pesquisa do Procap permitiu efetuar um salto tecnológico através dos sistemas flutuantes de produção utilizando as plataformas semi-submersíveis. Esta experiência está estreitamente relacionada com o Centro de Pesquisa da companhia- CENPES. Portanto, meu trabalho investiga estes acontecimentos compreendendo principalmente a atuação deste órgão de P, D&E e o estabelecimento de relações com outras instituições de C&T e empresas para o desenvolvimento do Procap. Por último, avalia-se a capacitação lograda com este programa tecnológico e a mudança observada no comportamento da empresa nacional frente à inovação.

Introdução

As atividades de Exploração e Produção (E&P) marítimas vêm alcançando espaço significativo na indústria petrolífera mundial. No final da década passada, essas atividades já eram responsáveis por pouco mais de um quarto da produção intencional de hidrocarbonetos e grandes companhias têm atuado em regiões submersas. Portanto, as E&P submarinas não podem ser simplesmente tomadas por iniciativas esporádicas, inviabilizadas completamente nos períodos em que os conflitos existentes nas principais áreas produtoras, particularmente no Oriente Médio, são atenuados. Da mesma forma, também podem ser questionados os argumentos que consideram possível a reversão das atividades de E&P submarinas nos momentos em que a OPEP passaria a praticar preços menores que, de certa maneira, inibiriam os projetos de investimento nas áreas marítimas. Vale ressaltar que as intervenções marinhas não se reverteram após o contra-choque internacional do petróleo no mercado internacional(1986), que promoveu redução e estabilização dos preços desse insumo.

A consolidação das atividades offshore pode ser definida como uma estratégia das companhias petrolíferas internacionais que procuram expandir suas reservas e produção, face ao declínio no nível das reservas de hidrocarbonetos em terra. O crescimento das atividades de E&P submarinas tem aumentado a realização de esforços tecnológicos que, por sua vez, tem afetado estas atividades principalmente em dois níveis: i) diminuição significativa do custo dos projetos de investimento; ii) aumento no fator de sucesso das descobertas de jazidas. Nessa linha, vale destacar que a indústria de E&P submarina tem se caracterizado pela aplicação intensiva de conhecimentos científicos e tecnológicos.

A partir destas considerações, o objetivo deste trabalho volta-se à compreensão da natureza dos esforços que a Petrobrás vem realizando em E&P, visando entender a capacitação tecnológica alcançada para viabilizar a produção de petróleo em águas profundas. Para analisar o caso da Petrobrás, tomar-se-á como instrumental de análise a bibliografia que versa sobre o processo de mudança técnica nos países do Terceiro Mundo.

Pressupostos da Análise

A discussão sobre a mudança técnica adquiriu relevância, particularmente, a partir das considerações realizadas por Schumpeter. Como argumentou Katz (1975), a análise do progresso técnico como peça-chave para a compreensão do desenvolvimento inaugurou um novo campo de investigação na teoria econômica moderna.

A preocupação crescente em desvendar a natureza da mudança técnica, estimulou a realização de pesquisas com respeito às características essenciais da inovação na indústria. Estas investigações

* Este artigo é uma síntese com pequenas modificações da minha dissertação de mestrado. Gostaria de agradecer pelas contribuições e sugestões, ao prof. Dr. Sinclair Mallet- Guy Guerra e ao Prof. Dr. André Tosi Furtado. A responsabilidade pelas idéias que constam no texto pertencem ao autor. Para maiores detalhes ver Freitas, 1993.

** Economista, mestre em Política Científica e Tecnológica (IG/DPCT/UNICAMP), doutoranda pela Área Interdisciplinar de Sistemas de Planejamento Energético (AISPE/FEM/ UNICAMP).

evidenciaram distintos níveis de desempenho e apropriação de tecnologia, nos países mais atrasados em relação aos países desenvolvidos. Durante certo período, os aspectos relativos ao progresso técnico nas economias em desenvolvimento eram tratados com relativa negligência, devido ao predomínio de adaptações e pequenas modificações em tecnologias estrangeiras. Segundo Lall (1982), a mudança técnica que vem ocorrendo no Terceiro Mundo rompe o conceito clássico schumpeteriano de inovações radicais (major innovation) marcadas por profundas descontinuidades e, por sua vez, implicam modificação do processo técnico. Vale ressaltar que a limitação deste conceito de inovação retardou o exame das mudanças que estavam ocorrendo nos países subdesenvolvidos, consequentemente, ocultava a riqueza e diversidade dessas experiências. De fato, os esforços dos países semi-industrializados se caracterizariam basicamente por imitações, adaptações e pela geração de conhecimento de natureza incremental (minor innovation), o qual vem permitindo surpreendente elevação na produtividade sobre a mesma estrutura industrial.

A partir da década de 1970, ampliaram-se, na agenda internacional de pesquisa espaço dedicado à investigação das formas de difusão técnica no Terceiro Mundo. As pesquisas realizadas por Katz (vários anos), Araújo Jr. (1976), Lall (1982), Dahlman Westphal (1982), Bell (1984), Fransman (1984), Fonseca (1987) e Enos e Park (1988), entre outros, tornaram-se marco de referência na análise sobre o desempenho logrado por essas economias. Uma das características marcantes desses trabalhos, deve-se a força de seus argumentos repousar em análises de fatos empíricos e pela abordagem descritiva das modificações realizadas à nível das unidades industriais. Estes estudos contribuíram de maneira crítica à rigidez da tradição schumpeteriana, ao colocar em evidência a geração de tecnologias e performances relevantes em setores produtivos dos países retardatários. Como concluiu Katz em vários trabalhos.

A consolidação dos setores de tecnologia madura nos países de industrialização recente ocorreu através da adoção de mecanismos (formais e informais) de transferência tecnológica: i) importação de bens de capital na forma de pacotes tecnológicos (com seus blueprints); ii) contratos de licenciamento e/ou joint-ventures; iii) envio de técnicos para realização de programas de treinamento/estágios e cursos de pós-graduação; iv) recursos destinados às atividades de P&D e/ou criação de centros de pesquisa na própria companhia; v) estabelecimento de fluxos de informação com instituições C&T, para ter acesso a periódicos técnicos; v) contrato com empresas de engenharia e indústrias visando a realização de projetos do sistemas e desenvolvimento de equipamentos sofisticados.

Posteriormente, esses setores industriais passariam a consolidar seus conhecimentos nas atividades operacionais. O processo pelo qual as unidades produtivas adquiririam competência na utilização da tecnologia tornou-se conhecido no trabalho de Arrow (1962) como learning by doing. Para este autor, o processo de aprendizagem técnica que ocorre a nível da firma era resultante da produção acumulada durante o tempo de funcionamento de uma planta industrial. Como destaca Bell (1984), surgiram outras abordagens que ampliaram essa concepção de aprendizagem, compreendendo-a como meio pelo qual indivíduos e/ou órgãos das unidades industriais atuam visando aprofundar o conhecimento existente, como também introduzir novos processos. Sendo assim, os processos de learning passariam a expressar orientações/estratégias das unidades industriais com o propósito de aumentar sua capacidade de manejo tecnológico e/ou incorporarem mudanças técnicas.

Segundo Lall (1982), os esforços de aprendizagem poderiam promover alterações na base técnica na medida em que se adquire o domínio sobre determinados produtos e/ou processos, iniciativas estas relacionadas, com os processos de aprendizagem centrados no projeto básico. Para compreender a concepção técnica de um determinado equipamento e/ou processos técnicos são necessárias ações que permitam o desenvolvimento de habilidades voltadas à execução do projeto básico, possibilitando compreender princípios essenciais que explicam a natureza da tecnologia. Estas iniciativas voltam-se na direção do know-why¹. Essas habilidades podem ser, na sua grande maioria, obtidas mediante a abertura da caixa preta da tecnologia que promove a absorção de conhecimentos essenciais ao redesenho do projeto básico original de complexos equipamentos/processos. Nesses esforços estão

¹ Lall emprega os termos know-how e know-why para expressar níveis distintos de capacitação técnica. O know-how permitiria alcançar domínio em aspectos relacionados ao funcionamento de equipamentos, com a finalidade de aumentar a capacidade de produção. Todavia, este conhecimento não possibilita efetuar modificações a nível do lay-out da planta industrial, bem como introduzir e/ou retirar de equipamentos nas principais partes do processo dessas unidades de produção. Para tanto, torna-se necessário realizar esforços para o entendimento das propriedades da tecnologia, particularmente a compreensão das características que definem e determinam a arquitetura e aplicação do equipamento. Nesse sentido, procura-se alcançar o know-why orientando as iniciativas para pesquisa das características físicas e químicas no tocante à concepção desses equipamentos.

envolvidos conhecimentos em engenharia básica, sistema de C&T, infra-estrutura em P&D, empresas de engenharia e a presença do setor de bens de capital consolidado no país².

A bibliografia que aborda o progresso técnico no Terceiro Mundo procura ressaltar que determinados países atrasados introduziriam modificações em tecnologias estrangeiras, como também mostra a geração de capacitação endógena de conhecimento técnico. Essa bibliografia procura negar automatismo frente ao conhecimento tecnológico, além do que demonstra profunda diferenciação na estrutura sócio-econômica dos países em desenvolvimento, logo a presença de distintas capacitações tecnológicas nestas economias. Em vários textos, particularmente no estudo realizado por Lall (1982), são ressaltadas as limitações desses processos de aprendizagem na redução do hiato existente nos países subdesenvolvidos em relação aos países industrializadas. Portanto, essas investigações não tratariam do desenvolvimento tecnológico em economias atrasadas como uma eventualidade, mas partindo de constatações reais sobre as perspectivas históricas de cada país, contribuindo à discussão do progresso técnico na periferia.

Lundvall(1988) tece alguns argumentos favoráveis aos processos de aprendizagem, aplicáveis tanto pelos países desenvolvidos como pelos em desenvolvimento. Na opinião desse autor, tais processos possibilitam o levantamento dos gargalos e problemas técnicos que contribuiriam na montagem de uma agenda de pesquisa voltada à inovação. Outra grande vantagem desses processos deve-se ao suporte que proporcionam na formação de conhecimentos utilizados para o desenvolvimento de novos produtos e processos. Por último, vale destacar que os resultados alcançados pelos processos de aprendizagem em determinados setores produtivos também podem vir a beneficiar outros setores.

A partir dessas colocações, passa-se à definição do conceito de capacitação tecnológica. Como destacou Santos FQ(1991), o termo capacitação tecnológica expressaria as capacidades existentes na firma para adquirir, assimilar, usar, adaptar, mudar ou criar tecnologia, em três esferas: i) nas atividades de rotina da empresa; ii) na realização de projetos de investimento; iii) no desenvolvimento de inovações. No caso, uma determinada firma utilizaria domínio tecnológico existente em processos de aprendizado, para gerar novas capacitações tecnológicas. Dessa forma, a fim na passa a ser analisada como unidade inovativa. Este fenômeno explica-se, em certa medida, devido à natureza intrínseca da tecnologia que tem uma parcela significativa de conhecimento implícito. Portanto, existiria uma parte intransferível desse saber, conforme argumentou Katz (1987). Nessa direção, os trabalhos de Nelson & Winter (1982) defendem a presença de características implícitas no conhecimento tecnológico que não se transmitiriam simplesmente através de complexos equipamentos, blueprints, treinamentos, entre outros. De fato, o corpo de informações não passíveis de transferências pelos meios formais foram chamadas por estes autores de aspectos tácitos e idiossincráticos da tecnologia. Vale salientar a contribuição desses estudos, pois colocam em discussão questões relativas ao processo de transferência parcial da tecnologia, portanto da necessidade de esforço interno visando à absorção do conhecimento estrangeiro.

Para analisar os esforços offshore em águas profundas, torna-se necessário compreender processos de aprendizagem tecnológica e as articulações da Petrobrás com as mais diversas instituições participantes desse processo de inovação.

Evolução das Atividades Offshore no Brasil

Em meados da década de 1950, a Petrobrás realizou suas primeiras pesquisas exploratórias ao longo da plataforma continental. As equipes do Departamento de Exploração (Divex/Dexpro) atuavam nas áreas de geologia de superfície e subsuperfície, geofísica, levantamentos sísmicos e geologia de petróleo. Posteriormente, foi adquirido um navio-Petrobrás I-para efetuar sondagens e perfurações marítimas (Moura, e Carneiro, 1976).

Em 1968, foi encontrado o primeiro reservatório marítimo conhecido como campo Guaricema. Essa jazida localiza-se no litoral de Sergipe, sob lâmina d'água de 30 metros (Valença, 1989). Essa descoberta contribuiu significativamente para ampliar as pesquisas na margem continental, particularmente nas Bacias de Sergipe-Alagoas, Potiguar e Campos. As intervenções submarinas concluíram 295 poços exploratórios, entre 1968-1975, dos quais 42,71 % nas imediações de Sergipe, cerca de 10,17% no litoral da Bahia e no Rio de Janeiro. Esses esforços possibilitaram a delimitação de 14 jazidas marinhas, a saber: 2 campos marítimos na Bacia Potiguar e na Bacia de Alagoas, 6 acumulações na Bacia de Sergipe e, finalmente, 4 na Bacia de Campos.

Em virtude da descoberta de jazidas na Plataforma Conôntental, a Divisão de Produção (Dipro/Dexpro) iniciou estudos para a definição das plataformas fixas que seriam instaladas na Bacia de

² Como analisou Rosenberg (1982), em determinados setores o conhecimento de sofisticados equipamentos por parte do usuário permitiria ao produtor adaptar e/ou melhorar seu desempenho. Para tanto, seria necessário maior relacionamento entre fornecedores e usuários de equipamentos, como aponta estudos realizados por Lundvall (1988).

Sergipe. Para isso, a firma americana A.H. Glenn and Associates foi encarregada de efetuar trabalhos de meteorologia e oceanografia naquela região. As informações ambientais coletadas possibilitariam a seleção da jaqueta, estacas e do convés da plataforma. A elaboração do projeto básico desses sistemas de produção foi encomendado junto a uma empresa projetista estrangeira, todavia os engenheiros da companhia nacional (Dipro/Dexpro) participaram dos programas de estágio/ treinamento montados pela firma contratada (Vasconcellos, 1973). As primeiras instalações de produção offshore se destinavam para os campos Guaricema, Caioba, Camurim e Dourado. Estas plataformas fixas caracterizavam-se por serem estruturas de pequeno porte para lâminas d'água³ (LDA's) entre 30-50 metros.

Para compreender os esforços da Petrobrás relacionados à implantação de sistemas marítimos de produção, deve-se destacar os aspectos que se referem ao ciclo de desenvolvimento desses sistemas. Em primeiro lugar, esse ciclo envolve um número expressivo de atividades que vão da elaboração do projeto básico até a montagem. Conforme foi mencionado anteriormente, os projetos de investimento nas regiões submersas podem demorar de 4 a 6 anos até que permitam o aproveitamento econômico de uma jazida. Em segundo lugar, as pesquisas exploratórias no país revelavam a presença de acumulações maiores de petróleo e gás na Bacia de Campos, onde predominam as áreas de maior profundidade. Consequentemente, essa região demandava concepções tecnológicas que possibilitassem a empresa atuar em áreas mais profundas, se comparadas àquelas encontradas no litoral Norte-nordeste.

A Petrobrás procurou conhecer novos sistemas de produção que lhe proporcionassem a extração do petróleo e gás natural de acumulações marinhas no menor espaço de tempo e, por sua vez, adequadas às condições ambientais dessas regiões. No ano de 1975, foram inauguradas iniciativas nessas áreas, particularmente na Bacia de Campos. De fato, técnicos da empresa assistidos por uma companhia de consultoria estrangeira desenvolveram um sistema provisório de produção para o campo Garoupa, utilizando navio de sondagem adaptado para realizar produção. Estas ações da Petrobrás coincidiram, de certa maneira, com a instalação internacional dos primeiros sistemas flutuantes de produção, sendo que nestes últimos empregavam-se plataformas semi-submersíveis.

Por volta do ano de 1977, as plataformas semi-submersíveis passaram a ser utilizadas no país como unidades temporárias de produção de óleo bruto e gás natural, também conhecidos como sistema de produção antecipada (SPA's). No caso, o primeiro SPA's entrou em operação no campo de Enchova (Bacia de Campos), desenvolvido e instalado pela empresa nacional com assistência técnica externa. Os SPA's são sistemas provisórios de extração de óleo bruto e gás natural, que permitem abreviar o desenvolvimento da produção dos reservatórios marítimos. Ademais, estes sistemas reduzem os riscos associados aos projetos de investimento dos sistemas definitivos de produção (SDP's), visto proporcionarem melhor conhecimento das características geológicas e do potencial energético das jazidas. A partir da avaliação da estrutura e dimensão do reservatório proporcionada pelos SPA's, torna-se possível definir a viabilidade dos SDP's, estes últimos constituídos por plataformas fixas.

A primeira metade da década de 1980 foi marcada pela expressiva participação dos recursos destinados às atividades de exploração e Produção (E&P) nos investimentos anuais da empresa, principalmente daqueles voltados às regiões marítimas. Nesse período, as áreas de E&P passaram a responder por mais de 70,0% dos investimentos. Vale ressaltar que os anos 1981 e 1982, caracterizaram-se pela alocação de recursos mais significativa para essas áreas, os quais representaram 83,22% e 81,33% (gastos com investimento), respectivamente. A tabela I, mostra a evolução dos investimentos e a participação das atividades de E&P no volume de gastos anuais.

A elevação nos investimentos em E&P tinha como finalidade a rápida ampliação da extração local de hidrocarbonetos. Para tanto, a companhia nacional considerou estratégico intensificar a aplicação de sistemas de produção antecipada ao longo da margem continental brasileira. Entre 1977-1983, 14 SPA's entraram em operação no país, sendo que 9 foram instalados na região de Campos. Paralelamente, encontravam-se em desenvolvimento os sistemas definitivos de produção da Bacia de Campos. Estes SDP's compreenderiam o desenvolvimento dos campos de Garoupa, Namorado, Cherne, Enchova e Pampo, através da instalação de 7 plataformas fixas de grande porte em lâminas d'água de 110 até 175 metros. Após a montagem dos SDP's, estes assumiriam a produção realizada pelos SPA's nesses 5 campos submarinos. Quanto aos SDP's, no período 1970-1983, foram instaladas 39 plataformas fixas no país, principalmente nas imediações dos Estados de Sergipe, Rio Grande do Norte⁴ e no Rio de Janeiro (Alvarenga, 1985).

³ LDA's refere-se à distância entre o solo marinho e o nível d'água.

⁴ A empresa nacional instalou duas plataformas fixas de concreto, visando investigar o potencial de aplicação dessas estruturas no país. Para tanto, estas plataformas foram montadas nos campos de Ubarama e Agulha.

Tabela I - Investimentos da Companhia Nacional em E&P de 1980-1985 (Milhões de US\$/1991)

ANOS/INVESTIMENTOS	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Atividade de E&P (1)	1.326	2.480	3.494	2.380	1.540	1.539
Companhia (2)	1.872	2.980	4.296	3.123	1.985	1.846
Percentual (1)/(2)	70,83	83,22	81,33	76,21	77,58	83,37

Fonte: FURTADO, 1991

A oferta interna de hidrocarbonetos elevou-se, entre 1980-1985, graças ao incremento na produção diária de 182 para 546 mil barris diários (bpd), o que corresponde à taxa de crescimento de 300%. Este considerável aumento na extração local deve-se aos campos marinhos. No ano de 1980, a produção terrestre representava 58,8%, ao passo que as jazidas submarinas respondiam por 41,2% da oferta doméstica. Ao longo da década, deu-se expressiva reversão no volume de óleo bruto extraído no país, graças a participação das reservas marítimas na formação da oferta interna. Em 1985, cerca de 71,8 % da produção do petróleo nacional era retirado do mar. Como mostra a tabela II, outro aspecto importante a destacar nesse período, trata-se da taxa média de crescimento (1980-1985) da produção marítima e terrestre. De fato, o crescimento dos reservatórios submarinos e terrestres foi da ordem de 39,63 % e 7,59%, respectivamente.

A elevação significativa da produção offshore no país, que marcou o último decênio, resulta da extração realizada na Bacia de Campos. De fato, entre 1977-1985, a produção acumulada dessa região alcançou 290 milhões de barris de petróleo. Com relação a infra-estrutura física, a Bacia de Campos dispunha de 7 plataformas fixas e 11 SPA's, o que representa o investimento de US\$ 7 bilhões de dólares (preços de 1985) imobilizados naquela localidade. Quanto às estimativas da companhia no tocante ao custo de produção em águas rasas, este declinava de US\$ 10-15 para US\$ 10-12 por barril (Oliveira, 1985). Nesse período, os SPA's eram responsáveis por 42% da produção nacional de óleo bruto.

Como pôde ser observado, as taxas de crescimento da produção no mar apresentavam rápida capacidade de ampliação da extração de óleo no país. Mesmo assim, a oferta local de hidrocarbonetos ainda caracterizava-se pela participação secundária na demanda nacional. De fato, a produção nacional representava, em 1983, algo em torno de 34,0% do consumo interno (Alvarenga, 1985). Vale ressaltar que as reservas provadas de óleo e/ou gás natural, apesar de terem crescido, não poderiam ser exploradas de forma predatória⁵, pois isto poderia causar perdas significativas do potencial energético dos reservatórios nacionais.

Tabela II - Produção de Petróleo no Brasil 1980-1985 (103 Barril/dia)

ANOS	1980(%)		1981(%)		1982(%)		1983(%)		1984(%)		1985(%)	
Produção												
Terra	107	58,8	113	53,0	119	45,7	133	40,3	148	32,1	154	28,2
Mar	75	41,2	100	47,0	141	54,3	197	59,7	313	67,9	392	71,8
Total	182		213		260		330		461		546	
ANOS	1980-1981		1981-1982		1982-1983		1983-1984		1984-1985		1980-1985	
Taxa de Cresc.(%)												
Terra	5,61		5,3		11,76		11,27		4,05		7,59	
Mar	33,33		41,0		39,71		58,89		25,24		39,63	

Fonte: Furtado, 1991. *Obs.: Taxa de crescimento em termos percentuais

Em meados da década passada, as pesquisas exploratórias realizadas pela empresa identificaram os campos gigantes⁶ de Marlim e Albacora. Estes acontecimentos assumiram proporções

⁵ As reservas provadas, constituem-se pelas jazidas onde as pesquisas exploratórias já possibilitaram a medição da dimensão do reservatório.

⁶ São consideradas jazidas gigantes, aqueles reservatórios com volume de óleo bruto superior a 1 bilhão de barris.

expressivas, pois pela primeira vez a empresa nacional encontrava reservas dessa magnitude. A descoberta dessas acumulações possibilitava reverter as expectativas da Petrobrás em relação ao potencial energético nacional, dessa forma tornando viável a autosuficiência interna de hidrocarbonetos. Nesse sentido, os campos de Marlim e Albacora, constituem-se num divisor de águas para a indústria petroleira.

O Desafio das Águas Profundas

Para ilustrar a relevância das acumulações recém-descobertas, tomou-se as reservas provadas até a primeira metade da década de 1980. No período 1980-1984, o volume total de reservas provadas de petróleo cresceu de 1.318 para 2.016 milhões de barris, ao passo que as reservas de gás natural elevaram-se de 348 para 555 milhões de barris equivalentes de petróleo (bep). Como pode ser observado na tabela III, nesse período, as reservas de óleo bruto e gás natural cresceram 52,96% e 59,48%, respectivamente.

No final de 1985, as reservas provadas de petróleo eram da ordem de 2.192 milhões de barris, das quais 65% localizavam-se nas regiões marítimas, enquanto 35% pertenciam as jazidas em terra. Todavia, as pesquisas identificavam recursos potenciais da ordem de 4.804 milhões de barris, predominantemente nas regiões marítimas⁷. Cerca de 25,44% desses recursos poderiam ser encontrados em LDA's inferior a 400 metros, enquanto 66,66% estariam situados em LDA's superior a essa profundidade. Portanto, os recursos potenciais localizados no mar representavam 92,10%, ao passo que apenas 7,90% correspondiam aos recursos potenciais terrestres. Com relação as reservas provadas de gás natural, no ano de 1985, estas tendiam a se equilibrar tanto na terra como no mar. Quanto os recursos potenciais, a participação marítima seria maior. No caso, os recursos potenciais em LDA's inferior a 400 metros de profundidade responderiam por 25,16%, enquanto nas LDA's que a excedessem representariam 60,73%. No caso, cerca de 14,16% constituiriam os recursos potenciais terrestres.

Tabela III - Reservas Provadas de Hidrocarbonetos no País 1980-1984 (Milhões de Barris)

ANOS	1980	1981	1982	1983	1984	1980-84(%)
Reservas						
Óleo Bruto	1.318	1.476	1.718	1.850	2.016	52,96
Gás Natural	348	399	479	540	555	59,48

Fonte: FURTADO, 1991.

De fato, os principais recursos potenciais do país estavam localizadas em regiões nas quais predominam as águas profundas. Essas acumulações possibilitariam elevar consideravelmente a capacidade de suprimento interno através de fontes locais, dessa forma contribuindo para reduzir a dependência externa de hidrocarbonetos. Dado que os sistemas de produção utilizados pela empresa não operavam em áreas de LDA's superior a 400 metros, tornava-se imprescindível a procura de alternativas tecnológicas adaptadas às condições ambientais do país, com vistas ao aproveitamento econômico dessas jazidas.

Ao examinar a experiência internacional em sistemas de E&P offshore, foram constatados alguns aspectos importantes. Primeiro, aplicação de navios e plataformas semi-submersíveis em atividades de exploração na região das águas profundas era concebível, todavia subsistiam alguns gargalos tecnológicos importantes a serem superados. Quanto aos sistemas marítimos de produção convencionais, particularmente as plataformas fixas, as restrições eram maiores visto que estes conceitos não tinham sido empregados em LDA's superior a 350 metros. Por último, destacam-se certas novas concepções marítimas de produção, que se caracterizam por serem apropriadas à exploração em áreas de maior profundidade. Em meados da década passada, estes sistemas encontravam-se ainda nos estágios preliminares de aplicação e/ou desenvolvimento, portanto necessitavam de um período de tempo maior para que pudessem ser comprovados tecnicamente como sistemas de produção em reservatórios das águas profundas.

⁷ Os recursos potenciais referem-se ao somatório dos recursos prováveis e possíveis de serem definidos em um determinado ambiente geológico.

Em síntese, os campos em águas profundas impunham à Petrobrás importantes desafios tecnológicos, na medida em que os sistemas de exploração marítima aplicáveis em profundidades maiores não estavam disponíveis no mercado internacional e nem havia sistemas de produção operando em regiões de águas profundas no mundo.

Considerações sobre a Capacitação Tecnológica em Reservatórios de LDA's Rasas

Com a descoberta do campo submarino Guaricema, a Petrobrás inaugurou o processo de aprendizado operacional com o propósito de capacitar seus técnicos para a implantação e condução das atividades de E&P em plataformas fixas. Desde o primeiro momento, a companhia procurou contratar firmas de engenharia de projeto e fabricantes de estruturas offshore que se dispusessem a realizar programas de transferência tecnológica. Posteriormente, técnicos que haviam participado desses estágios junto às companhias estrangeiras passaram a treinar equipes em seus departamentos, o que possibilitou a difusão dos novos conhecimentos entre diversos órgãos operacionais.

No começo dos anos 1970, entraram em operação as primeiras plataformas fixas no litoral de Sergipe, em LDA's até 30 metros. Pouco depois, foram identificados reservatórios maiores na Bacia de Campos, tendo como campo (pioneiro) Garoupa, em LDA's de 120 metros. Em virtude do potencial energético da região de Campos, tornava-se fundamental consolidar a base técnica em sistemas de exploração. Conseqüentemente, foram realizados esforços no intuito de reforçar o conhecimento das plataformas fixas de grande porte, visando realizar a produção em grandes campos submarinos localizados em áreas de maior profundidade. Ademais, teve início na companhia o processo de aprendizagem voltado para o domínio da operação e adaptação das plataformas semi-submersíveis. Entre 1977-1979, entraram em operação os sistemas flutuantes de produção no país, principalmente na Bacia de Campos. (Assayag, 1991)

Na primeira metade da década de 80, a Petrobrás alcançara a capacidade de redesenho dos sistemas fixos e flutuantes de produção. Este domínio lhe proporcionava habilidade para modificar projetos básicos das plataformas fixas empregadas em LDA's até 110-175 metros; ao passo que nos sistemas flutuantes de produção utilizando plataformas semi-submersíveis, esta capacitação possibilitava atuar em LDA's até 400 metros. No quadro I, encontram-se de forma sucinta os principais fatos relacionados às atividades E&P marítima no país (Bensimon, 1987).

À medida em que a E&P vai se deslocando para regiões marinhas mais profundas, a empresa nacional passou a demandar significativamente atividades Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia Básica (P,D&E). Conseqüentemente, houve um fortalecimento das linhas de pesquisa voltadas à investigação nas áreas relacionadas à E&P do centro de pesquisa da empresa. De fato, a adequação das plataformas semi-submersíveis às atividades de produção deve-se aos esforços dos departamento técnicos e do órgão de pesquisa da empresa. Com o advento dos campos gigantes de Marlim e Albacora, situados em LDA's entre 300-2100 metros, a companhia precisaria privilegiar ainda mais a capacitação tecnológica para fazer face aos desafios impostos pelas águas profundas.

Quadro I - Processo de Aprendizagem da Companhia Nacional

ANO	CRONOLOGIA DA ATUAÇÃO OFFSHORE NO PAÍS	LDA's
1968	Descoberta do campo de Guaricema	30
1971-4	Instalação de Plataforma fixas (litoral de Sergipe)	30-50
1974	Descoberta da Bacia de Campos - campo de Garoupa	120
1975	Sistema Provisório de Garoupa utilizando embarcação	Nd
1977	Sistema Flutuante de produção c/Semi-submersível Enchova-1	119
1978-82	Primeiro SDP's na Bacia de Campos Pólos Norte e Sul(7 plataformas. Fixas)	110-170
1983	SPA do Campo de Piraúna c/Semi-submersível	243
1984	SPA do Campo de Piraúna c/navio	307
1984-5	Descobrimto campos gigantes na Bacia de Campos	300-2100

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da companhia e de Bensimon (1987).

O Salto em Direção à Inovação Tecnológica: o programa de capacitação tecnológica em sistemas de exploração para águas profundas

Pela primeira vez em sua existência, a empresa defrontava-se com a inexistência de pacotes tecnológicos adquiríveis externamente para fazer face às suas atividades operacionais. Em pouco tempo, tornou-se consenso dentro da empresa a necessidade de procurar soluções próprias para viabilizar os campos marinhos de Marlim e Albacora.

A partir das discussões, concluiu-se que a Petrobrás precisava concentrar seus esforços, no primeiro plano, em tecnologias que permitissem realizara produção no médio prazo; no segundo plano, considerar estrategicamente as novas concepções para exploração de aplicação mais no longo prazo. No primeiro plano, constavam os principais sistemas de produção empregados pela empresa a saber: as plataformas semi-submersíveis, as plataformas fixas e os navios. A versatilidade das plataformas semi-submersíveis tomava este sistema mais apropriado às mais diversas regiões marítimas do país. Quanto as plataformas fixas, recomendou-se estudos com o objetivo de analisar melhor quais eram as possibilidades de aproveitamento desta concepção. No caso das embarcações, foram sugeridas algumas pesquisas, dada a flexibilidade de aplicação em áreas bastante profundas, como laboratórios de pesquisa exploratória, até mesmo como sistema de produção temporário. No segundo plano, as equipes consideraram necessário estudos voltados para o acompanhamento de novos sistemas de produção, com o propósito de aumentar a viabilidade técnico-econômica das atividades offshore no país.

Através de consulta a técnicos da companhia foram levantados os mais diversos problemas referentes ao tema das águas profundas, que permitiram: i) identificar lacunas técnicas nos sistemas de produção utilizados pela empresa; ii) sistematizar dúvidas existentes nesse assunto, relacionados aos mais diversos campos de conhecimento; iii) apontar a necessidade de realizar esforços visando o conhecimento de novas concepções tecnológicas para produção submarina. Foram estas conclusões que subsidiaram a elaboração da carteira de projetos de pesquisa destinada especificadamente para águas profundas, conhecida como *Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas - Procaps*⁸.

A carteira de projetos do Procaps teve como propósito orientar a agenda de investigação da companhia em diversos aspectos referentes à fronteira marítima. Nesse sentido, esta carteira possibilitou a realização de estudos visando a formação de um banco de dados sobre reservatórios marinhos, meteorologia e oceanografia da região, dos sistemas e subsistemas de exploração marinha, procedimentos de instalação e inspeção submarina tendo em vista o desenvolvimento dos campos de Albacora e Marlim.

Com relação aos sistemas de produção, a carteira do Procaps considerou fundamentalmente aquelas concepções nas quais a Petrobrás tinha grande experiência. Ademais, essa carteira também permitiu introduzir concepções desenvolvidas pelos técnicos da empresa. Quanto aos novos sistemas offshore que estavam sendo testados, foram propostos estudos com o propósito de conhecer melhor essas concepções. Para tanto, a seleção desses novos conceitos foi condicionada pelos seguintes fatores: i) relação do custo de operação por lâmina d'água de cada sistema; ii) capacitação tecnológica da indústria nacional, principalmente, e internacional; iii) adequação às condições ambientais do país; iv) tempo estimado para entrarem funcionamento cada uma dessas alternativas. Dessa modo, o programa contemplou oito sistemas de produção, conforme mostra o quadro II, logo abaixo.

O Procaps foi originalmente composto por cerca de 78 projetos. Durante sua execução (1986-1991), houve reavaliações dentro da empresa que julgaram necessário estender esta carteira para 109 projetos⁹. Ao examinar o escopo de cada projeto do programa, constatou-se que eles poderiam ser classificados nas seguintes linhas de pesquisa: i) projetos de pesquisa sobre sistemas flutuantes de produção, particularmente aqueles relacionados com as plataformas semi-submersíveis e navios de processo; ii) projetos em áreas de conhecimento interdisciplinar; iii) projetos sobre novos processos e sistemas de produção marítimos; iv) projetos de pesquisa sobre plataformas fixas.

Na primeira classificação, com 50,47% dos projetos do programa, concentram-se nas pesquisas referentes ao ciclo de vida¹⁰ dos sistemas flutuantes de produção empregando plataformas semi-submersíveis, seus subsistemas marítimos, veículo de apoio às operações submarinas (VOR's) e navios de processo. Na segunda classificação, os esforços de pesquisa voltaram-se para áreas de conhecimento interdisciplinar, que representaram 28,03% dos projetos em carteira. Nesta última,

⁸ PETROBRÁS. Documento Interno. CENPES 10-3588/86. Referência: Tecnologia para Exploração em Águas Profundas.

⁹ Dos 109 projetos Procaps dois deles não foram iniciados.

¹⁰ O ciclo de vida dos sistemas compreendem a elaboração dos projetos conceitual e básico, fabricação e montagem dos equipamentos, procedimentos de instalação, operação, inspeção, manutenção e realocação das plataformas e de equipamentos marítimos.

destacam-se trabalhos de mapeamento do solo da região, de identificação das propriedades dos óleos de Marlim e Albacora, de coleta de dados meteorológicos e oceanográficos, entre outros. Quanto à terceira classificação, que corresponde a 13,08 % dos projetos Procap, ressaltam-se as pesquisas de processos novos para apoiar as atividades offshore e dos estudos sobre o projeto conceitual¹¹ de novas concepções para águas profundas. Por último, participando com 11,21 % estão os projetos das plataformas fixas.

Quadro II - Sistemas de Exploração Submarina contemplados pelo Procap

CONCEPÇÕES SUBMARINAS TRADICIONAIS		
SISTEMAS FLUTUANTES	Plataforma Semi-Submersível e Navios	
SISTEMA FIXO	Plataforma Fixa com Jaqueta	
NOVAS CONCEPÇÕES SUBMARINAS		
SISTEMAS FLUTUANTES	Torres Complacentes, Plataforma de Perna Atirantadas Plataforma Semi-submersível utilizando completação seca	
BOMBEAMENTO	Sistema de Separação e Bombeamento Multifásico	Sistema de Bombeamento Multifásico

Fonte: Elaboração própria a partir de documentos da companhia, 1992.

A carteira do Procap teve como orientação prioritária esforços voltados ao desenvolvimento tecnológico dos sistemas flutuantes, particularmente daqueles que empregam as plataformas semi-submersíveis. Quanto as plataformas fixas e navios de processo foram considerados sistemas de produção secundários tendo em vista as atividades nas áreas de maior profundidade.

Analisando a composição do programa, percebe-se visivelmente que os novos sistemas de produção não tiveram espaço representativo. Portanto, ao aprofundar sistemas conhecidos, o Procap denota uma estratégia pouco ofensiva por parte da empresa com respeito ao desenvolvimento de inovações mais radicais. Contudo, os conceitos offshore mais avançados tem sido crescentemente desenvolvidos através da participação de várias companhias petroleiras, expressando uma tendência que se generaliza no tocante ao conhecimento tecnológico que se situa na fronteira da indústria do petróleo mundial. No caso, a Petrobrás também vem participando de alguns desses esforços com outras empresas desta indústria.

Outra questão pertinente ao programa trata da participação de projetos que demandaram campos de conhecimento interdisciplinar. Esta característica presente em vários projetos Procap serve para ilustrar um dos aspectos importantes das atividades offshore nas águas profundas, a qual passa pela necessidade de envolver interativamente distintas atividades de E&P da rotina da empresa, pois estas passariam a demandar diferentes áreas do saber.

Quanto ao envolvimento de recursos humanos internos dedicados ao desenvolvimento do Procap, cerca de 400 técnicos da companhia participaram desses projetos¹². A dotação orçamentária, destinada à execução do programa (1986-1991), foi da ordem de U\$68 milhões, dispendidos integralmente pela empresa.

Vale ressaltar a participação externa na realização desse programa com o propósito de fortalecer a base de conhecimento técnico nos sistemas de produção e acompanhar o estado da arte das novas concepções offshore. No caso, a Petrobrás procurou estabelecer acordos e/ou contratos no âmbito nacional e internacional com universidades, centros de P&D, indústrias, companhias petroleiras (operadoras), firmas classificadoras¹³ de sistemas de produção submarinos e empresas de engenharia. Sendo assim, colaboraram em projetos do programa 27 universidades/ centros de P&D, 45 empresas de engenharia, 55 indústrias, 3 companhias petroleiras e 4 firmas classificadoras

¹¹ Projetos conceituais se constituem pelos estudos e análises que subsidiam a definição e desenvolvimento do projeto básico da infra-estrutura, dos sistemas de produção, seus equipamentos e componentes.

¹² A companhia tomou como base de cálculo o número de homens/hora envolvidos nos projetos dessa carteira, visto que os técnicos da empresa dedicaram tempo parcial na execução desses projetos. Dessa forma, o programa contou com algo em torno de 200.000 homens/ano, durante 1986-1991.

¹³ Na indústria do petróleo, existem firmas especializadas na prestação de serviços relacionados com o controle da qualidade das plataformas e equipamentos submarinos, analisando procedimentos de manutenção e realizando consertos periodicamente nos sistemas de produção. Por sua vez, estes sistemas só podem funcionar com seu aval. Ademais, as classificadoras avaliam o projeto básico de equipamentos e das instalações offshore.

Com relação à participação externa internacional na carteira Procap, foram estabelecidos junto às instituições de C&T e empresas estrangeiras 7 regimes de contratação, permitindo a execução de 50 projetos do Procap. A grande maioria dos projetos do Procap que tiveram parte da pesquisa realizada fora do país, envolvendo tanto pesquisa aplicada e/ou científica. Conforme mostra a tabela IV, o Procap firmou 82 contratos e envolveu 14 universidades e/ou centros de P&D, 24 empresas de engenharia, 11 indústrias, 3 companhias petrolíferas (operadoras) e 4 firmas classificadoras.

Os projetos multiclientes, representando 35% da contratação realizada no exterior, alcançaram maior participação entre os regimes estabelecidos pelos projetos Procap. Os multiclientes caracterizam-se por serem projetos de pesquisa que podem ser desenvolvidos por uma empresa de engenharia, centros universitários relevantes e/ou instituições de P&D; as quais assumem a coordenação do projeto e estendem a participação para outras instituições interessadas, mediante rateio do custo pré-estabelecido do projeto. No caso, as companhias contratantes adquirem o direito de enviar seus técnicos às reuniões do comitê executor do projeto e têm acesso aos seus resultados finais. A participação em multiclientes permitiu equacionar a demanda por conhecimento científico e pesquisa aplicada altamente especializada, com vistas ao desenvolvimento de inovações tecnológicas.

Tabela IV - Regimes de Contratação de Conhecimento no Procap

FORMAS DE AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO	PARTICIPAÇÃO TOTAL	PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL
Projetos Multiclientes	29	35
Programa de transferência de Tecnologia	10	12
Cooperação Tecnológica	22	27
Consultoria	11	13
Programas de Estágios no Exterior	06	07
Ensaio e Fabricação	04	06
Total de Contratos Firmados pelo Procap	82	100

Fonte: Elaboração própria a partir dos documentos da companhia 1992.

Os programas de transferência tecnológica envolveram 12,0% da contratação estrangeira, principalmente com empresas de engenharia e indústrias. A agenda de pesquisa do Procap proporcionou esforços para absorção de tecnologia, particularmente em equipamentos submarinos (risers e manifold), da plataforma semi-submersível de grande porte, da plataforma de pernas atirantadas (TLP) e do sistema de bombeio e separação multifásica.

Os contratos de cooperação tecnológica correspondem a 27% dos acordos firmados durante a execução da carteira Procap. Estes acordos contribuíram no desenvolvimento de vários projetos relacionados aos equipamentos e componentes submarinos, nos quais também prevaleceu a participação de empresas de engenharia e indústrias. No programa, também foram estabelecidos contratos de cooperação tecnológica com alguns centros de P&D, visando melhoras atividades de produção submarinas. Nesse sentido, destaca-se o desenvolvimento de outra concepção para o bombeamento multifásico¹⁴ sob coordenação do Instituto Francês do Petróleo (IFP), no qual a companhia nacional tem acompanhado o andamento das pesquisas na fase de testes em pequenos protótipos.

As consultorias, cerca de 13,0%, contribuíram nos projetos que resultaram em modificações e novas concepções no que se refere a equipamentos, componentes e sistema de produção submarino, vale ressaltar a atuação dessas firmas no projeto básico da plataforma semi-submersível de grande porte e uma plataforma semi-submersível que realiza completação seca, conceitos estes desenvolvidos pela empresa nacional.

Quanto aos programas de estágio no exterior, realização de ensaios e fabricação, estes tiveram participação menor, concentrando-se em acordos firmados com empresas de engenharia e

¹⁴ No contexto internacional, existem 5 principais sistemas de bombeamento multifásico (SBM) em desenvolvimento. Na carteira Procap, a empresa nacional participou de dois projetos em andamento, um sob coordenação do IFP através de contrato de cooperação tecnológica e outro realizado pela empresa de engenharia escocesa Weir Pumps, este último através de projeto multicliente

principalmente junto às indústrias. Estes esforços foram importantes no desenvolvimento de equipamento e componentes submarinos, particularmente das linhas submarinas, risers, válvulas de segurança para equipamentos instalados no fundo do mar.

Principais Resultados Alcançados pelo Procap

No ano de 1991, o Procap foi encerrado na empresa tendo logrado a execução média de 80% dessa carteira. Nesse período, o programa havia concluído 61 projetos, 46 deles ultrapassariam este último ano, ao passo que apenas 2 projetos não tinham sido iniciados. Vale ressaltar que os projetos de pesquisa que continuariam em andamento¹⁵ já tinham logrado seus principais objetivos, o que permite avaliar quais foram os resultados desse esforço tecnológico orientado para capacitação da Petrobrás em sistemas de exploração de hidrocarbonetos para águas profundas. Para tanto, foi analisado o parecer de cada projeto do Procap, elaborado pelos técnicos responsáveis pela sua execução. No quadro IV, encontra-se de forma sucinta, a capacitação geral atingida pelo Procap.

Com relação aos sistemas flutuantes utilizando plataformas semi-submersíveis, os esforços realizados no programa possibilitaram atingir a capacitação tecnológica para o desenvolvimento do projeto básico da plataforma semi-submersível, dos seus subsistemas, equipamentos e componentes marinhos para operação até 1000 metros de lâmina d'água.

Quanto às plataformas fixas, alcançou-se capacitação na definição desta concepção para produção de hidrocarbonetos até 400 metros de profundidade. Este conceito perdeu relevância no programa, pois foi comprovado que sua aplicação não é viável, nem técnica muito menos economicamente, em grandes profundidades. Todavia, os estudos realizados durante o Procap permitiram a empresa aprofundar conhecimentos sobre esse conceito, podendo ser utilizados em áreas onde predominam lâminas d'água mais rasas.

A capacitação em sistemas flutuantes empregando navio foi contemplada no Procap, devido a sua múltipla versatilidade: i) proporciona a produção de campos, enquanto não estão prontas as instalações definitivas; ii) possibilita efetuar testes relacionados aos diversos subsistemas, equipamentos e componentes marinhos, antes de serem extensivamente utilizados nas plataformas semi-submersíveis; iii) permite a extração de petróleo em reservatórios isolados e/ou considerados marginais, servindo para o escoamento e estocagem da produção. De fato, esta alternativa já vinha sendo largamente empregada pela companhia. No programa, esses esforços estiveram muito mais voltados para análise do comportamento dessas embarcações em campos localizados nas águas profundas e no desenvolvimento de um equipamento sofisticado empregado por esse sistema, como é o caso do swivel.

Em relação à plataforma de pernas atirantadas (TLP) e torres complacentes (TC), a companhia adquiriu capacitação para elaborar e avaliar projetos conceituais desses processos. No caso, esse esforço gerou um domínio tecnológico relacionado com a engenharia básica dessas plataformas. Portanto, caso haja interesse, a empresa terá condições de inaugurar processos de aprendizagem que poderão capacitá-la à utilização dessas tecnologias, bem como na definição de projetos básicos dessas concepções.

Quanto às plataformas semi-submersíveis com completação seca, a capacitação nesse sistema foi à nível do projeto conceitual e pré-básico. Como se trata de um sistema que inova o sistema de completação (seca), ainda requer avaliação das suas possibilidades de aplicação no país. Contudo, os estudos preliminares apontam como alternativa viável técnica e economicamente, particularmente quando comparadas às plataformas de pernas atirantadas (TLP).

Finalmente, ressaltam-se as concepções de bombeamento multifásico. Os resultados apresentados por essa linha de pesquisa em nível internacional ainda não transformaram estas alternativas em sistemas tecnicamente viáveis para águas profundas. Estes conceitos precisarão passar por número considerável de testes e seu potencial real de aplicação somente será conhecido a partir da segunda metade da década de 1990. Vale ressaltar que as principais companhias petrolíferas estrangeiras que atuam em atividades E&P offshore e a Petrobrás tem participado no desenvolvimento tecnológico desses sistemas através de contratos multiclientes e/ou cooperação tecnológica. Logo, a investigação sobre os sistemas de bombeamento multifásico terão maior ciclo de maturação até que seja possível julgar sua viabilidade técnica para águas profundas. Em todo caso, as expectativas são grandes em relação a este novo conceito de exploração, considerado na indústria mundial do petróleo como a principal inovação tecnológica radical do final deste século. (Freitas, 1993)

¹⁵ No caso, o procedimento para o encerramento de um projeto na companhia compreende a expedição relatório final, o qual descrevem seus resultados finais, processo de desenvolvimento, aplicações gerais, participações externas, custo total, ou seja, parecer técnico sobre as aplicações dos resultados.

Quadro IV - Capacitação Geral Alcançada no Procap

SISTEMA DE EXPLOTAÇÃO SUBMARINA
Plataforma Semi-submersíveis Capacitação para realizar o projeto básico na estrutura naval (casco) e facilidades de produção das plataformas semi-submersíveis Capacitação no projeto básico de equipamentos submarinos - árvore de natal molhada (ANM), <i>manifold</i> , <i>template-manifold</i> , <i>risers</i> rígidos e flexíveis Capacitação para aperfeiçoar os sistemas de supervisão/control de equipamentos submarinos de produção Desenvolvimento de técnicas de instalação, inspeção, manutenção dos equipamentos, componentes do sistema de produção marítima
Plataforma Fixa - Capacitação para realizar projeto básico desse sistema até 300-400 metros de LDA's. Não se cogita a utilização de plataformas fixas em regiões de grandes profundidades
Sistema Flutuantes com Navio-Capacitação utilizando embarcações e especificações de monobóias
Torres Complacentes - Capacitação no projeto conceitual e da aplicação desse conceito em regiões marinhas do país. Demandaria consultoria externa para desenvolvimento desse projeto básico
Plataforma de Pernas Atirantadas - Capacitação para definição de projeto conceitual e do potencial de aplicação às condições ambientais do país. Necessita ainda de consultoria externa para o desenvolvimento do projeto básico desse sistema
Plataforma Semi-submersíveis de completação seca - Capacitação na definição do projeto conceitual e pré-básico, verificação das possibilidades de aplicação desse conceito no país
Sistema de Bombeamento Submarino - Acompanhamento dos estudos sobre os Sistemas de Bombeamento e Separação Multifásica e do Sistema de Bombeamento Multifásico

Fonte: Elaboração própria a partir dos documentos da companhia, 1992.

Outro resultado importante do Procap, consiste na geração de novo conhecimento tecnológico. Para tal, foi tomado como medida o número de patentes concedidas à companhia petroleira pelos projetos Procap. Destacam-se as patentes em projetos relativos aos sistemas de ancoragem, veículos de operação remota, linhas de amarração, flutuadores, procedimentos de instalação de equipamentos marinhos, definição de projetos de *template-manifold*, nas plataformas Vitória Régia e plataforma semi-submersível de completação seca, sistema de geração de energia elétrica.

No período 1986-1992, 235 patentes foram concedidas à Petrobrás, enquanto os projetos Procap obtiveram 47 patentes, o que corresponde a 20,0% dessas concessões no país. Em relação a concessão de patentes no exterior, a empresa depositou 47 patentes, quando a carteira do programa contribuiu com 13 patentes, cerca de 27,65% das concessões obtidas fora do país. A tabela V mostra a evolução na concessão de patentes da Petrobrás nos últimos anos.

Tabela V - Patentes Geradas pelos Projetos Procap (1986-1992)

ANO	TOTAL DE PATENTES PETROBRÁS		TOTAL DE PATENTES PROCAP	
	PAÍS	EXTERIOR	PAÍS	EXTERIOR
1986	27	06	---	---
1987	31	07	02	01
1988	33	04	06	01
1989	26	04	07	01
1990	44	21	14	08
1991	27	05	10	02
1992	47	---	09	---
TOTAL	235	47	48	13

Fonte: Petrobrás/Cenpes/SECOMT, 1993

Conclusão

As atividades offshore caracterizam as iniciativas de expansão presente na indústria mundial do petróleo. As explorações em regiões submersas disseminaram-se tanto entre os países exportadores, como naquelas de economias dependente de hidrocarbonetos. Isto se deve ao fato da experiência internacional comprovar a viabilidade técnico-econômica dos sistemas de E&P, o que contribuiu para reforçar o processo de difusão tecnológica desses sistemas. Para tanto, essas atividades passaram a demandar desenvolvimento tecnológico, visando o melhor aproveitamento das jazidas submarinas. Consequentemente, as últimas duas décadas marcam o crescimento da produção marítima, esta logrando participação relevante não ferta mundial de hidrocarbonetos.

A trajetória tecnológica offshore da Petrobrás foi determinada pela necessidade de ampliar a oferta interna de hidrocarbonetos, na medida que os reservatórios terrestres do país sempre caracterizaram-se pelo seu limitado potencial de oferta para fazer face à demanda nacional. Ademais, as mais antigas jazidas localizadas em terra apresentavam sinais de declínio, ao passo que as pesquisas exploratórias não identificavam reservas de grande magnitude no continente. Consequentemente, o processo de estagnação da produção das jazidas locais seria inevitável, caso permanecesse a depender exclusivamente das acumulações encontradas na terra. Estes fatos acentuavam o problema de suprimento nacional, visto que a produção de óleo bruto não acompanhava o crescimento da demanda desse insumo no país. Nesse sentido, a extração ao longo da plataforma continental brasileira constituiu-se na principal alternativa para a produção interna de petróleo bruto.

A ausência de sistemas de E&P que atuassem em grandes profundidades exigiu da empresa o aumento das atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia Básica (P,D&E). Nesse sentido, a fronteira das águas profundas implicou mudança no comportamento da Petrobrás frente ao desenvolvimento tecnológico, tornando fundamental ter uma postura eminentemente inovativa. Esta postura favoreceu a constituição de uma agenda de pesquisa - o Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas. O Procap privilegiou basicamente sistemas flutuantes utilizando plataformas semi-submersíveis. De fato, o programa permitiu alcançar importantes resultados a partir de significativas inovações incrementais (minor innovation) nos sistemas flutuantes, principalmente nessas plataformas.

A experiência offshore do país distingue-se dos exemplos conhecidos no Terceiro Mundo. De fato, o salto tecnológico realizado pela Petrobrás baseando-se em inovações incrementais (minor innovation) permitirá alcançar a fronteira de um campo relevante, como é o caso das atividades de E&P nas águas profundas.

Outro aspecto singular do caso da Petrobrás; trata-se de uma empresa do Terceiro Mundo que optou por seguir uma trajetória diferente das demais companhias internacionais. No caso, estas últimas preferiram esperar completar o ciclo de maturação dos novos sistemas de produção para as águas profundas. Por um lado, as empresas estrangeiras ainda não encontraram reservatórios expressivos em águas profundas como aquelas jazidas descobertas no país. Por outro lado, as condições ambientais e o clima de determinadas regiões marítimas, como o Mar do Norte e o Golfo do México, são bastante rigorosas diferente das condições encontradas no Brasil. No caso, a empresa nacional optou por uma estratégia de desenvolvimento da tecnologia offshore definindo as seguintes metas de médio e longo prazo: no médio prazo, desenvolvimento dos sistemas flutuantes tradicionais; no longo prazo, passou a participar das principais iniciativas existentes relacionadas às novas concepções para E&P. O estado da arte destas concepções vem sendo acompanhado pela Petrobrás, juntamente com outras companhias petrolíferas em regime de consórcio. Nesse sentido, a empresa nacional pretende reforçar sua posição futura nas águas profundas.

A carteira Procap considerou como objetivo principal o desenvolvimento tecnológico que possibilitasse a aplicação das plataformas semi-submersíveis nas águas profundas. Nesse sentido, pode-se afirmar que a execução desta agenda de pesquisa tomou viável conhecimento técnico que permitirá a utilização dessa concepção nas regiões profundas até 1000 metros. De fato, as principais metas estabelecidas em relação aos sistemas flutuantes, como adequação de equipamentos e componentes submarinos, redução do peso da plataforma, entre outras, lograram êxito. Ademais, o esforço realizado pela Petrobrás resultou na capacitação tecnológica para definição de seus próprios sistemas flutuantes de produção e dos subsistemas responsáveis pela conexão entre o poço e a plataforma. Nesse sentido, a empresa precisou transcender os processos imitativos e adaptativos adquirindo capacidades que lhe possibilitassem a definição do seu sistema exploratório, desenvolvendo novos processos técnicos sobre a mesma base técnica. À guisa desses fatos, conclui-se que o programa atingiu significativas inovações de natureza incremental (minor innovation) no conjunto do sistema, dos

subsistemas e equipamentos ligados as plataformas semi-submersíveis. Apesar desses resultados se caracterizarem por serem alcançados a partir de inovações incrementais, este desenvolvimento tecnológico poderá acentuar ainda mais a posição da Petrobrás como pioneira na instalação de sistemas flutuantes de produção em regiões de grandes profundidades.

A implementação da carteira Procap ilustra como o progresso técnico pode ser compreendido como resultante da elaboração coletiva. Em última análise, a pesquisa nas atividades mais à fronteira demandaria crescentemente a participação de diversas instituições C&T e empresas, portanto aumentando a necessidade de complementariedade com meio ambiente externo. A experiência do Procap também possibilita perceber certas especificidades dos processos de inovação relevantes logrados no Terceiro Mundo, mesmo quando este alcança a fronteira tecnológica. O caso da Petrobrás demonstra quão fecundo vem a ser a análise da mudança técnica na periferia. Constitui um exemplo interessante da expressiva capacidade de resposta das empresas dessas regiões na procura de soluções para seus próprios problemas.

Bibliografia

- ALVARENGA, M. M. de: "Produção de petróleo no Brasil: Evolução e Perspectivas". In LAROVERE et alli (org.). Economia e Tecnologia da Energia. Rio de Janeiro: Editora Marco Zero/Finep, 1985, pg.39-83.
- ARROW, K. J. "The implications of Learning by doing". in Review of Economic Studies, vo1.29,pg.155-173,jun./1962.
- ASSAYAG, Marcos; BARUSCO, Pedro; FRANÇA, Luciano. A atividade offshore no Brasil: Histórico. Rio de Janeiro, Petrobrás, 1991.21p.(mineo)
- BELL, Martin. "Learning and the accumulation of industrial Technological Capability in Developing countries". in FRANSMAN, M.; King, K.(org.). Technological capability in the Third World. Londres: MacMillan Press, 1984, pg. 187-209.
- BENSIMON, L. F.; PETKOVIC, M. A. L.; PAIVA FILHO, E. F. "Semi-submersível de produção para águas profundas - Um estudo paramétrico de movimentos". Boletim Técnico da Petrobrás, Rio de Janeiro,v.30,n.2/3,pg.123-135,abr./set.,1987.
- FREITAS, Adriana Gomes de. Capacitação tecnológica em sistemas de produção para águas profundas: O caso da Petrobrás. Campinas, IG, UNICAMP, Dissertação de Mestrado , 1993.167p.
- FURTADO, André T. (coord.) .Capacitação Tecnológica, política industrial e competitividade: uma abordagem setorial e por empresas líderes. IPEA, 1991. (RelatórioIPEA,1991)
- KATZ, J. Transferência de tecnologia, apredizaje y industrialización dependiente. Mexico: Fondo de Cultura Economica, 1975. 224p.
- LALL, Sanjaya. "Technological Learnings in the Third World: some implications of technology exports". in STEW ART, F.; JAMES, J. (org.) The economics of new technology in developing countries. Londres: Frances Pinter, 1982. pg.157-179.
- LUNDVALL, B.; ANDERSEN, E. S: "Small nation systems of innovation facing technological". in Freman, C.; Lundvall, B.(orgs.) Small countries facing the technological revolution. New York: Pinter Publishers, 1988.pg.9-36
- _____, B: "Innovation as an interactive process: from user-producer, interaction to thenation system of innovation". in DOSI, G. et alii (orgs.) Technological capability in the Third World, 1988. pg.349-370.
- MOURA, P.; CARNEIRO, F. O, Em busca do petróleo brasileiro. Rio de Janeiro: Fundação Gorceix, 1976. 359p.
- NELSON, R. & WINTER, S. An evolutionary theory of economics change. Nova York: Harvard University Press, 1982. 437p.
- OLIVEIRA, Sérgio. "A nova fronteira" Brasil Mineral, São Paulo, n.23, pg.12-27,out.,1985.
- PETROBRÁS. Documento Interno. Referência: Tecnologia para exploração em águas profundas.
- _____. Relatório de Atividades. Serviço de Comunicação da Petrobrás: Rio de Janeiro. vários anos.
- ROSENBERG, Nathan. Inside the black box - technology and economics. Londres: Cambridge University Press, 1982. 304p.
- SANTOS FILHO, O. C. dos. Processos de industrialização tardia: O paradigma da Coréia do Sul. Campinas, IE, UNICAMP, Tese de Doutorado,1991.284p.
- VALENÇA, Alfeu. "Águas profundas: A realidade e o mito". In Petro & Gás, Rio de Janeiro, pg.26-31, out., 1989.
- VASCONCELLOS, Paulo de. "Plataformas fixas no mar". Boletim Técnico da Petrobrás, Rio de Janeiro, v.16, n.4, pg. 233-243, out./ dez., 1973.