

A ESTRATÉGIA DE INOVAÇÃO DA PETROBRÁS: UMA ANÁLISE DO PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA ÁGUAS PROFUNDAS (PROCAP)*

The Strategy of Petrobrás Innovation: na Analysis of the Programme of Technological Competence in the Exploration System for Deep Waters

Adriana Gomes de Freitas**

André Tosi Furtado***

RESUMO: Este trabalho tem como propósito descrever a política tecnológica da PETROBRÁS para fazer face às atividades de Exploração e Produção de petróleo em regiões submarinas muito profundas. A partir da segunda metade da década de 80, a companhia vem implementando grandes programas tecnológicos que orientam seus esforços de Pesquisa, Desenvolvimento & Engenharia Básica (*P, D & EB*) para as atividades *offshore*. Esta agenda de pesquisa pode ser considerada como política explícita de capacitação tecnológica. Esta experiência relaciona-se com as atividades do Centro de *P, D & EB* intramuros - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello (*CENPES*) e dos esforços compartilhados com

* Este artigo é uma síntese com pequenas modificações da minha dissertação de mestrado. A responsabilidade pelas idéias do texto pertencem à autora. Para maiores detalhes ver FREITAS, Adriana Gomes de. *Capacitação Tecnológica em Sistemas de Produção para Águas Profundas: o caso da Petrobrás*, Campinas, Unicamp, 1993. (Dissertação de Mestrado).

** Economista, Mestre em Política Científica e Tecnológica (IG/DPCT/UNICAMP), doutoranda na Área de Sistemas de Planejamento Energético (AISPEM/FEM/UNICAMP), pesquisadora do DPCT/UNICAMP - convênio UNICAMP/CENPES.

*** Prof. Titular do Departamento de Política Científica e Tecnológica (IG/DPCT/UNICAMP).

outros departamentos da empresa e instituições externas na execução do Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração em Águas Profundas - Procap. Este artigo tem como propósito descrever de que forma este último vem traduzindo parte da política de PETROBRÁS.

PALAVRAS-CHAVE: Petrobrás; Capacitação Tecnológica; Procap.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tornou-se consenso entre vários estudiosos a relevância de grandes programas tecnológicos implementados por instituições públicas e/ou privadas como um instrumento de política de capacitação tecnológica. Na opinião de Furtado et al (1997), "eles são um meio de catalizar e acelerar o desenvolvimento e a capacitação em certos setores ou tecnologia considerados como estratégicos". Essas carteiras de investigação têm como característica o envolvimento de uma série de atores e de instituições nacionais e internacionais.

A implementação de grandes programas tecnológicos se acentuou no pós II Guerra Mundial nas economias desenvolvidas, particularmente nos EUA, Reino Unido e França. Nesses países prevaleceu maciço investimento na P&D militar com objetivos delimitados e bem definidos. Esse perfil de atuação influenciou significativamente as atividades de P&D civil, conseqüentemente, concentrando-se em setores intensivos em tecnologia (*high-tech*) como nuclear, aeroespacial, telecomunicações.

Essas carteiras tecnológicas têm se notabilizado como instrumentos de ação estratégica e vêm sendo denominadas de *Programas Mobilizadores de Base Tecnológica* (PMBT). Para alguns pesquisadores os PMBT são operadores complexos que perseguem uma missão tecnológica abrangente, conjungando objetivos de agentes econômicos específicos (empresas estatais e privadas, setores industriais) com objetivos, políticas ou estratégias nacionais, regionais e setoriais muito amplos. Dentre estes últimos, pode-se citar, como exemplo, a capacitação tecnológica da indústria. São

constituídos de um conjunto integrado de ações, cobrindo o ciclo completo de inovação, seja ele vinculado ao desenvolvimento de novos produtos, de sistemas ou processos tecnológicos ou à solução de problemas específicos. (Pimenta-Bueno e Ohayon, 1992:98)

De fato, os PMBT têm se tornado um vetor de desenvolvimento e de capacitação tecnológica da indústria nos Países de Desenvolvidos, bem como na área militar e espacial. Essa experiência vem se difundindo nos EUA, na Europa e no Japão:

QUADRO 1

PROGRAMAS MOBILIZADORES NOS PAÍSES DESENVOLVIDOS

Estados Unidos

Interstate Highway Program

HSCAT - High-Speed Civil Air Transport

MCC - Microeletronic and Computer Technology Corporation

NCM - National Center for Manufacturing

Semiconductor Research Corporation

CAMDEC - Ceramic Advanced Manufacturing Development and Engineering

COS - Corporation for Open Systems

Software Productivity Center

The Human Genome Initiative

Europa

ESPIRIT (European Strategic Program for Research and Development in Information Tecnology)

BRITE (Basic Research in Industrial Technologies for Europe)

RACE (Research and Development in Advanced Communication Technology for Europe)

JESSI (Joint European Submicro Silicon)

EUREKA (European Research Coordination Agency)

TGV (High Speed Train)

EURAM (European Reseach for Advanced Materials)

COMETT (Action Program of the Community in Education and Train for Technology)

Japão

VLSI (Very Large Scale Integrated Semiconductor)

MITI (Biotechnology Program, Optoeletronic Program, Fifth Generation Project, Neutral Computers Research Program)

Supersonic Engine and Airframe Development Program

Fonte: Dados extraídos de Pimenta-Bueno e Ohayon, 1992.

No Brasil, vale ressaltar algumas experiências que obtiveram êxito na formulação de grandes carteiras tecnológicas, destacando-se as seguintes:

QUADRO 2

EXPERIÊNCIA DE PROGRAMAS MOBILIZADORES NO BRASIL

EMPRESAS/PROJETOS
PETROBRÁS - PROCAP (Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração em Águas Profundas)
TELEBRÁS - Projeto TRÓPICO
EMBRAER - Projetos BANDEIRANTES e AMX
SIPLAQ/COSIPA - Forno de Placas
Projeto Metrô/São Paulo - Projeto de Implantação do Metrô
PROALCOOL

Fonte: Dados extraídos de Pimenta-Bueno e Ohayon, 1992.

Examinando a experiência internacional na implementação de Programas Mobilizadores, percebe-se que se constituem em novas tendências de formulação de políticas de intervenção adotadas por governos nos países desenvolvidos com o propósito de dar maior sintonia às necessidades da indústria, bem como no redesenho do novo cenário competitivo baseado em competências específicas e rápidas mudanças tecnológicas.(...) *O novo critério de intervenção governamental concentra-se agora nas distorções entre P&D não proprietária, dirigida para aplicações específicas e não mais apenas nas distorções entre ciência e tecnologia.* (Pimenta-Bueno e Ohayon, 1992).

Os Programas Tecnológicos Mobilizadores têm contribuído enormemente para auxiliar nas estratégias corporativas das empresas. Vale ressaltar que uma carteira específica de projetos de pesquisa contribui na ordenação dos objetivos de longo prazo, bem como possibilita o maior retorno dos gastos em P&D realizados por grandes companhias.

Nos países periféricos, as empresas públicas cumprem um papel relevante na implementação da política econômica do governo, particularmente como instrumento de política industrial e tecnológica (Villela, 1984).

No caso, as estatais brasileiras têm implementado grandes programas tecnológicos, destacando-se a PETROBRÁS com vistas ao desenvolvimento de jazidas marítimas. Na primeira metade da década de 80, essa companhia descobriu campos gigantes de petróleo e gás natural na Bacia de Campos e em regiões em que prevalecem grandes profundidades. Esses reservatórios representavam a readequação da oferta local de hidrocarbonetos em direção à auto-suficiência energética nacional. Ademais, essas acumulações podem ser consideradas um *divisor de águas*, pois tornou imperativo os esforços que culminaram na constituição da política de capacitação tecnológica explícita nas atividades de *E&P* em águas profundas - Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas.

ANTECEDENTES DA EXPLORAÇÃO & PRODUÇÃO DE PETRÓLEO OFFSHORE NO BRASIL

As atividades marítimas de Exploração & Produção (*E&P*) de petróleo no país foram inauguradas há algumas décadas. A descoberta do primeiro reservatório submarino no litoral de Sergipe (Campo de Guaricema, 1968) levou a PETROBRÁS a acentuar seus esforços de pesquisa geológica na Plataforma Continental, culminando na década de 1970 com a identificação de jazidas na Bacia de Campos, litoral do Rio de Janeiro.

Através de programas de estágios/treinamentos em empresas projetistas especializadas na definição/desenvolvimento do projeto básico de plataformas fixas, os engenheiros da PETROBRÁS inauguraram o processo de aprendizado tecnológico de concepção das primeiras estruturas de produção de pequeno porte para regiões submarinas de 30-50 metros de profundidade. Com o propósito de viabilizar a produção no menor espaço de tempo, a Petrobrás passou a empregar plataformas e/ou embarcações como sistemas flutuantes de produção marítimas, seguindo a tendência internacional. Em 1977, as plataformas semi-submersíveis foram utilizadas como sistemas de produção antecipada (*SPA's*) em jazidas localizadas na Bacia de Campos (Alvarenga, 1985).

Graças aos reservatórios marítimos a produção de petróleo no país elevou-se significativamente. Segundo Furtado (1996), as atividades de E&P *offshore* permitiram a triplicação da produção interna de hidrocarbonetos que passou da média de 182 mil bbl em 1980, para 546 mil bbl/dia, em 1985 e alcançaram 690 mil bbl/dia em 1995.

TABELA 1
PRODUÇÃO DE PETRÓLEO (mil bbl/dia)

Produção/Anos	1980	1985	1990	1992	1995(*)
Terra	107	154	188	198	190
Mar	75	392	443	455	500
Total	182	546	631	653	690

Fonte: Petrobrás, Extraído de Furtado (1996). Obs: Dados até setembro anualizada.

Em meados da década de 1980, a Petrobrás descobriu grandes acumulações de óleo e gás natural na Bacia de Campos e em regiões de elevada profundidade. Esses reservatórios permitiriam ampliar a oferta interna do país que sempre foi inferior à demanda local por derivados de petróleo. A importância dessa descoberta traduziu-se na orientação estratégica dos esforços tecnológicos realizados pelos departamentos da companhia, particularmente do seu Centro de Pesquisa - CENPES.

CONSTITUIÇÃO DO PROCAP

Os técnicos da PETROBRÁS sabiam que, até aquele presente momento não existia nenhum sistema de produção *offshore* que ultrapassasse 300 metros de profundidade e, paradoxalmente, as maiores reservas encontradas desde a criação da companhia encontravam-se em regiões de grande profundidade. Com o propósito de subsidiar as soluções técnicas que norteariam as futuras atividades de E&P em águas profundas, foi criada a Comissão Interdepartamental para Águas Profundas (CIAP) com membros que representavam vários Departamentos da empresa e o CENPES.

Durante esse processo de busca das possíveis soluções tecnológicas, o CENPES através das áreas de pesquisa em Engenharia Básica e Exploração & Produção teve uma participação significativa no levantamento preliminar dos pontos técnicos críticos das atividades de *E&P* em águas profundas. Equipes de pesquisadores do CENPES analisaram os sistemas *offshore* utilizados pela companhia e de que forma os mesmos poderiam torna-se tecnicamente viáveis a 1000 metros de lâmina d'água.

Com base em discussões internas, essas equipes recomendaram adequar a tecnologia existente e a cultura técnica da empresa utilizando sistemas flutuantes de produção empregando plataformas e embarcações que já estavam sendo amplamente utilizados no Brasil até 300 metros de profundidade. Outra preocupação apontada por esses técnicos sugeria a necessidade de que passasse a ser feito algum tipo de monitoramento dos novos sistemas de produção *offshore* em desenvolvimento em nível internacional.

As equipes de pesquisa consultadas permitiram sistematizar as seguintes questões, a saber: I) identificação de lacunas técnicas nos sistemas de produção utilizados pela empresa; II) sistematizar as dúvidas existentes nesse assunto; III) apontar a necessidade e conhecer melhor as novas concepções tecnológicas de *E&P offshore*. Essas recomendações subsidiaram a criação do Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas - *Procap*.

Essa carteira de projetos de pesquisa orientou a política de capacitação tecnológica da companhia em sistemas de *E&P offshore* para atuar em grandes profundidades, abrangendo os mais variados campos de conhecimentos, a saber: reservatórios marinhos, meteorologia e oceanografia da região, equipamentos/componentes submarinos, subsistemas da plataforma semi-submersível, veículo de operação remota, plataforma semi-submersível, novos processos e sistemas de produção submarinos, estruturas de plataformas fixas, navios de processo e áreas interdisciplinares.

O *Procap* contemplou basicamente os sistemas convencionais, principalmente as plataformas semi-submersíveis e as embarcações que, por sua vez, tornavam-se sistemas flutuantes de produção (SFP). Mesmo assim, foram estudadas novas concepções submarinas, como as torres complacentes (TC), as plataformas de pernas atirantadas

(TLP), plataforma semi-submersível utilizando a completação seca, sistemas de separação e bombeamento multifásico, sistema de bombeamento multifásico¹.

QUADRO 3

SISTEMAS DE EXPLOTAÇÃO 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
Plataformas de Pernas Atirantadas
SISTEMAS DE BOMBEAMENTO
Sistema de Separação e Bombeamento Multifásico
Sistema de Bombeamento Multifásico

Fonte: elaboração própria com base em documentos da companhia, 1992.

Esse programa de capacitação tecnológica desenvolveu-se entre 1986-1991 e foi constituído, originalmente, com 78 projetos de pesquisa. Durante sua execução, houve algumas alterações no número de projetos de pesquisa que ampliaram essa carteira para 107 projetos.

Ao examinar o escopo de cada projeto do programa, constatou-se que estes projetos 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 Tabela a seguir encontram-se agrupados os projetos dessa carteira.

TABELA 2

**PROJETOS PROCAP CLASSIFICADOS
POR LINHAS DE PROJETOS DE PESQUISA**

LINHAS DE PROJETOS	NÚMERO TOTAL	PERCENTUAL (%)
- Equipamentos/Componentes Submarinos	24	22,43
- Subsistemas da Plataforma Semi-submersível	13	12,15
- Ferramenta para Operações Veículo de Operação Remota (VOR)		
- Aplicação em Semi-submersíveis(*)	06	5,61
- Navio de Processo	08	7,47
- Total de Projetos Relacionados aos Sistemas Flutuantes de Produção	03	2,80
- Áreas de conhecimento Interdisciplinar e Multidisciplinar(*)	54	50,47
- Estudos sobre Poços e Reservatórios Submarinos	20 10	18,59 9,35
- Novos Processos e Sistemas de Produção Marítimo e Inovação	14	13,08
- Plataformas Fixas Estruturas	09	8,41
Total de Projetos(**)	107	100,00

Fonte: Elaboração própria baseada em dados fornecidos pela companhia, 1991. (*) Para a companhia, estes dois grupos de projetos representam aqueles projetos em que são realizados estudos de aplicação mais diversa. (**) Tomou-se como base de cálculo aqueles projetos que efetivamente foram desenvolvidos no programa.

Na Tabela anterior, observou-se que a carteira do Procap teve como orientação prioritária as iniciativas para o desenvolvimento tecnológico dos sistemas flutuantes, particularmente daqueles que empregam as plataformas semi-submersíveis. Quanto às plataformas fixas e aos 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 têm sido crescentemente desenvolvidos através da participação de várias companhias petrolíferas, 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 conhecimentos interdisciplinares. 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. Os recursos financeiros para implementar esta carteira de projetos foram dispendidos integralmente pela PETROBRÁS e alcançaram a ordem de US\$ 68 milhões.

Quanto aos mecanismos de gestão do Procap foi criada uma instância com membros que representavam os principais departamentos envolvidos no programa de capacitação. No caso, a Comissão Interdepartamental para Águas Profundas (CIAP) era constituída pelos Superintendentes do Centro de P&D (CENPES), do Departamento de Perfuração (Deper), do Serviço de Engenharia (Segen), do Serviço de Planejamento (Serplan), do Serviço de Materiais (Sermat), do Departamento de Produção (Depro), todos da PETROBRÁS, além do Diretor de Exploração & Produção da Petrobrás Internacional S.A. (BRASPETRO). Essa Comissão fazia a revisão estratégica do desenvolvimento do programa, enquanto uma subcomissão, formada por técnicos desses órgãos, acompanhava a realização física, os resultados parciais alcançados e encaminhava à reorientação do programa.

PARTICIPAÇÃO INTERNA E EXTERNA NO PROCAP

A carteira do Procap notabilizou-se pelo envolvimento de vários departamentos da companhia, particularmente do Centro de Pesquisa (CENPES), do Departamento de Perfuração (Deper), do Departamento de Produção (Depro), do Serviço de Engenharia (Segen)

e, também, do Serviço de Materiais (Sermat). Vale ressaltar que foram formadas equipes mistas de pesquisa nas quais participaram técnicos dos departamentos anteriormente citados. Nesse sentido, o Procap difundiu o processo de montagem de equipes interdisciplinares e interdepartamentais na implementação de esforços tecnológicos realizados pela PETROBRÁS para viabilizar a Exploração & Produção de hidrocarbonetos em regiões muito profundas. Conseqüentemente, formaram-se canais e fluxos de informação técnica entre as áreas operacionais e o centro de Pesquisa, Desenvolvimento & Engenharia Básica, o que proporcionou processos de aprendizado tecnológico interdependentes.

A colaboração de Instituições externas foi necessária, pois possibilitou a ampliação do conhecimento técnico da PETROBRÁS nos sistemas de produção e no monitoramento do *estado da arte* das novas concepções *offshore*. A companhia estabeleceu acordos e contratos em nível nacional e internacional com Universidades, centros de P&D, indústrias, companhias petrolíferas (operadoras), firmas classificadoras de sistemas de produção submarinos e empresas de engenharia. A carteira de projetos do Procap, ao envolver vários agentes no processo de inovação, inaugurou novas modalidades de participação.

Analisando a carteira do Procap, foram identificadas cinco modalidades de participação externa agrupadas da seguinte maneira, a saber: I) projetos onde atuaram Universidades e/ou centros de P&D; II) projetos que envolveram Universidades e/ou centros de P&D, empresas de engenharia e/ou indústria; III) projetos onde apenas contribuíram empresas de engenharia; IV) projetos onde houve a colaboração de Universidades e/ou centros de P&D, empresas de engenharia, indústrias, companhias petrolíferas (operadoras) e/ou firmas classificadoras. Dos 107 projetos do Procap, 91 destes, representando aproximadamente 85% desta carteira, tiveram, de alguma forma, parte da sua pesquisa realizada por instituições externas, nacionais e/ou estrangeiras.

Grupo I - projetos onde atuaram Universidades e/ou Centros de P&D (instituições de C&T);

Grupo II - projetos que envolveram Universidades e/ou Centros de P&D, empresas de engenharia e/ou indústrias;

Grupo III - projetos onde apenas contribuíram Empresas de Engenharia;

Grupo IV - projetos onde houve a colaboração de Universidades e/ou Centros de P&D, Empresas de Engenharia, Indústrias, Companhias Petrolíferas (operadoras) e/ou Firms Classificadoras;

Grupo V - projetos realizados juntamente com Indústrias.

Conforme havia sido mencionado, anteriormente, dois projetos da carteira Procap não foram iniciados. Portanto, dos 107 projetos desenvolvidos no programa, 91 projetos - representando aproximadamente 85% dessa carteira - tiveram partes de sua pesquisa efetuada por instituições nacionais, bem como internacionais. A Tabela abaixo mostra a participação de projetos pelos Grupos.

TABELA 3

**PARTICIPAÇÃO EXTERNA NO PROCAP
ORDENADA POR GRUPO DE INSTITUIÇÕES**

GRUPOS	PROJETOS		INSTITUIÇÕES			
	TOTAL	(%)	NACIONAL TOTAL	(%)	INTERNACIONAL TOTAL	(%)
Grupo I	26	28,60	07	64,0	04	36,0
Grupo II	22	24,10	28	52,0	26	48,0
Grupo III	12	3,20	13	87,0	02	13,0
Grupo VI	18	19,80	42	79,0	18	11,0
Grupo V	09	9,90	17	100,0	nd	nd
Outros	04	4,40	nd	nd	nd	nd
TOTAL	91	100,0	107		50	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados fornecidos pela companhia, 1992.

O Grupo I representa 28,60% dos projetos que tiveram participação externa. Este grupo, formado apenas por instituições de C&T, foi responsável pelo desenvolvimento de programas computacionais de simulação e modelagem matemática para definição dos sistemas de ancoragem, estruturas das plataformas fixas e monitoração dos movimentos da plataforma de pernas atirantadas

(TLP), estudos de técnicas radioativas, pesquisa sobre transmissores de sinais óticos, hidroacústicos e geração de energia elétrica submarina.

O Grupo II corresponde a 24,10% dos projetos Procap. Entre as pesquisas desenvolvidas neste grupo, destacam-se o projeto conceitual da plataforma de pernas atirantadas (TLP) e torres complacentes (CT), estudos que visam conhecer o sistema de bombeio multifásico (BMS) e o projeto básico da plataforma semi-submersível para produção (*Vitória Régia*). No caso, a plataforma Vitória Régia se constitui parte dos esforços da empresa para o desenvolvimento de projeto básico de plataformas semi-submersíveis adaptadas às condições ambientais das jazidas marítimas nacionais.

Quanto ao Grupo III, responsável por 13,20% dos projetos do programa, prevalece a parceria com as empresas de engenharia. Neste grupo, ressaltam-se as pesquisas dos projetos conceitual e básico dos equipamentos submarinos e do sistema de controle de inspeção submarina, do projeto conceitual do sistema de bombeamento e separação multifásica (SSS). Vale salientar que a PETROBRÁS desenvolveu um projeto conceitual de SSS; com o propósito de conhecer pesquisas mais avançadas desta concepção foi firmado contrato com empresa de engenharia estrangeira.

O Grupo IV compreende 19,80% dos projetos, sendo estes implementados com a contribuição de várias instituições de C&T e empresas. As instituições envolvidas neste grupo colaboraram na aquisição e tratamento de dados meteorológicos e oceanográficos, no desenvolvimento do projeto conceitual e básico de equipamentos que são instalados no subsolo/poço marinho e nos projetos conceituais de tubos de escoamento do óleo/gás, no projeto conceitual da plataforma semi-submersível utilizando sistema de completação seca, na análise sobre lançamento de linhas flexíveis e estudos visando aplicação de veículos e ferramentas de operação remota (VOR/ROT).

O Grupo V foi responsável por 9,90% dos projetos, nos quais participaram apenas indústrias. Tais empresas contribuíram nos projetos de desenvolvimento de sistemas de cabos de aço submetidos à corrosão, testes em linhas hidráulicas, análises sobre materiais alternativos para vasos de pressão, especificações em veículos de operação remota (VOR) e testes para construção de equipamentos/componentes submarinos.

Valendo-se da classificação anterior, pode-se também avaliar a participação das instituições externas, tanto nacionais como internacionais. Estes dados foram ordenados, conforme a Tabela que se segue.

TABELA 4
PARTICIPAÇÃO DE INSTITUIÇÕES NACIONAIS
E INTERNACIONAIS NA CARTEIRA PROCAP

GRUPOS/INSTITUIÇÕES	PARTICIPAÇÃO			
	NACIONAL (%)		ESTRANGEIRA (%)	
Grupo I				
Universidades e/ou Centros de P&D	07	75,0	04	25,0
Grupo II				
Universidades e/ou Centros de P&D	08	53,0	07	47,0
Empresas de Engenharia	03	21,0	11	79,0
Indústrias	17	68,0	08	32,0
Grupo III				
Empresas de Engenharia	02	13,0	13	87,0
Grupo IV				
Universidades e/ou Centros de P&D	05	71,0	02	29,0
Empresas de Engenharia	16	70,0	07	30,0
Indústrias	07	78,0	02	22,0
Companhias Petroleiras	nd	nd	01	100,0
Firmas Classificadoras	nd	nd	03	100,0
Grupo V				
Indústrias	17	100,0	nd	nd

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados fornecidos pela companhia Petrobrás, 1992.

O Grupo I está relacionado aos projetos que demandaram conhecimento mais voltado à pesquisa científica. Neste grupo, as instituições de C&T do país tiveram participação mais significativa do que as instituições estrangeiras.

O Grupo II contempla basicamente aqueles projetos fundamentais à capacitação da empresa na definição dos projetos conceituais de novos sistemas de produção de âmbito internacional, do projeto conceitual da plataforma semi-submersível, utilizando completação seca² no projeto conceitual e básico de uma plataforma

semi-submersível (*Vitória Régia*), sendo que estas duas últimas plataformas representam projetos desenvolvidos pela companhia. Neste grupo, foram identificados basicamente dois processos distintos de aprendizagem realizados através de fontes de conhecimento externo. No caso, das novas concepções de exploração, observam-se ações voltadas para absorção de tecnologias, portanto do conhecimento necessário para desenvolver o projeto básico dessas concepções. Quanto à plataforma semi-submersível, as iniciativas da empresa levaram, após ter havido a absorção da tecnologia estrangeira, à realização de um novo projeto básico. Por último, vale destacar a plataforma semi-submersível com completação seca que representa os esforços para o desenvolvimento de alternativas próprias, levando a uma nova concepção de sistemas flutuantes de produção.

A demanda por conhecimento científico foi contratada junto às instituições de *C&T* no país (principalmente) e estrangeiras. Quanto ao desenvolvimento do projeto conceitual, tornou-se fundamental a contribuição das empresas de engenharia, onde prevaleceu a atuação de empresas estrangeiras em relação às nacionais. Em relação às indústrias, estas atuaram no sentido de ampliar o processo de aprendizagem orientado para adaptação de materiais e equipamentos essenciais aos sistemas flutuantes de produção empregando as plataformas semi-submersíveis, onde houve maior contratação local.

Analisando o Grupo II, torna-se necessário destacar o projeto do sistema de bombeio multifásico. No Procap, a empresa apenas acompanhou as pesquisas e testes que estão sendo realizados por instituições de *P&D* e empresas de engenharia internacionais, juntamente com outras companhias petrolíferas estrangeiras.

O Grupo III representa as pesquisas da PETROBRÁS orientadas para o processo de aprendizagem que possibilitaria executar projeto básico dos equipamentos submarinos para águas profundas. Devido às dificuldades de inspeção, manutenção, conserto, entre outras, procurou-se estender o conhecimento relacionado à concepção desses equipamentos. Estes esforços voltavam-se para a adequação dos equipamentos marítimos às atividades *E&P* em grandes profundidades. Neste caso, a parceria com empresas de engenharia internacional foi maior, visando, em uma fase posterior, desenvolver novos equipamentos para operação em regiões mais profundas.

Quanto ao Grupo IV, a participação nacional foi significativa, particularmente nas pesquisas relacionadas à coleta/tratamento de dados marítimos e equipamentos submarinos. Conforme foi dito anteriormente (em relação ao Grupo III), as iniciativas voltadas para o desenvolvimento do projeto conceitual e básico de diversos equipamentos ocorreram graças à contratação de empresas de engenharia estrangeira. A partir desses esforços, foi possível passar à definição de novos desenhos e/ou introdução de modificações nesses equipamentos (projeto conceitual e básico). Neste grupo, destacam-se os processos de aprendizagem voltados à realização de novas arquiteturas dos equipamentos e componentes marinhos. Nesse sentido, pode ser observado o desenvolvimento de novos equipamentos submarinos (*templates/manifolds* e de *risers*) adequados às condições ambientais do país, com significativa participação de instituições de C&T, indústrias e empresas de engenharia local.

No Grupo IV, as pesquisas sobre os veículos de operação remota (VOR) para atividades *offshore* ocuparam um lugar de destaque, devido ao seu potencial de aplicação imediata. As instituições envolvidas foram centros de P&D, empresas de engenharia e indústrias nacionais, estas voltadas para realização de processos de aprendizagem adaptativos. A cooperação com companhias petrolíferas internacionais ocorreu nos estudos sobre lançamento de linhas flexíveis nas áreas de maior profundidade, e ampliação do conhecimento sobre procedimentos operacionais.

Finalmente, no Grupo V, os projetos concentraram-se nos processos de aprendizagem orientados para a adaptação, envolvendo basicamente capacitação para produção e o desenvolvimento e/ou testes, em materiais especiais, das peças de equipamentos utilizados nos sistemas de produção flutuante e dos veículos de operação remota (VOR). Neste grupo, predominou a participação da indústria nacional.

Com relação à participação externa internacional, quase 50% dos projetos desta carteira, resultou em sete regimes de contratação de conhecimento envolvendo principalmente empresas de engenharia e Universidades/centros de P&D, seguidos pela participação de indústrias, companhias petrolíferas (operadoras) e firmas classificadoras. As formas de aquisição do conhecimento externo internacional durante a implementação do Procap, foram: projetos multiclientes, programa de transferência de tecnologia, cooperação

tecnológica, consultoria, programas de estágio no exterior, ensaios e fabricação. Vale ressaltar que o Procap trouxe como inovação a introdução na cultura da empresa da modalidade de projetos multiclientes, que representaram 35% da contratação realizada no exterior, alcançando maior participação entre os demais regimes estabelecidos pelo Procap. Os multiclientes constituem-se em projetos de pesquisa executados por uma empresa de engenharia, um centro de P&D e/ou uma universidade que assume sua coordenação e estende a participação do mesmo a outras empresas e/ou instituições interessadas, mediante o rateio do custo pré-estabelecido do projeto. Todos os participantes adquirem o direito de enviar seus técnicos às reuniões realizadas pelo Comitê Executor do projeto e têm acesso aos seus resultados finais. A PETROBRÁS através do Procap participou de 27 projetos multiclientes.

O consórcio multicliente tem sido muito utilizado para contratação de pesquisa na indústria petrolífera mundial, particularmente: na realização de pesquisa de novos processos e técnicas, monitoramento de novos sistemas de Exploração & Produção *offshore*, e, por último, na pesquisa em campos de conhecimento muito especializados.

Em 1991, encerrou-se a carteira do Procap na PETROBRÁS tendo alcançado em média a execução física de 80% dos projetos de pesquisa. Esses esforços lograram a capacitação tecnológica para o projeto (pré)básico de plataformas semi-submersíveis, de seus equipamentos e componentes marítimos para operação até 1000 metros de profundidade.

TENDÊNCIAS DA POLÍTICA TECNOLÓGICA OFFSHORE NA PETROBRÁS

Devido à relevância das atividades de Exploração & Produção (E&P) em águas profundas, bem como a orientação e estratégia de longo prazo de *E&P offshore*, culminou na manutenção do programa de capacitação - Procap 2000. Ademais, a companhia percebeu que muitos projetos dessa carteira precisavam ser consolidados. Em 1992 foi lançado na companhia o Procap 2000 que tinha como objetivo: 1) viabilizar alternativas técnico-econômicas com vistas à exploração de

jazidas em regiões ultraprofundas (1000 a 3000 metros), incorporando reservas de petróleo destas regiões; II) desenvolver projetos de inovação tecnológica que permitam a redução do custo das atividades de E&P de óleo e gás, em relação aos sistemas convencionais, nas jazidas submarinas.

A carteira do Procap 2000, diferente do programa anterior, tem um conjunto mais restrito de projetos, cerca de 12 projetos que sintetizam os principais esforços da PETROBRÁS na investigação *offshore* no longo prazo. Esta agenda de pesquisa foi implementada a partir de 1992, desembolsando mais de US\$ 58 milhões de dólares. No Quadro abaixo, encontra-se a relação da carteira do Procap 2000.

QUADRO 4

RELAÇÃO DOS PROJETOS PROCAP 2000

Estabilidade de Poços Horizontais/Alta Inclinação
Perfuração de Poços de Alta Inclinação em Arenitos Inconsolidados e Folhelhos Instáveis³
Controle de *Kicks e Blowouts*⁴ em Poços de Águas Profundas
Unidades Estacionárias de Produção (UEP) com Completação Submarina⁵
Unidades Estacionárias de Produção com Completação Seca⁶
Utilização de Bombeio Centrífugo Submerso em Poços Submarinos (BCSS)
Sistemas de Bombeamento Multifásico Submarino (SBMS)
Dutos Submarinos de Coleta e Exportação
Garantia de Escoamento
Coleta e Tratamento de Dados Geofísicos, Oceanográficos e Meteorológicos
Sistema de Transmissão de Energia Elétrica a Frequência Variável através de Cabo Longo

Fonte: Relatório de Reavaliação do Procap 2000, Petrobrás/Cenpes, 1996.

De fato, cada um desses projetos concentra uma agenda específica de investigação com vistas ao melhoramento e/ou desenvolvimento de tecnologias consideradas fundamentais às atividades de E&P em águas profundas. Poder-se-ia fazer uma classificação dos projetos dessa carteira segundo o seguinte critério, a saber: I) projetos que se relacionam com a melhoria do aproveitamento e rendimento das jazidas submarinas em águas profundas, II) Projetos para melhorar a performance técnico-econômica dos sistemas de produção já utilizados (unidades estacionárias de produção) pela companhia e o estudo dos novos sistemas de produção *offshore* (sistemas de bombeio), III) Identificação e/ou desenvolvimento das melhores técnicas de prevenção e/ou remoção de parafinas nos dutos submarinos, IV) Aperfeiçoar os sistemas de coleta e tratamento de dados ambientais da Bacia de Campos, V) Desenvolver ferramenta computacional para dimensionamento e análise de sistemas elétricos que atuem em vários níveis de frequência e novas formas de geração de energia para utilização nos sistemas de produção *offshore*.

Seguindo a mesma tendência observada na primeira carteira, o Procap 2000 tem envolvido 65 instituições nacionais e internacionais. Conforme pode ser observado na Tabela abaixo, onde participaram 17 Centros de C&T e/ou Universidades, 11 Empresas, 32 Indústrias e 5 Empresas de petróleo (operadoras). Todavia, a participação externa internacional ultrapassou a contrapartida nacional em todas os regimes de acordos e/ou contratação, salvo naqueles projetos que envolveram apenas Centros de *P&D* e/ou Universidades.

TABELA 5

PARTICIPAÇÃO EXTERNA NO PROCAP 2000

TIPO DE INSTITUIÇÃO	NACIONAL		INTERNACIONAL	
	Número	(%)	Número	(%)
Centro de C&T e/ou Universidade	10	58,82	07	41,18
Empresas de Engenharia	03	27,27	08	72,73
Indústrias	09	28,12	23	71,88
Empresas Petrolíferas (Operadoras)	nd	nd	05	100,00
TOTAL	22		43	

Fonte: Relatório de Reavaliação do Procap 2000, Petrobrás/Cenpes, 1996.

Como pode ser observado na Tabela 5, as empresas de engenharia e as indústrias internacionais tiveram uma participação significativa no Procap 2000, cerca de 72,73% e 71,88%, respectivamente. Nos projetos que demandaram conhecimento de Centros de P&D e/ou Universidades, a participação nacional foi maior, representando cerca de 58,83%.

Comparando a evolução da participação externa nessas duas carteiras permite-se tecer considerações quanto à evolução do desenvolvimento tecnológico da PETROBRÁS. Trata-se do aumento da participação externa internacional no desenvolvimento tecnológico *offshore* da companhia de petróleo nacional. Houve um aumento da participação das instituições estrangeiras principalmente dos Centros de P&D e/ou Universidades e de Indústrias/Fabricantes de equipamentos e/ou componentes.

Apesar da carteira de projetos do Procap 2000 não ter sido concluída pode-se tecer alguns comentários sobre a evolução da investigação *offshore* na Petrobrás, principalmente sobre a capacitação alcançada por esta carteira. Todavia, pode-se dizer que os resultados alcançados por esse programa consolidaram as atividades da companhia em regiões de lâmina d'água até 1000 e vem permitindo à empresa aumentar a produção/exportação de petróleo e/ou gás nessas regiões fortalecendo o combate à resíduos que se alojam nos dutos/tubos flexíveis (escoamento de óleo/gás), aumentou a massa crítica em relação aos sistemas de bombeio submarino e aumentou a capacitação nos sistemas flutuantes de produção para águas profundas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção da capacitação técnica *offshore* da PETROBRÁS ocorreu pela utilização de mecanismos formais e informais de transferência tecnológica. A partir da descoberta dos campos gigantes de Marlin e Albacora (1985), a empresa de petróleo nacional inaugura esforços de P&D em busca da capacitação tecnológica para atuação em regiões submarinas muito profundas.

Nesse sentido, o programa de capacitação tecnológica para intervenção em grandes profundidades (Procap) pode ser considerado uma política de capacitação tecnológica explícita da PETROBRÁS na

promoção de esforços fundamentais com vistas às atividades de E&P submarinas.

No primeiro Procap (1986-91), houve um salto tecnológico onde a companhia alcançou os seguintes resultados: I) capacitação para redesenhar o projeto básico do sistema flutuante de produção (plataformas semi-submersíveis e navios/embarcações, equipamentos e componentes submarinos), II) introdução de adaptações/aperfeiçoamentos de caráter incremental nesses sistemas flutuantes de produção, possibilitando estender sua aplicação de 350 até 1000 metros de LDA's, III) modificação nos procedimentos de instalação dos sistemas de produção flutuantes até 1000 metros de lâmina d'água.

O Procap 2000, pretende lograr a seguinte capacitação, a saber: I) melhoramento da atuação/rendimento dos reservatórios submarinos em grandes profundidades, II) consolidação da capacitação dos sistemas flutuantes até 2000 metros de lâmina d'água (LDA); III) consolidar o conhecimento em sistemas de produção considerados como inovações radicais (sistema de bombeio multifásico); IV) ampliação do banco de dados geológico, geofísico da Bacia de Campos.

A relevância do Procap também pode ser ressaltada pela manutenção dessa política no longo prazo, pois nos últimos dez anos a companhia tem conseguido manter esta carteira o que vem garantindo liderança internacional nas atividades *offshore*. O Procap ao ser instrumento de implementação da política de capacitação tecnológica da empresa pode sinalizar um ponto de inflexão na trajetória tecnológica da PETROBRÁS. Antes do Procap, sua estratégia tecnológica concentrava-se em demasiada transferência tecnológica, adaptações e aperfeiçoamentos periféricos nas tecnologias/conhecimento técnico comprado. A partir desse programa, ampliou-se o relacionamento externo da empresa com fontes externas de conhecimento tecnológico e a estatal passou a buscar novos campos do saber, muitos deles ainda não dominados.

O Procap enquanto instrumento de política de capacitação tecnológica foi fundamental para que a empresa alcançasse a fronteira de conhecimento *offshore*. Ademais, o caso da PETROBRÁS ilustra a riqueza e diversidade dos processos de mudança técnica na periferia, constituindo um dos exemplos da expressiva *capacidade de resposta* das empresas do Terceiro Mundo em buscar soluções criativas para seus próprios problemas.

ABSTRACT: This paper attempts to describe the technology policy used by **PETROBRÁS** for oil Exploration & Production (E&P) in deep waters. After the mid of 80's **PETROBRÁS** have been developing huge technological programmes focused on the firm Research, Development & Basic Engineering (R.D&BE) effects for **offshore** activities. This research agenda can be considered as an explicit policy for technological capacitation. This experience is related with the R&D activities and basic engineering skills developed inside the research center - **CENPES**-, sharing also with efforts moved by other company divisions and external institutions that participated in the programme of technological competence in the Exploration System for Deep Waters - called **Procap**. This paper aims to describe the ways by which **Procap** can be a part of the technological policy of **PETROBRÁS**.

KEY WORDS: Petrobrás; Technological Policy; Procap.

NOTAS

1. Os SFP só podem ser formados por plataformas semi-submersíveis e/ou navios. As TC são estruturas metálicas que são estaqueadas no fundo do mar, enquanto as TLP são plataformas cuja estabilidade é assegurada por cabos ou tubos verticais, constantemente tracionados e ancorados no fundo do mar. A plataforma semi-submersível utilizando completação seca é um conceito onde os equipamentos que fazem o escoamento do óleo/gás natural encontram na plataforma, ao invés de se localizarem no solo marinho. O sistema submarino de separação é um conjunto de equipamentos (vasos, bombas instrumentos, conexões elétricas e de linhas de fluxo, etc.) instalados no fundo do mar, destinado a separar a fase gasosa da líquida, transferindo o óleo, com ou sem bomba, e o gás, com ou sem compressor, para uma plataforma próxima, aumentando assim a produção dos poços e/ou substituindo uma plataforma. Finalmente, o

- bombeio multifásico é o sistema de transferência de fluxo de líquido e gás sem necessidade de separação das fases (óleo, água, sedimentos e gás).
2. Esta concepção caracteriza-se pela utilização de *risers* rígidos (um tipo de tubo) numa plataforma semi-submersível. De fato, as semi-submersíveis originalmente empregam *risers* flexíveis no transporte de óleo e gás até a plataforma.
 3. Folhelhos são formações sedimentares à base de argila que geram petróleo. Folhelhos instáveis, ao realizar as perfurações, podem desestabilizar-se e prender a coluna de perfuração, entupir a sonda de perfuração, etc.
 4. Quando ocorre uma perda de controle na produção do poço submarino por causa de um pico de gás e o poço passa a produzir lama que existe no reservatório.
 5. As UEP são as plataformas semisubmersíveis e/ou navios onde está o conjunto de poços. Completação submarina significa dizer que os equipamentos instalados na cabeça do poço e que permitem controlar e direcionar o fluxo de óleo e gás são instalados no fundo do mar.
 6. A completação seca significa dizer que os equipamentos de controle de fluxo são instalados na plataforma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M. M. de. *Produção de petróleo no Brasil*. in Lébre A Roveré La Rovère, E., Pinguelli Rosa, L. e Rodrigues, A. P. (eds) *Economia e Tecnologia da Energia*. Rio de Janeiro: Editora Marco Zero/Finep, 1985.
- FREITAS, A. G. de. *Capacitação tecnológica em Sistemas de Produção para Águas Profundas: o caso da Petrobrás*, Campinas, Unicamp, 1993. (Dissertação de Mestrado), IG/DPCT/UNICAMP.
- FURTADO, A. T. *Trajetória Tecnológica da Petrobrás na Produção Offshore*. Campinas, Unicamp, (mimeo), 1996.
- _____. *La Evaluacion de Grandes Programas Tecnológicos: Algunas reflexiones introductorias y metodologicas sobre el caso del Programa de Aguas Profundas de Petrobras - Procap 1000*. Campinas, Unicamp, (mimeo), 1997.
- PETROBRÁS. *Relatório de Atividades - 1986-1992*. Rio de Janeiro.
- _____. *Relatórios de Reavaliação do Procap 2000*. Rio de Janeiro, (mimeo), 1997.

PIMENTA-BUENO, J. A. e OHAYON, P. *Subsídios para a formulação de mecanismos de apoio aos programas mobilizadores integrantes do PACTI*. In: ANAIS DO XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. São Paulo, 1992.

VILLELA, A. V. *Empresas do governo como instrumento de política econômica: os sistemas SIDERBRÁS, ELETROBRÁS, PETROBRÁS e TELEBRÁS*. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1984.