

O Fundo Setorial CT-Petro e a formação de capacitação científica e tecnológica no setor de óleo e gás: os casos das redes Norte/Nordeste de Asfalto e de Catálise*

Luciana de Oliveira Faria

Petrobras

Maria Teresa Franco Ribeiro

Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Recebido: 22/08/2010 Versão revisada (entregue): 10/08/2011 Aprovado: 12/08/2011

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma investigação sobre os investimentos realizados a partir do Edital CT-Petro/CNPq-Finep 03/2001, cujo intuito foi fomentar a constituição e consolidação de Redes Cooperativas de Pesquisas, Inovação e Transferência de Tecnologia nas Regiões Norte/Nordeste, por meio do apoio a projetos de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico. Das 13 redes selecionadas, optou-se por um estudo de caso múltiplo de duas delas: uma coordenada por uma universidade federal, focada num produto (Rede Asfalto); e outra, pela única universidade particular participante, com foco num processo (Rede de Catálise). A análise foi respaldada nos conceitos de capacidades e competências científicas e tecnológicas, rotinas, aprendizado, conhecimento e redes, presentes na abordagem de Sistemas de Inovação. Como resultado, percebeu-se que, apesar das dificuldades e incipiência do processo de gestão,

* Este trabalho é fruto da tese de doutorado de Luciana de Oliveira Faria, sob a orientação da Profa. Dra. Maria Teresa Franco Ribeiro, que contou com as críticas preciosas dos professores Paulo Bastos Tigre e Paulo N. Figueiredo. Foram também muito pertinentes e de extrema importância para o esclarecimento de alguns conceitos e explicitação metodológica as recomendações dos dois pareceristas anônimos. Somos muito gratas a todos esses professores/pesquisadores que contribuíram para a construção desse trabalho.

as Redes N/NE viabilizaram a seleção e difusão de tecnologias e, em alguns casos, a inovação, com resultados significativos para a região.

PALAVRAS-CHAVE | CT-Petro; Redes; Sistemas de Inovação; Capacitação Científica e Tecnológica.

Código JEL | O32.

The Sectorial Fund CT-Petro and the Scientific and Technological Capacity Building in Oil and Gas Sector: The Case of the Asphalt and Catalysis North/Northeast Networks

ABSTRACT

This paper presents the results of research on investment from the Bid CT-Petro/CNPq-Finep03/2001 whose aim was to foster the establishment and consolidation of Cooperative Research Networks, Innovation and Technology Transfer in the North / Northeast Brazil by supporting the projects of scientific research and technological development. Of the 13 selected networks, we chose a multiple case study of two: one coordinated by a national university, focused on a product network (Asphalt) and another for the only private university participant, focusing on a process network (Catalysis). The analysis draws upon the concepts of scientific and technological capabilities and competencies, routines, learning, knowledge and networks of Innovation Systems approach. As a result, it was noted that despite the difficulties and still unfinished process management, Networks N / NE enabled the selection and dissemination of technologies and, in some cases, innovation, with significant results for the region.

KEYWORDS | CT-Petro; Networks; Innovation Systems; Scientific and Technological Capabilities.

JEL-Code | O32.

1. Introdução

Mesmo diante da chamada convergência tecnológica que está construindo uma única indústria na área de energia, o petróleo ainda se constitui na principal fonte de energia primária da matriz energética mundial e, devido à sua importância e características peculiares, é aqui considerado parte do setor de óleo e gás, cujas fronteiras estão em constante processo de ampliação. A própria utilização do termo “óleo e gás” já incorpora os biocombustíveis, por exemplo, como fonte de energia alternativa ao petróleo.

O petróleo é uma das principais *commodities* negociadas no comércio internacional, tendo, no entanto, particularidades por ser um recurso mineral não renovável e pelo fato de as condições de oferta e demanda serem fortemente influenciadas pelo cenário geopolítico. O preço é a principal base da concorrência e a produção ocorre em grande escala, além de haver um alto custo de mudança de processos. A ênfase em termos tecnológicos tem sido, predominantemente, em desenvolvimento de tecnologias de processo, muito mais do que de produto. A Petrobras é a maior operadora do setor de óleo e gás do Brasil e líder mundial em tecnologia de extração de petróleo em águas profundas (superiores a 400 m) e ultraprofundas (acima de 2.000 m), ou seja, atua no desenvolvimento de tecnologia de ponta em processos. Esse desenvolvimento foi conseguido a partir da competência técnica da Petrobras e das suas relações de cooperação com outras empresas e instituições de ensino e pesquisa, no Brasil e no exterior.

Foi exatamente o fato de as empresas públicas nos setores de infraestrutura terem alcançado um elevado nível de desenvolvimento científico e tecnológico que motivou o debate sobre a importância de consolidar e ampliar os esforços científicos e tecnológicos nessa área (PACHECO, 2007). Surge assim, dessa discussão, a proposta de um desenho de política de desenvolvimento científico e tecnológico a partir de redes setoriais, com o intuito de ampliar e disseminar no meio empresarial e comunidade científica a prática da inovação como fonte primordial de competitividade. Esperava-se também aumentar a participação das Regiões Norte e Nordeste nessa dinâmica.

Recursos jamais vistos para P&D no Brasil têm chegado à área de óleo e gás por meio do Fundo Setorial CT-Petro¹ – criado em 1997 – e devido à exigência, a partir

1 Os Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, operacionalizados a partir de 1999, são instrumentos do governo federal para financiamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação no país. As receitas dos Fundos são oriundas de contribuições incidentes sobre o resultado da exploração de recursos naturais pertencentes à União, parcelas do Imposto sobre Produtos Industrializados de certos setores e de Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide) incidente sobre os valores que remuneram o uso ou aquisição de conhecimentos tecnológicos/transfêrencia de tecnologia do exterior. O CT-Petro foi o primeiro Fundo Setorial criado no país.

de 2005, da Cláusula de Investimento em P&D, constante dos Contratos de Concessão para Exploração, Desenvolvimento e Produção de Petróleo e/ou Gás Natural, estabelecidos entre a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e as concessionárias, desde 1998, no momento de pós-regulamentação do setor. Esta última exigência culminou, no que se refere especificamente à Petrobras, na criação, em 2005/2006, das chamadas Redes Temáticas e Núcleos Regionais de Competência (estas envolvem somente a Petrobras e as universidades).

O Edital CT-Petro/CNPq-Finep 03/2001 teve como objetivo fomentar a constituição e consolidação de Redes Cooperativas de Pesquisas, Inovação e Transferência de Tecnologia nas Regiões Norte/Nordeste (Redes N/NE), por meio do apoio a projetos de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico. Nesse formato, o Estado, por meio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), aporta recursos a fundo perdido e a empresa investe uma contrapartida financeira no projeto. Dessa maneira, a empresa é estimulada a investir em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) com um menor comprometimento de recursos; às universidades cabe a execução do projeto.

Devido ao seu histórico como empresa estatal que exerceu monopólio durante quase 50 anos e à percepção da importância estratégica da P&D, com a estruturação do seu Centro de Pesquisas, sua experiência particular em pesquisa compartilhada (tanto no exterior como internamente com universidades e centros de pesquisa) e sua relação de proximidade com o governo, entre outros, a Petrobras usufruiu, desde o início, dos recursos disponibilizados pelo CT-Petro. A empresa tem presença maciça nas Redes N/NE, representando, nos projetos das redes estudadas, 100% de participação.

Pretende-se, neste artigo, analisar a formação de capacitação científica e tecnológica estimulada pelo CT-Petro, bem como a eficácia do desenho de política científica e tecnológica a partir de redes formadas pelos principais atores envolvidos na temática. Essa política, de cunho neoschumpeteriano, procura estimular a co-evolução de estruturas institucionais e produtivas, fundamentais para formação e consolidação de sistemas de aprendizado/inação setoriais e regionais.

O objeto deste trabalho é pertinente e oportuno, uma vez que, de acordo com Figueiredo (2004, p. 346), muitas formas de apoio financeiro têm sido implementadas para formação e consolidação de infraestruturas de tecnologia e inovação no Brasil. Porém, muito pouco tem sido feito em termos de avaliação das reais implicações da construção e do funcionamento de tais infraestruturas para o desenvolvimento de capacidade tecnológica e *científica* (grifo nosso) no país.

A compreensão do setor de óleo e gás no Brasil implica o entendimento do contexto em que foi criada a Petrobras, estatal brasileira, da sua história, construída por meio das relações que estabeleceu com os diversos atores do sistema ao longo do tempo, e das características inerentes tanto ao Sistema de Aprendizado Brasileiro, de forma geral, quanto ao setor de óleo e gás, mais especificamente, que inclui as diversas cadeias produtivas, direta ou indiretamente relacionadas. Hoje, a Petrobras ainda é a maior operadora no país, detendo também as maiores áreas sob concessão no pré-sal² brasileiro. A seguir descreve-se a construção da capacidade científica e tecnológica da Petrobras.

2. A construção da capacitação em C&T na Petrobras

A Petróleo Brasileiro S/A (Petrobras) foi instituída em 12 de março de 1954 como empresa mista, para executar as atividades do setor de petróleo no Brasil, em nome da União. Sua criação teve motivações marcadamente nacionalistas, constituindo o resultado final da bem-sucedida, mas conturbada, campanha do “Petróleo é Nosso”.

Desde sua criação, inúmeros desafios foram superados pela empresa: questões políticas; legitimação; ingresso e formação de pessoal especializado; organização; sistemas de gestão; capacitação de fornecedores; prospecção e exploração; tecnologias; reestruturações; necessidade de construção do seu Centro de Pesquisas; crescimento; entre outros. A empresa, que tinha direitos exclusivos para exploração, produção, refino e transporte de petróleo, derivados e gás natural, ao longo de quase cinco décadas tornou-se líder em comercialização de derivados no país.

A expansão de suas atividades pôde ser concretizada, entre outros, pelo relacionamento com uma rede de atores que detinham capacidades específicas e certas competências necessárias e complementares; inclusive algumas só existiam internacionalmente. A experiência da Petrobras mostra que a estratégia de desenvolvimento cumulativo do âmbito de competência tecnológica constituiu fonte de poder importante, permitindo que esforços fossem direcionados para a busca das melhores tecnologias existentes e para capacitação e desenvolvimento de recursos humanos.

2 O pré-sal brasileiro corresponde à faixa de petróleo considerado de alta qualidade, que se localiza na costa marinha entre os estados do Espírito Santo e Santa Catarina, abaixo de uma camada de sal, a cerca de sete mil metros de profundidade.

O Centro de Pesquisa da Petrobras foi criado, em 1963, como Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas do Petróleo (Cenap); em 1973, foi batizado como Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello³ (Cenpes), iniciando seus trabalhos na adaptação das tecnologias importadas às condições geológicas, ambientais, de mercado e de matéria-prima nacionais. Em 2008, o Cenpes já contava com cerca de dois mil empregados, sendo 660 pós-graduados (480 mestres e 180 doutores), e uma área de 122 mil metros quadrados na Ilha do Fundão, no Rio de Janeiro. Suas instalações foram ampliadas em mais 183 mil metros quadrados, o que tornou o Centro um dos maiores complexos de pesquisa aplicada do mundo. Ao todo, são mais de 220 laboratórios atendendo às diversas áreas de negócio da Petrobras (EXPERIMENTANDO..., 2007, p. 11).

Conforme Furtado e Freitas (2000, p. 27), a maneira como a Petrobras associou-se com outras empresas, no seu esforço inovativo, variou de acordo com o estágio alcançado pelo processo de aprendizado em seus times de pesquisa e operacional. Esse processo tornou possível uma mudança sensível nos relacionamentos externos da companhia, passando de um acordo de transferência de tecnologia tradicional com fornecedores estrangeiros para várias formas de acordos tecnológicos de cooperação, que incluíram diferentes graus de compartilhamento de custos da inovação e de envolvimento externo e *in-house* nos esforços de inovação.

Há uma grande articulação com a comunidade científica e tecnológica, no Brasil e no exterior, englobando universidades, centros de tecnologia, empresas de engenharia, empresas petrolíferas, fabricantes de equipamentos e fornecedores. Vale ressaltar que essas parcerias não são recentes, principalmente aquelas que envolvem universidades e centros de pesquisa das Regiões Sudeste e Sul. Muitas delas, como a parceria com o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação (Coppe/UFRJ), datam de mais de 40 anos. Até aproximadamente 2001, havia muito pouca relação da Petrobras com instituições das Regiões Norte e Nordeste. Por meio da participação nas Redes N/NE, o cenário começou a se transformar, como será visto no decorrer deste artigo. O tópico a seguir retrata o Fundo Setorial CT-Petro e a origem das Redes N/NE.

3. O Fundo Setorial CT-Petro e as Redes N/NE

Os chamados fundos setoriais são fontes de recursos permanentes, oriundas de contribuições incidentes sobre o faturamento de empresas e/ou sobre o resultado

3 Em homenagem ao grande incentivador das atividades de pesquisa na Companhia.

da exploração de recursos naturais pertencentes à União e vinculadas ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT),⁴ instituído no final da década de 1960.

Além da necessidade de estabilidade da alocação de recursos para o financiamento do desenvolvimento científico e tecnológico, os fundos setoriais vieram introduzir um novo paradigma na pesquisa no país, ao propor articular os diversos atores e instituições envolvidos na implementação das políticas setoriais, inserindo nos editais a obrigatoriedade de articulação como condição para aprovação dos projetos. Propunham, ainda, inovar no que diz respeito à gestão compartilhada, com estratégias a longo prazo, definição de objetivos e prioridades voltadas a resultados. Suas receitas estão vinculadas à C&T, tanto na captação quanto na aplicação de recursos.

Ao todo, são 16 fundos setoriais,⁵ cujas fontes de recursos vêm da cobrança de contribuições de empresas para o desenvolvimento científico e tecnológico; é uma espécie de tributo, que também é destinado ao FNDCT. Trata-se de um recurso que sai do setor produtivo e volta para ele mesmo em forma de incentivo ao desenvolvimento científico e tecnológico. O CT-Petro é o fundo setorial mais antigo e encontra-se vinculado ao setor de óleo e gás. Sua fonte de recursos está em 25% dos *royalties* que excederem a 5% da produção de petróleo e gás natural.

O artigo 2º do Decreto 2.851/98 determina que, do total de recursos aplicados pelo CT-Petro, 40%, no mínimo, devem ser aplicados em programas e projetos nas Regiões Norte e Nordeste. A preocupação subjacente vem da necessidade de reduzir os fortes desequilíbrios regionais em relação às capacitações científica e tecnológica nas regiões brasileiras, historicamente concentradas no Sudeste e Sul. Para que haja projetos de qualidade encaminhados por aquelas regiões, é necessária capacitação local, ou seja, formação de pessoal e competências, aquisição de equipamentos e sua adequada disposição. O objetivo do Edital CT-Petro/CNPq-Finep 03/2001 foi expandir a capacitação em óleo e gás no Norte/Nordeste a partir de projetos de interesse comum entre a indústria e a academia. Nesse modelo, a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) entra com 50% dos recursos (não reembolsáveis) e a empresa, com os 50% restantes. As universidades são os agentes executores das pesquisas.

4 As fontes tradicionais de recursos do FNDCT são: recursos orçamentários, recursos provenientes de incentivos fiscais, empréstimos e doações (Decreto-Lei 719). Este fundo sempre esteve apoiado em recursos do Tesouro Nacional disputados, anualmente, no jogo político da aprovação do Orçamento Geral da União (OGU) e, em menor escala, em empréstimos externos de organismos multilaterais, como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) (BASTOS, 2003, p. 236-237).

5 1) CT-Petro, 2) CT-Info, 3) CT-Energ, 4) CT-Mineral, 5) CT-Hidro, 6) CT-Espacial, 7) CT-Saúde, 8) CT-Biotec, 9) CT-Agro, 10) CT-Aero, 11) CT-Transporte, 12) CT-Amazônia, 13) Verde-Amarelo, 14) CT-Infra, 15) CT-Aquaviário e 16) Funtell.

O referido edital foi aberto a toda a comunidade de Ciência e Tecnologia (C&T) relacionada ao setor de óleo e gás no Norte/Nordeste. As redes cooperativas de pesquisa selecionadas foram criadas a partir da submissão de suas propostas, que precisavam ter a coordenação de uma instituição de ensino superior ou de pesquisa. Após o lançamento do edital, centros de pesquisa e empresas articularam-se para formar redes cooperativas de pesquisa. Desse processo associativo, surgiram propostas de formação de 44 redes, as quais foram submetidas à avaliação de técnicos da Finep, do CNPq e de consultores *ad hoc*, que analisaram as propostas com base nos critérios do edital e elaboraram parecer, apresentando-o ao comitê técnico. Um *workshop* foi promovido por esse comitê, para integrar as 37 melhores propostas. Após o evento, o comitê técnico autorizou a estruturação de 13 redes cooperativas de pesquisa em temas variados⁶ de interesse do setor de óleo e gás e que são correlatos ao Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor Petróleo e Gás Natural.

Devido à sua estruturação e experiência particular em pesquisa compartilhada (tanto no exterior, como internamente com universidades e centros de pesquisa), a Petrobras usufruiu, desde o primeiro momento, dos recursos disponibilizados pelo CT-Petro e participou em todas as Redes N/NE.

No tópico a seguir, discute-se a estratégia teórico-metodológica explorada para compreender as capacitações criadas por meio das Redes N/NE selecionadas para estudo.

4. A estratégia teórico-metodológica

Johnson e Lundvall (2000) e Lundvall (2002) reconhecem que construir competências no sentido amplo é um fator-chave no desenvolvimento. Os autores propõem a ideia de vetor de capacidades (*capabilities*) tecnológicas (evoluindo no tempo e no espaço), definido pela competência (que essencialmente refere-se à habilidade da empresa em resolver tanto os problemas técnicos como os organizacionais), de um lado, e pelo desempenho (medido por variáveis como competitividade e a contribuição para o crescimento industrial), de outro. Entre essas entidades e moldando suas interações, está o que se denominou Sistema Nacional de Inovação,

6 As 13 redes Norte/Nordeste criadas foram: 1) Risco Exploratório, 2) Gás Natural (Recogas), 3) Rede CT-Petro Amazônia, 4) Recuperação das Águas Contaminadas (Recupetro), 5) Monitoramento das Águas Contaminadas (Petromar), 6) Engenharia de Campos Maduros (Recam), 7) Geologia e Geofísica de Campos Maduros, 8) Materiais Avançados, 9) Modelagem Computacional, 10) Instrumentação e Controle (Redic), 11) Catálise (Recat), 12) Combustíveis e Lubrificantes (Recol) e 13) Pesquisa em Asfalto (Rede Asfalto).

atuando em diversos âmbitos e níveis, mas possuindo uma natureza inerentemente local. As competências situam-se entre as intenções e os resultados/desempenho e constituem-se como ponto importantíssimo para a construção e o fortalecimento do Sistema em referência.

É válido frisar que, para haver a construção e o fortalecimento do Sistema de Inovação, é essencial conhecer e realizar o planejamento das necessidades dos diversos atores envolvidos e dispor de políticas públicas integradas e de certa estabilidade no ambiente macroeconômico. A criação de capacitações e competências locais, tanto no setor produtivo quanto nas universidades, centros de pesquisa e escolas técnicas, deve potencializar a alavancagem de projetos em diferentes escalas. São a capacidade de aprender e as trajetórias de aprendizado que criam as competências e estas são retroalimentadas. A capacidade de aprender a trabalhar em rede e a experiência vivenciada nas redes, por exemplo, criam competências que podem gerar diferentes desempenhos. As competências geradas podem criar novas oportunidades de aprendizado e provocar efeitos cumulativos no macrosistema.

A característica essencial de um Sistema de Inovação é composta pela interface entre capacidades e desempenho e se constitui no mais amplo representante das instituições (tanto públicas quanto privadas). Conforme Lall (2000, p. 14), a capacidade nacional é mais do que a soma das capacidades das empresas. O complexo de habilidades, experiência e esforços construídos é o que capacita as empresas dos países a comprar eficientemente, usar, adaptar, melhorar e criar tecnologias. A alta velocidade das mudanças torna o aprendizado ainda mais importante, e este é criado a partir de capacidades nacionais, que são construídas ao longo de sua trajetória.

Em princípio, para Coriat e Dosi (2002), capacidades e competências consistem em conceitos distintos. A capacidade (*capability*) é uma unidade de análise de larga escala, comum propósito reconhecível expresso em termos de resultados significativos, que se propõe a gerar e é, significativamente, moldada por decisão consciente, tanto no seu desenvolvimento quanto na sua distribuição. A capacidade envolve a posse de equipamentos, habilidades individuais, arranjos organizacionais gerados por decisões que implementaram intenções gerais e rotinas, entre outros. Já as competências, de acordo com esses autores, são “pedaços” compartilhados de conhecimento e rotinas que contribuem para determinar as capacidades gerais da organização e não são meramente conjuntos de habilidades individuais.

Ainda conforme os autores, as rotinas são “pedaços” de atividade organizada com caráter repetitivo e nem sempre há pressuposição evidente de um objetivo. São

blocos de construção das capacidades; contudo, as rotinas não são os únicos blocos de construção das capacidades. As habilidades individuais, por exemplo, estão entre os blocos de construção das rotinas. Estas são como as “habilidades” organizacionais.

Dessa forma, pode-se entender que as rotinas constituem a base para as competências e capacidades organizacionais. O aprendizado e o conhecimento perpassam as rotinas, competências e capacidades. A capacidade pode ser, em princípio, dependente da existência de equipamentos e habilidades individuais. Em poucas palavras, é aquilo que se pode fazer com os recursos e conhecimentos existentes, resultados que se propõe gerar, enquanto a competência é o que *efetivamente* se faz e se está apto a fazer com os conhecimentos existentes, parecendo mais dependente da experiência concreta.

Mesmo sendo conceitos distintos, Coriat e Dosi (2002) fazem uso análogo de capacidades e competências para melhor entendimento dos processos. Ser capaz ou competente em algo é ter uma capacidade real para trazer aquela coisa como resultado de uma ação intencional. As distintas competências e capacidades organizacionais têm sua importância na medida em que moldam o destino das empresas – em termos de, por exemplo, rentabilidade, crescimento, probabilidade de sobrevivência e, igualmente importante, modelos de mudança de amplos agregados, como setores particulares e países inteiros (CORIAT; DOSI, 2002, p. 277). Neste artigo, considera-se a competência com um caráter mais de domínio de conhecimentos específicos relativos à pesquisa, enquanto a capacidade está relacionada ao potencial científico e tecnológico dos grupos (por exemplo, investimentos em laboratórios e equipamentos e pessoal). O foco aqui está na formação de capacidade ou capacitação.

Em princípio, as competências não mudam radicalmente em curtos períodos de tempo. Estas se encontram relacionadas, também, às rotinas organizacionais, aqui entendidas como as regularidades e o que é previsível sobre comportamento na empresa. As rotinas são, conforme Egidi (1993, p. 3), procedimentos (conjunto de instruções que determinam as ações que devem ser tomadas) que solucionam conjuntos de problemas internos à organização. As rotinas não podem ser descritas totalmente, uma vez que possuem partes não codificáveis.

O aprendizado, neste artigo, é abordado no sentido apontado por Bell (1984), ou seja, como um processo de aquisição de habilidades técnicas adicionais e conhecimento por indivíduos e, a partir deles, por organizações. Mais especificamente, o termo é utilizado, aqui, com referência à aquisição de capacidades e competências científicas e tecnológicas.

A literatura apresenta diversos tipos de processos de aprendizado. Ressalta-se a contribuição seminal de Bell (1984), por exemplo, que destaca dois tipos principais

de aprendizados: aqueles baseados no fazer (*by doing*) e que ocorrem sem custo como produto mesmo do fazer (aprendizado pela produção e aprendizado pela mudança); e outras formas em que o aprendizado não necessariamente vem da acumulação de experiência, mas depende da alocação de recursos – *feedback* do desempenho do sistema, aprendizado por treinamento, aprendizado por contratação e aprendizado por pesquisa/busca.

Tanto Bell (1984) quanto, mais tarde, Malerba (1992) tratam do aprendizado que ocorre particularmente nas empresas, envolvendo a relação destas com seus fornecedores e chamando a atenção para a importância da especificidade setorial. Lundvall (1992; 2002) e Lundvall e Johnson (1994), entre outros, também contribuem com a literatura sobre o tema. Hallikas e outros (2009), no entanto, constataam a escassez de trabalhos sobre aprendizado em redes interorganizacionais, tanto que estudaram esse assunto do ponto de vista de várias visões e teorias. O presente trabalho traz uma contribuição para a análise do aprendizado e a formação de capacidades em redes, ou seja, o aprendizado no contexto das redes interorganizacionais pesquisadas, envolvendo atores distintos (universidades, governo e indústria) e, praticamente, todos os tipos de aprendizado citados anteriormente que ocorrem em menor ou maior intensidade.

O aprendizado baseado no fazer a pesquisa – incluindo busca de fontes para referencial teórico, busca de novos temas em conjunto, metodologia, coleta de materiais, teste de produtos, construção de plantas-piloto ou trechos experimentais, resultados, confecção de relatórios, dissertações, teses – está contido no *learning by doing*, no *learning by searching* e no aprendizado oriundo de avanços em C&T, os quais permitem maior entendimento sobre o conhecimento e princípios gerais disponíveis, gerando maior confiança em manipulá-los e maior percepção de suas possíveis aplicações. Mais especificamente, na utilização dos novos materiais, produtos e equipamentos adquiridos para pesquisa ocorre o *learning by using*.

Entendendo o processo de aprendizado como aquisição de capacidade e competência científica, tecnológica e, não necessariamente, como geração de inovação, aquele estará sendo visto como um processo que incorpora novos conhecimentos e habilidades aos atores envolvidos nas redes estudadas. Não importando a origem do aprendizado, tanto os conhecimentos “menores”, relativos aos processos de mudança e ao processo de produção, quanto os demais são considerados integrantes, partes constituintes das novas capacidades e competências adquiridas por meio das redes, nas organizações.

De acordo com Bell e Pavitt (1993), a capacidade tecnológica incorpora os recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas. Tais recursos se

acumulam e se incorporam aos indivíduos (aptidões, conhecimentos e experiência) e aos sistemas organizacionais. Segundo os autores, a capacidade tecnológica de uma organização está armazenada, acumulada, em, pelo menos, quatro componentes:

- sistemas técnicos físicos – compreendem maquinaria e equipamentos, sistemas baseados em tecnologia de informação, *software* em geral, plantas de manufatura;
- conhecimento e qualificação das pessoas – referem-se ao conhecimento tácito, às experiências e habilidades de gerentes, engenheiros, técnicos e operadores que são adquiridas ao longo do tempo, bem como à qualificação formal (capital humano) e à formação em *pesquisa científica* (grifo nosso);
- sistema organizacional – corresponde ao conhecimento acumulado nas rotinas organizacionais e gerenciais das organizações, nos procedimentos, nas instruções, na documentação, na implementação de técnicas de gestão, nos processos e fluxos de produção de produtos e serviços e nos modos de fazer certas atividades nas organizações;
- produtos e serviços – referem-se à parte mais visível da capacidade tecnológica, refletindo o conhecimento tácito das pessoas e da organização e seus sistemas físicos e organizacionais.

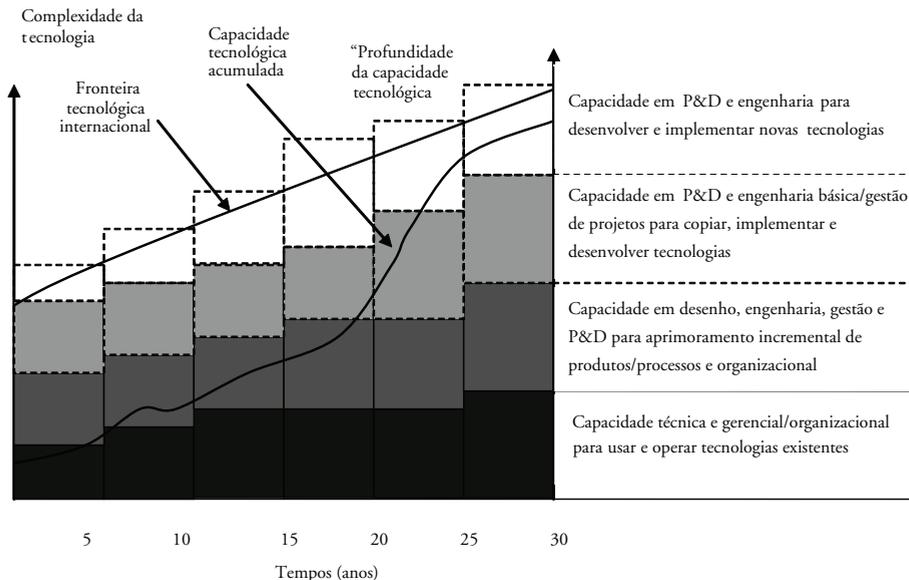
Vários estudos foram realizados a partir desse trabalho e outros relacionados com a abordagem evolucionista em empresas e setores de países em desenvolvimento (RIBEIRO, 1994; ARIFFIN; FIGUEIREDO, 2004; FIGUEIREDO, 2009 e 2010; DANTAS; FIGUEIREDO, 2009; MATIAS, 2011). Ribeiro (1994) fez um estudo comparativo sobre o processo de aprendizado e capacitação tecnológica no setor elétrico brasileiro, ressaltando a importância dos aspectos institucionais, como a política de compras do governo. Ariffin e Figueiredo (2004) desenvolveram um modelo para avaliar a capacitação tecnológica na indústria eletrônica no Brasil (Manaus) e na Malásia, em que aprimoraram o modelo de Dantas e Bell (2006), hierarquizando os níveis de capacitação tecnológica. Esse trabalho apontou a existência de atividades inovadoras em subsidiárias brasileiras. Matias (2011) avaliou a coevolução das trajetórias de capacitação tecnológica e da constituição do aparato institucional no setor de agroenergia (Etanol) no Brasil. Os estudos de Figueiredo (2004), especificamente, dentro da mesma perspectiva analítica, aprofundaram a compreensão das especificidades do processo de aprendizado no Brasil.

A Figura 1 mostra que a linha da fronteira tecnológica internacional está em constante movimento, uma vez que as empresas, geralmente transnacionais, e países que lideram tal fronteira fazem esforços incessantes e diários em pesquisa e desen-

volvimento para continuar movendo essa fronteira adiante, garantindo, assim, sua liderança industrial, econômica e também política. A outra curva ascendente ilustra a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica de empresas de economias em desenvolvimento. Deve-se notar que esta trajetória se inicia quando as empresas inovadoras de economias industrializadas já acumularam estoque substancial de capacidade tecnológica.

Desenvolver capacidade tecnológica para se aproximar tanto da fronteira de produção como de inovação deriva de uma opção estratégica de cada empresa. A capacidade inicia-se como uso e operação de tecnologias existentes até alcançar o domínio da capacidade em P&D e engenharia para desenvolver e implementar novas tecnologias. O acúmulo de capacidades tecnológicas é árduo, leva tempo, envolve diversos tipos de esforços de aprendizagem tecnológica e recursos financeiros e, além de tudo, é incerto e arriscado.

FIGURA 1
Níveis de capacidade tecnológica



Fonte: [Bell (1977); Figueiredo (2001)] apud Figueiredo (2009).

Da mesma forma que a capacidade tecnológica, a capacidade científica encontra-se incorporada: nos equipamentos e materiais, *softwares* de pesquisa e habilidade dos pesquisadores em utilizá-los; no conhecimento e qualificação das pessoas, nas

experiências e conhecimento tácito dos pesquisadores, abrangendo sua formação; no conhecimento acumulado nas rotinas organizacionais e interorganizacionais, na gestão desse conhecimento e nos procedimentos comuns adotados, metodologias; e nos produtos e serviços gerados que, também, referem-se à parte mais visível, nas publicações, dissertações e teses geradas, nos novos produtos e processos criados a partir de projetos alavancados e na prestação de serviços à comunidade.

Bell (1982) faz distinção entre os recursos necessários para “usar” os sistemas de produção existentes e os que são necessários para “mudar” os sistemas de produção. É o que Figueiredo (2004) chama de capacidades rotineiras (para usar ou operar certa tecnologia) e capacitações inovadoras (para adaptar e/ou desenvolver novos processos de produção, sistemas organizacionais, equipamentos e projetos de engenharia). O avanço na perspectiva do desenvolvimento passa pela capacidade de inovar. A ciência, tendo como objetivo ampliar a compreensão dos fenômenos e seu entendimento fundamental, e a tecnologia, sendo o conhecimento sobre as técnicas e sua aplicação, envolvem formas tácitas de conhecimento incorporado em indivíduos e procedimentos com potencial de aprendizado e transformação produtiva. Assim, é a partir desse entendimento que será verificado o nível de capacitação científica e tecnológica alcançado por meio dos projetos das redes, que representam parte da capacidade gerada.

Dantas e Bell (2006) resumem algumas das dimensões e níveis de capacidades tecnológicas existentes nas organizações e que podem ter caráter evolutivo ou não (Quadro 1). Ressalta-se que os autores tratam as capacidades tecnológicas como níveis de capacidades (ex.: usuário de tecnologia; capacidade de criar tecnologia) e não como tipos de tecnologia. Dado que o foco do presente trabalho são as redes de pesquisa científica e tecnológica que envolvem distintos atores (indústria, universidades e governo), foram realizadas algumas adaptações ao modelo. Assim, deve-se entender o conhecimento operacional basicamente como aquele obtido pela execução das pesquisas e o *design* como incorporando também as metodologias utilizadas e/ou criadas.

É importante sinalizar que esses autores examinaram a evolução interativa de longo prazo das capacidades e das redes centradas na Petrobras para o desenvolvimento de tecnologias *offshore* em mais de 30 anos, entre 1960 e 2000, que funcionaram como *tickets* de entrada para redes de pesquisa tecnológica de classe mundial. Os autores argumentam que o nível de capacidade de uma organização influencia sua habilidade de entrar e desenvolver tipos particulares de redes de conhecimento. Isso significa que a Petrobras já tinha uma experiência da importância das redes na

QUADRO 1
Dimensões e níveis de capacitação científica e tecnológica: um resumo

Dimensões	Capacitação			
	Assimilativa	Adaptativa	Generativa	Inovadora
Atividades tecnológicas s/ mudanças implementadas	Aquisição, instalação, uso, operação, correção (defeitos) e assimilação de tecnologias e metodologias existentes	Adaptação de tecnologias, criação de <i>designs</i> e metodologias próprias, absorção de <i>design</i> e conhecimento em C&T	Geração e desenvolvimento de tecnologias próximas à fronteira tecnológica internacional e absorção de conhecimento em novas tecnologias	Geração e desenvolvimento de tecnologias originais na fronteira tecnológica internacional, absorção de conhecimento em novas tecnologias
Bases de conhecimento	Predominantemente conhecimento operacional, o "fazer" a pesquisa	Essencialmente conhecimento de <i>design</i> e/ou metodologias	P&D derivado de conhecimento em C&T	Conhecimento derivado de P&D em campos essenciais e não essenciais que distinguem a companhia dos competidores e permite coordenação de competências distribuídas
Modos de aprendizagem/ aquisição de capacidade	Fazendo, usando tecnologias, fracassando, descobrindo e corrigindo defeitos	Treinando, contratando pessoas experientes, serviços técnicos e <i>designing</i> , estabelecendo e formalizando atividades de P&D	Desempenhando atividades de P&D, treinando e contratando	Desempenhando atividades de P&D avançadas em um amplo número de campos em tecnologias essenciais e não essenciais
Objetivos de aprendizagem	Usar, operar, manter, desenhar tecnologias	Adotar, desenhar (projetar) e entender princípios de C&T	Pesquisar e desenvolver novas tecnologias	Renovar e redefinir bases de conhecimento e trajetórias em áreas essenciais e não essenciais, para especificar, integrar sistemas e coordenar redes de competências
Facilidades e recursos	<i>Design</i> incipiente e não existente e poucas facilidades e recursos de P&D	Criação de <i>design</i> e metodologias, facilidades e recursos de P&D	Facilidades e recursos de P&D de classe mundial	Contínua renovação (<i>upgrade</i>) de facilidades e recursos de P&D de classe mundial

Fonte: Adaptado de Dantas e Bell (2006).

formação e consolidação de capacitações fundamentais para o seu posicionamento como empresa global. Ressalta-se que o debate sobre processos de acumulação de capacitação tecnológica respaldou-se em estudos empíricos sobre os mecanismos intra e interorganizacionais e institucionais, na perspectiva de acumulação de capacidades tecnológicas produtivas e inovacionais em países em desenvolvimento. O presente artigo se insere no conjunto desses estudos, com a preocupação específica sobre o papel dos fundos setoriais na formação de capacitação tecnológica, envolvendo uma grande empresa – a Petrobras – e outras organizações e instituições organizadas em rede. O estudo de Dantas e Bell (2006), que incorpora os resultados dos trabalhos empíricos sobre o Brasil e aprofunda as relações entre a Petrobras e seus fornecedores em redes, foi considerado referência neste trabalho, adaptando-o para caracterizar o nível de capacitação tecnológica desenvolvido, principalmente nas universidades, por meio dos projetos das Redes N/NE. A adaptação revela uma fotografia do nível de capacitação adquirido por meio dos projetos, ou seja, o ambiente de aprendizado é a rede, com reflexos nas capacitações organizacionais e vice-versa.

O Quadro 1 apresenta as dimensões e os níveis de capacitação científica e tecnológica das organizações, tendo como base o tipo de atividade tecnológica realizada e/ou mudanças implantadas, as bases de conhecimento desenvolvidas, o modo de aprendizagem, ou seja, como adquirem capacidade, os objetivos da aprendizagem e as facilidades e recursos disponíveis, todos se constituindo nas variáveis dependentes para a capacitação científica e tecnológica. O quadro revela, também, os diversos níveis de capacitação, desde um mais assimilativo, em que se utilizam técnicas e metodologias conhecidas, passando para um nível adaptativo, empregando-se técnicas e metodologias conhecidas e aplicando-as a casos específicos, e, em seguida, para uma capacitação generativa, criando novas metodologias e técnicas próximas à fronteira científica e tecnológica, com alto nível de complexidade. Por último, ter-se-ia, no quadro original de Dantas e Bell (2006), uma capacitação mais estratégica com a geração e o desenvolvimento de tecnologias inéditas, na fronteira tecnológica internacional.

Como a utilização de uma abordagem sistêmica pressupõe o estudo de relações de interdependência entre os vários agentes, organizações, instituições (regras do jogo – formais e informais) e suas interações, tem-se, conforme Saviotti (2000, p. 18), que o conceito de redes, mesmo tendo sido introduzido independentemente das teorias evolucionárias, permite-nos apresentar um significado mais específico para o conceito de Sistemas de Inovação como um conjunto de atores institucionais e suas interações, tendo como objetivo último a geração e adoção de inovações.

Instituições e organizações moldam as formas de interação interindividual. Redes, constituídas por um conjunto de atores e por *links* que os conectam, são categorias analíticas que possibilitam um estudo mais sistemático dessas formas de interação. Nesse sentido, as redes particulares que existem num sistema social, em determinado tempo, representam sua estrutura.

A literatura, conforme Dantas e Bell (2006) e Malerba (2003), mostra mais frequentemente a relação entre o formato organizacional em rede e a construção de capacidade nas organizações (indústria), sendo essa capacidade vista como um tipo de tecnologia, de maior ou menor complexidade. Os autores admitem a relação recíproca existente entre as redes e as capacidades da empresa, uma vez que as capacidades disponíveis limitam os tipos de rede em que há possibilidade de entrada e, ao mesmo tempo, as redes podem contribuir para o desenvolvimento de capacidades necessárias à organização. Esta pesquisa, embora parta de um caminho inicial inverso, observando a contribuição das redes para a construção de capacidades organizacionais (universidades, mais do que a indústria) e institucionais, reconhece também a relação recíproca (capacidade-redes), quando revela que as redes acabaram surgindo onde havia capacidade construída, tanto na Petrobras, que predominou como empresa financiadora das Redes N/NE estudadas, quanto nas universidades – o que é percebido no histórico de formação de cada rede. Além disso, sinaliza-se que a natureza coletiva da inovação pode ser incentivada, mesmo em locais onde as trajetórias de inovação são historicamente frágeis.

Malerba (2003) aponta com muita propriedade a importância da dimensão setorial na definição da trajetória de aprendizado de uma organização. Os sistemas setoriais têm uma base de conhecimento, tecnologias, *inputs* e uma demanda (potencial ou existente) específica que definirão as diferentes direções da mudança técnica.

Para Dantas e Bell (2006) as capacidades científica e tecnológica são dependentes do aprendizado, das bases, da geração de conhecimento e da infraestrutura criada. Bell e Pavit (1993), mais especificamente, consideram a capacidade tecnológica dependente dos sistemas técnicos físicos, conhecimento e qualificação das pessoas, sistema organizacional e produtos e serviços.

Devido à inviabilidade de serem estudadas, com o aprofundamento necessário e no tempo disponível, as 13 Redes N/NE criadas, optou-se por escolher duas redes para análise, por meio de uma estratégia de estudo de caso múltiplo. As duas redes foram escolhidas a partir de pesquisa realizada em dados secundários e entrevistas exploratórias na Petrobras, em setembro de 2007, e correspondiam, na época, às redes mais bem avaliadas pela Finep em termos de organização e resultados obtidos.

Uma delas é coordenada pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e possui foco num produto – o asfalto (Rede 13: Rede Asfalto) e a outra, por uma universidade particular, a Universidade Salvador (Unifacs), única de natureza privada que coordena Redes N/NE, com foco num processo – a catálise (Rede 11: Rede de Catálise – Recat). A Rede Asfalto é a menor em termos de quantidade de instituições participantes – formalmente, é composta por dez universidades – e a Rede de Catálise é a maior, com 18 universidades. As demais entrevistas ocorreram no ano seguinte, com os representantes da Finep, Petrobras, Recat e Rede Asfalto.

As capacitações e competências geradas por meio das Redes N/NE foram compreendidas a partir da análise das entrevistas e de dados secundários recolhidos. Para cada rede foram descritos histórico, atores, objetivos, organização, projetos cooperativos (vigentes), aspectos relacionais e atuação das redes no desenvolvimento de capacidades científicas e tecnológicas.

No intuito de investigar se as Redes N/NE são uma forma de organização que possibilitou o desenvolvimento de capacitação científica e tecnológica nessas regiões, contribuindo para a constituição e/ou fortalecimento do Sistema de Aprendizado em Óleo & Gás, utiliza-se como base a Abordagem de Sistemas de Inovação. Conforme Cardoso (1971), o método não pode estar isolado dos conteúdos teóricos e tem estreita relação com o conteúdo sobre o qual é aplicado. A Abordagem de Sistemas de Inovação é derivada da perspectiva neoschumpeteriana, a qual considera que o processo inovativo não ocorre somente nos laboratórios de P&D das empresas; pelo contrário, é um processo complexo que pode envolver diversos atores e gerar inovações radicais ou incrementais.

A abordagem possui conceituação bastante ampla, uma vez que considera os processos históricos particulares dos países, sua estrutura político-institucional e a importância das relações. Nesse sentido, tem sido utilizada para compreender a dinâmica de diferentes tipos de sistemas. Como afirmam Johnson e Lundvall (2000, p. 90), se acreditarmos que o desenvolvimento de competências está no cerne do progresso, que a interação de fatores é importante e que a integração de políticas é necessária, o conceito de Sistemas de Inovação revela-se uma ferramenta útil.

Já as redes têm sido vistas como um formato organizacional que propicia a interação, o aprendizado, a troca de conhecimento e a inovação, viabilizando o acesso a novas tecnologias e recursos provenientes de parceiros, o que tem sido potencializado com os avanços da tecnologia da informação (TI). A intenção do governo, ao utilizar o recurso das redes, é permitir que a construção das relações setor produtivo-universidades alavanque a pesquisa científica e tecnológica naquelas

regiões e, com isso, crie capacidades e competências, valorizando as especificidades regionais e tornando-as capazes de se integrar, com suas particularidades. Embora a presente investigação tenha se respaldado nos estudos de Dantas e Bell (2006), novas contribuições emergiram na mesma direção de trabalhos recentes, como o de Malerba e Vonortas (2009), que apontam a importância de se abordarem os fenômenos relacionados à ciência e tecnologia como socialmente constituídos. Os autores ressaltam a rede como conceito multidimensional que intercepta e integra diferentes tipos de atores em diferentes setores – científico, tecnológico e de conhecimento e produtivo. Os resultados das dinâmicas estabelecidas em redes dependem de fatores tecnológicos e condições socioeconômicas.

A seguir são descritas a Rede Asfalto, suas especificidades e capacitação formada.

5. A Rede Asfalto

Na maioria dos países, inclusive o Brasil, a pavimentação asfáltica é a principal forma de revestimento utilizada e sua qualidade é imprescindível para a sociedade e economia dos países, visto que reduz custos, tempo de viagem, riscos de acidentes, entre outros.

O asfalto é uma mistura de hidrocarbonetos derivados do petróleo de forma natural ou por destilação, cujo principal componente é o betume, podendo conter ainda outros materiais, como oxigênio, nitrogênio e enxofre, em pequena proporção. Quase todo o asfalto em uso, atualmente, é obtido pelo processamento do petróleo bruto (ou cru) nas refinarias. No Brasil, a Petrobras é a única empresa produtora de asfalto.⁷

A formação da Rede Asfalto deu-se a partir de relações informais, construídas por professores e pesquisadores da Universidade Federal do Ceará (UFC) com a Petrobras (Lubnor), que depois alavancaram projetos isolados. Os professores João Augusto e Jorge Soares tiveram papel essencial nesse processo e já havia base mínima de capacitação. Quando foi criado o CT-Petro, a Petrobras conhecia o histórico do trabalho no Laboratório de Mecânica de Pavimentos da UFC, com o qual já havia construído uma base de confiança, fruto de relacionamentos de pesquisa e trabalhos específicos, e a UFC já contava com recursos para bolsas de estudo, infraestrutura física e pessoal capacitado (turmas de especialização e mestrado). Quando foi lançado

7 Por meio de nove conjuntos produtores e distribuidores localizados nos Estados do Amazonas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo (dois), além de uma unidade de exploração de xisto no Paraná, que produz insumos para pavimentação.

o Edital CT-Petro/CNPq-Finep 03/2001, a UFC vislumbrou a oportunidade de se inserir nessa iniciativa e procurou a Petrobras e universidades parceiras, submetendo o projeto da Rede Asfalto ao referido edital.

Nas Regiões Norte e Nordeste, das instituições de ensino e pesquisa conhecidas, apenas a Universidade Federal do Ceará (UFC) e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na Paraíba, atuavam na área de pavimentação. Reunindo esforços, a UFC, na pessoa do prof. Jorge Soares, teve sua proposta aprovada, conseguindo contar com o apoio inicial de sete instituições de ensino e pesquisa. Em 2004, já contava com a participação de dez universidades, incluindo a própria UFC, em nove Estados das Regiões Norte e Nordeste.

A Rede Asfalto foi criada com a finalidade de fortalecer o segmento de asfalto, desenvolvendo pesquisas que resultem em novas tecnologias e produtos, capacitando recursos humanos e transferindo os desenvolvimentos realizados para a cadeia produtiva do asfalto. Seus objetivos específicos são:

- desenvolver projetos de pesquisa na área de pavimentação asfáltica, dentro da melhor técnica possível, atendendo a padrões de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS) preestabelecidos;
- fortalecer linhas de pesquisa que resultem na melhoria do desempenho dos pavimentos asfálticos;
- estabelecer e consolidar parcerias nacionais e internacionais;
- formar e qualificar recursos humanos na área de pavimentos asfálticos;
- facilitar o funcionamento de Arranjos Produtivos Locais, disseminando os desenvolvimentos da Rede;
- possibilitar a inserção e a permanência de instituições nas atividades da Rede;
- desenvolver novas tecnologias e produtos de interesse da indústria do asfalto;
- transferir os desenvolvimentos para a cadeia produtiva do asfalto, dando maior capilaridade à pesquisa e fortalecendo seus laços com o setor produtivo, ponto fundamental na constituição de base inovativa.

No início, havia muito poucos recursos para que a Rede pudesse operar. Mesmo assim, os projetos foram levados adiante, pois se acreditava no potencial das pessoas, havia motivação e uma demanda “reprimida” de estudos na área de pavimentação. No decorrer dos projetos, muitas relações preexistentes de pesquisadores das diversas instituições foram intensificadas, novos relacionamentos foram construídos, houve aquisição e compartilhamento de equipamentos entre os membros da Rede, troca de conhecimento e ampliação da participação do Norte e Nordeste nos artigos científicos apresentados em eventos da área de pavimentação, entre outras novas

possibilidades de interação criadas. Ressalta-se que o aprendizado e o conhecimento gerados nos projetos tornaram-se mais visíveis à medida que muitos deles geraram novos projetos que foram submetidos a outros programas e editais, criando o chamado conhecimento cumulativo.

Como as universidades envolvidas encontravam-se em diferentes estágios de desenvolvimento na pesquisa, foram consideradas as necessidades de cada uma para a realização dos projetos propostos: naquelas onde não havia tradição de pesquisa na área de pavimentos, o projeto incluía a aquisição do chamado “enxoval” ou “*kit básico*”,⁸ que consistia nos equipamentos essenciais num laboratório de pavimentação. Em muitos casos, foi necessário reformar a infraestrutura laboratorial existente.

Apesar de o alvo da pesquisa ser os projetos vigentes, no andamento das entrevistas percebeu-se a importância do projeto PC02 (Fase 2), que gerou, inclusive, inovações, tendo sido, por isso, incluído no escopo da pesquisa. Os projetos investigados encontram-se no Quadro 2.

Tendo como referência o Quadro 1 e as entrevistas realizadas com os coordenadores dos projetos, tem-se a fotografia dos projetos investigados da Rede Asfalto (observar Figura 2). Estes se encontram, em sua maioria, na fronteira da fase “assimilativa” e “adaptativa”, em que a base de conhecimento é essencialmente de *design*, com o objetivo de adaptar, desenhar (projetar), entender princípios de C&T. Dessa forma, ocorre adaptação de tecnologias, criação de *designs* próprios, conhecimento em C&T e sua absorção e adquire-se capacidade por meio de treinamento e contratação de pessoas experientes, estabelecendo e formalizando atividades de P&D.

O Projeto PC01 (Fase 3) – Química e reologia de ligantes asfálticos – encontra-se num meio termo, entre um nível adaptativo e generativo, com o desenvolvimento de ligantes alternativos, como o líquido da castanha de caju e o derivado da glicerina. O projeto PC02 (Fase 3) – Definição de metodologias de dosagens e ensaio de misturas asfálticas e da viabilidade do emprego de rejeitos ambientais como materiais para pavimentação – envolve 100% das universidades participantes da Rede Asfalto, contando com a maior heterogeneidade de instituições e, portanto, de maior complexidade na interação. Esse projeto, coordenado pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), já é uma evolução do mesmo projeto PC02 (Fase 2).

8 O “*kit básico*” ou “*enxoval*” consistia num compactador macho em que são compactadas diferentes pedras e os ligantes para fazer um cilindro e um equipamento que mede a resistência ou estabilidade deste corpo de prova.

QUADRO 2
Projetos pesquisados da Rede Asfalto

Projeto cooperativo	Período	Grande tema	Universidades participantes	Objetivo geral
PC02 – Caracterização de materiais de pavimentação, incluindo agregados alternativos e granulometrias não convencionais, com o desenvolvimento nacional de um simulador de tráfego laboratorial	2005-2007 (Fase 2)	Misturas e Automação	Conta com 100% das instituições da Rede Asfalto (UFAM, UFPA, UEMA, UFC, UFRN, UFCG, UFPE, UFBA, Unifacs e UFS)	Estudo e caracterização de misturas asfálticas das Regiões Norte e Nordeste e do desenvolvimento de um simulador de tráfego Sistran (acompanhado de mesa compactadora) para avaliação da resistência às deformações permanentes das misturas asfálticas.
PC01 – Química e reologia de ligantes asfálticos	2007-2009 (Fase 3)	Ligantes	UFS, Unifacs e UFC	Verificar a propriedade dos fluxos dos ligantes dos asfaltos, visto que em todo o processo de pavimentação existe uma adequação das características da viscosidade (uma propriedade do fluxo) dos ligantes para fazer o processamento na usina e na compactação.
PC02 – Definição de metodologias de dosagens e ensaio de misturas asfálticas e da viabilidade do emprego de rejeitos ambientais com materiais para pavimentação	2007-2009 (Fase 3)	Misturas	Conta com 100% das instituições da Rede Asfalto (UFAM, UFPA, UEMA, UFC, UFRN, UFCG, UFPE, UFBA, Unifacs e UFS)	Definição de metodologias de dosagem e estudo dos métodos de ensaio utilizados para caracterização mecânica das misturas asfálticas. A ideia é possibilitar uma investigação sobre metodologias diversas de dosagens e ensaios mecânicos, verificando suas respectivas pertinências aos materiais e tipos de misturas asfálticas normalmente empregadas no Brasil e, especialmente, nas Regiões N/NE.
PC03 – Estabilização de solos com o uso de rejeitos ambientais para aplicação em pavimentos asfálticos	2007-2009 (Fase 3)	Solos	UFS, UFBA, UEMA, UFC e UFAM	Utilizar rejeitos ambientais diversos para a estabilização de solos e aplicação em pavimentos asfálticos, conforme as regionalidades.

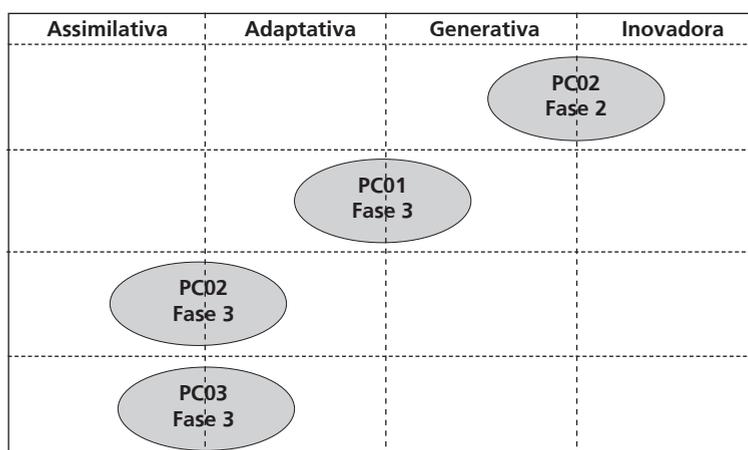
Fonte: Faria (2009).

Apesar de serem projetos diferentes, o mesmo nível de capacitação tecnológica foi observado para o PC03 (Fase 3) – Estabilização de solos com o uso de rejeitos ambientais para aplicação em pavimentos asfálticos – e o PC02 (Fase 3) – Definição de metodologias de dosagens e ensaio de misturas asfálticas e da viabilidade do emprego de rejeitos ambientais com materiais para pavimentação.

Destaca-se, no entanto, o Projeto Cooperativo PC02 (Fase 2), no qual houve criação de capacitação tecnológica por meio da construção de um equipamento, o Sistema Integrado de Ensaio para Misturas Betuminosas e Solos (Siembs), com a Armtec, empresa cearense e parceira da UFC, criada em 2004, fabricante e montadora de equipamentos que atua com tecnologia nas áreas de segurança pública, óleo e gás, entre outras.

FIGURA 2

Níveis de capacitação tecnológica na Rede Asfalto – projetos investigados



Fonte: Faria (2009).

Tendo conquistado alguns prêmios, entre eles o Prêmio Finep, e também por fazer parte da Rede de Fornecedores da Petrobras (Redepetro), a Armtec foi indicada a participar de um processo licitatório internacional, promovido pela Associação Técnico-Científica Engenheiro Paulo Frontin (Astef), para a Rede Asfalto, com vistas à aquisição de dois equipamentos no âmbito do PC02 (Fase 2). A Armtec foi uma empresa incubada na Universidade de Fortaleza (Unifor), criada a partir de um trabalho de conclusão de curso de Engenharia de seu diretor, Roberto, que gerou o Robô Sistema de Apoio de Combate a Incêndios (Robô Saci), logo patenteadado. O

pai de Roberto, de mesmo nome e também engenheiro, havia trabalhado durante muitos anos na Petrobras e apoiou o filho na iniciativa do robô e na criação da empresa (observam-se recursos da Petrobras para capacitação retornando ao sistema).

No referido processo licitatório, concorreu uma empresa francesa que fabricava o equipamento e detinha a propriedade da tecnologia. A Armtec apresentou o melhor preço e técnica. Assim, um marco importante da entrada da Rede Asfalto na área de automação foi sua decisão de assumir o desafio de, em vez de adquirir um dos equipamentos previstos no PC02 de 2004 (mesa compactadora/simulador laboratorial) com o detentor da tecnologia, realizar o desenvolvimento e fabricação internamente na UFC, em parceria com a empresa local (Armtec⁹). Contribuiu para essa decisão a grande dificuldade da Rede com os custos da manutenção dos equipamentos até então adquiridos no âmbito dos projetos contratados.

O resultado de tal ação foi a construção do equipamento. Mais importante, possibilitou a formação de uma capacitação física e de recursos humanos para o desenvolvimento de outros equipamentos, como o de carga repetida, já desenvolvido pelo arranjo local UFC/empresa.

Esse processo contou, além da empresa local, com a participação de alunos de graduação e pós-graduação da universidade âncora. Os equipamentos foram comercializados por valores inferiores aos de mercado e com inovações, como o controle de temperatura das amostras e manutenção modular,¹⁰ volume reduzido e aumento da capacidade, entre outros.

O PC02 (Fase 2) ultrapassou as fronteiras da Rede, criando um nível de capacitação predominantemente “generativo”, com condições de aproximação ao último nível de capacitação proposto no modelo, o qual foi denominado de “inovador”. Para maiores detalhes sobre os projetos, ver Faria (2009).

Em quatro anos, foram produzidos, na Rede Asfalto, 248 artigos completos, 45 teses e dissertações, foram ganhos quatro prêmios e realizados 38 eventos, incluindo cursos e treinamentos. Participaram dos projetos 244 alunos, incluindo aqueles da graduação e pós-graduação (Mestrado e Doutorado). No total, foram envolvidas 56 empresas parceiras da cadeia produtiva do asfalto e realizados nove desenvolvimentos de novos produtos e processos (que incluem metodologias). Foram testados 316

9 A Armtec produz equipamentos com um índice de nacionalização de 80% a 90% (a Petrobras exige acima de 65%) e é empresa parceira da Rede Asfalto. A empresa utiliza a capacidade ociosa das indústrias do Estado para a fabricação de suas peças.

10 Manutenção modular significa que, se houver um problema no equipamento, identifica-se o local, retira-se o módulo correspondente e este é substituído por outro igual. São equipamentos de fácil operação e manutenção. Esse sistema evita o vínculo de manutenção exigido por outros fabricantes de equipamentos.

materiais, alavancados 47 projetos e formadas mais de 25 parcerias nacionais com universidades e sete parcerias com instituições de ensino e pesquisa no exterior.

Dos eventos realizados, vale mencionar as reuniões de acompanhamento da Rede Asfalto, o Curso de Especialização em Pavimentos na UFBA (três turmas) e o Curso de Utilização de Escória de Aciaria na UFC, em fevereiro de 2003.

Como exemplo de empresas envolvidas nos projetos, têm-se a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), Construtora Queiroz Galvão S.A., Gerdau, São Paulo Alparagatas, Petrobras Distribuidora, Ferbasa, Caralba Metais, entre outras.

Em desenvolvimento, destaca-se o equipamento Sistema Integrado de Simulação de Tráfego Normatizado (Sistran), já citado, desenvolvido no PC02 (Fase 2), pela Universidade Federal do Ceará (UFC) em parceria com a empresa Armtec, e que conquistou o Prêmio Finep de Inovação Tecnológica 2007, na categoria produto.

Em materiais testados, têm-se asfalto borracha, escória de aciaria, ligante asfáltico da Lubnor, resíduos de borracha de pneus inservíveis, líquido da castanha de caju (LCC), entre outros.

No que se refere a projetos alavancados, tem-se a construção de trechos experimentais (por exemplo, os dois trechos com asfalto borracha no Ceará, na Av. Abolição, entre a Av. Desembargador Moreira e a Rua Joaquim Nabuco, sentido leste-oeste, e a CE-350, entre os municípios de Itaitinga e Pacatuba – estaca 595 a 603). Ressaltam-se ainda projetos como o de aproveitamento de solos contaminados com óleo bruto em pavimentação (UFBA e RLAM) e o projeto de assessoria técnica para a recuperação da estrada de Taquipe/Petrobras.

No âmbito nacional, destacam-se as parcerias (científicas) com o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação (Coppe/UFRJ) e as demais universidades do Norte e Nordeste ligadas à Rede. Em relação às parcerias internacionais, destacam-se as universidades americanas de Illinois, Texas A&M University e Universidade de Nebraska Lincoln.

A seguir, descrevem-se a Rede de Catálise (Recat) e suas especificidades.

6. A Rede de Catálise (Recat)

Os catalisadores são materiais que facilitam a ocorrência de reações, acelerando-as, sem que pareçam participar dessas mesmas reações; eles não se alteram no processo. Essa velocidade de reação é que assegura a fabricação de produtos em escala e competitividade. A catálise como processo fez enormes contribuições para as indústrias químicas, petroquímicas e farmacêuticas, principalmente. A principal diferenciação tecnológica dos processos químicos voltados para a indústria de petróleo e gás

natural reside no catalisador e em sua ação na transformação das matérias-primas em produtos. O reator químico é o “coração” do processo, no qual se encontram o gargalo tecnológico e a dependência brasileira em tecnologias estrangeiras. Daí se percebe a importância da catálise para a indústria, bem como da necessidade de sigilo sobre as descobertas.

A Rede de Catálise tem o foco na indústria petroquímica. A produção do combustível de um barril de óleo cru, o aumento contínuo da qualidade dos polímeros e a diminuição do custo de produção da química fina podem ser atribuídos, em grande medida, a melhorias de sistemas catalíticos. A tendência é essas indústrias procurarem, cada vez mais, novas tecnologias catalíticas para superar desafios.

A Universidade Salvador (Unifacs) é uma instituição de ensino superior particular fundada em 1972 e está sediada na cidade de Salvador/BA. Como universidade, a Unifacs precisava formar grupos e linhas de pesquisa em engenharia que envolvessem seus docentes. Para isso, no entanto, era necessário buscar interessados e fontes de recursos complementares para os projetos.

Quando foi lançado o Edital CT-Petro/CNPq-Finep 03/2001, vislumbrou-se a oportunidade de a Unifacs se inserir em novos projetos de pesquisa. Articulada com a Petrobras e universidades do Norte e Nordeste, a Unifacs enviou propostas de formação de redes na área de catálise. O prof. Luis Pontes, coordenador da rede, constatou possíveis parceiros. Os contatos já existentes eram, em sua maioria, informais, como alguns professores e pesquisadores de outras universidades conhecidos a partir da participação em encontros, congressos e bancas, principalmente.

A Rede de Catálise, então, teve sua proposta aprovada pela Finep em 2001, sendo que os recursos somente chegaram em 2002. A Rede, na época da pesquisa, contava com 18 instituições – universidades do Nordeste¹¹ fora as parcerias que existem com universidades do Sul e Sudeste do país e empresas. É a maior das 13 Redes N/NE aprovadas, em termos de quantidade de instituições participantes.

Na Recat pretendia-se obter estudos detalhados sobre a síntese (formulação e métodos de preparação) e caracterização (propriedades físico-químicas) de diferentes tipos de catalisadores e materiais adsorventes. Além disso, buscava-se o aperfeiçoamento da formulação de catalisadores já conhecidos, visando melhorias

11 Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Universidade Estadual da Bahia (UNEB), Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Universidade Tiradentes (Unit), Universidade Salvador (Unifacs), Universidade Federal da Bahia (UFBA).

na atividade e seletividade, com conseqüente aumento de produção. Pretendia-se, ainda, desenvolver programas de avaliação e comparação dos catalisadores já utilizados pela indústria com aqueles disponíveis no mercado e com os desenvolvidos pelo grupo de pesquisadores da Rede; a chamada avaliação catalítica. Outro objetivo era a confecção de projetos de reatores catalíticos.

O Quadro 3 enumera os projetos investigados da Rede de Catálise e a Figura 3 ilustra a posição dos projetos investigados na curva de aprendizado. Encontram-se, em sua maioria, fronteiros entre as fases “assimilativa” e “adaptativa”, em que a base de conhecimento é essencialmente de *design*, com o objetivo de adaptar, desenhar (projetar), entender princípios de C&T. Dessa forma, ocorrem adaptação de tecnologias, criação de *designs* próprios e absorção de *design* e conhecimento em C&T, bem como aquisição de capacidade por meio de treinamento e contratação de pessoas experientes, estabelecendo e formalizando atividades de P&D.

O Projeto de Oxidação do monóxido de carbono (PC10 Fase 2) destaca-se por se encontrar na fronteira entre o nível “adaptativo” e o “generativo”. À medida que se entende o quadro como níveis de capacitação científica e tecnológica, tem-se a preocupação de gerar conhecimento para que este seja utilizado na indústria, assimilando, adaptando e gerando novos conhecimentos e novas tecnologias. O fato de esse projeto ter gerado uma contratação direta pela Petrobras com as universidades sinaliza sua importância.

Os projetos PC03 (Fase 1) – Aditivos para catalisadores de *Fluid Catalytic Cracking* (FCC) – e PC04 (Fase 1) – Remoção de enxofre em combustíveis através de processos de adsorção –, talvez por serem projetos da primeira fase, na qual grande parte dos recursos é destinada à compra de equipamentos, encontram-se num nível mais “assimilativo”; no entanto, como foram aprovados projetos derivados destes para a Fase 2, é um sinal de que a tendência é uma maior capacitação. O PC05 (Fase 2) – Caracterização de catalisadores adsorventes por Espectroscopia Fotolítica (XPS) – tornou-se um “prestador de serviços” da Recat por meio desse equipamento. Dessa forma, o projeto encontra-se no nível “assimilativo”, o que não impede que os projetos que o utilizaram tenham alcançado maior capacitação.

No PC07 (Fase 2) – Desenvolvimento de catalisadores para reforma autotérmica do metano –, o estágio posiciona-se entre “assimilativo” e “adaptativo”, já que os catalisadores estudados têm dado resultados em termos de seletividade e gerado publicações. O projeto PC08 (Fase 2) – Síntese e caracterização de catalisadores para reações de *watershif* em altas temperaturas –, apesar de não ter conseguido ainda, conforme previa, desenvolver um catalisador, conseguiu copiá-lo, ou seja, igualá-lo a um catalisador importado, o que reporta ao nível “assimilativo” na capacitação científica e tecnológica.

Quadro 3
Projetos pesquisados da Rede de Catálise

Projeto cooperativo	Período	Grande tema	Universidades participantes	Objetivo geral
PC03 – Aditivos para catalisadores de FCC	2001-2004 (Fase 1)	Desenvolvimento de catalisador	UFRN, UFC, UFMA, UFBA e Unifacs	Desenvolver novos materiais que possam ser usados como aditivos para catalisadores de FCC, basicamente, óxidos mistos, para oxidação de SOx e materiais tipo AlMCM-41 e para redução do coque formado no catalisador.
PC04 – Remoção de enxofre em combustíveis através de processos de adsorção	2001-2004 (Fase 1)	Superfícies e reatividade superficial	UFPA, UFRN, UEPE, UEPB, UFC, UFBA, Unifacs	Desenvolver materiais adsorventes, para remoção de enxofre de combustíveis.
PC05 – Caracterização de catalisadores adsorventes por XPS-Espectroscopia Fotolítica	2005-2007 (Fase 2)	Superfícies e reatividade superficial	UFBA	Caracterizar a superfície dos sólidos, catalisadores e adsorventes, aplicados em reações e sistemas de absorção, por ESCA-XPS, espectroscopia fotoeletrônica de raios-X.
PC07 – Desenvolvimento de catalisadores para a geração de hidrogênio pela reforma autotérmica do metano	2005-2007 (Fase 2)	Desenvolvimento de catalisador/produção de combustível e energia	UFBA, UFRN e Unifacs	Estudar catalisadores níquel suportados em sílica e MCM-41 e promovidos com alcalinos terrosos na geração de hidrogênio, por meio da reforma autotérmica do metano.
PC08 – Síntese e caracterização de catalisadores para reações de watershift em altas temperaturas	2005-2007 (Fase 2)	Desenvolvimento de catalisador	Unifacs e UFBA	Estudar a síntese e caracterização de catalisadores que sejam ativos, estáveis e seletivos para a reação de watershift em altas temperaturas, conhecida como reação de HTS (CO reage com vapor de água para formar CO2 e H2). Pretende-se a produção e avaliação.
PC10 – Oxidação do Monóxido de carbono em hidrogênio	2005-2007 (Fase 2)	Desenvolvimento de catalisador/produção de combustível e energia	UFBA e UEFS	Selecionar formulação e estabelecer o protocolo de preparação para produção de um catalisador alternativo para a oxidação seletiva de monóxido de carbono em correntes ricas de hidrogênio, de modo a atender aos requisitos de alta pureza para uso nas células.
PC12 – Degradação fotocatalítica de derivados em águas superficiais	2005-2007 (Fase 2)	Catálise ambiental	ITP (Unit), UFBA e UFRN	Estudar a degradação fotocatalítica, utilizando os catalisadores: TiO2 puro, suportado em alumina e suportado em quitosana fotoativados por radiação UV, para mineralização de compostos aromáticos provenientes de ambientes contaminados com vazamento de petróleo.

Fonte: Faria (2009).

O PC12 (Fase 2) – Degradação fotocatalítica de derivados em águas superficiais – tinha um propósito mais “generativo”, com a criação de um catalisador que ainda não existia comercialmente; porém, com o atraso dos recursos, o projeto deixou de ser inovador, para se tornar entre “assimilativo” e “adaptativo” (ver Figura 2). Esse exemplo mostra a importância da continuidade dos processos e garantia dos recursos financeiros.

FIGURA 3

Níveis de capacitação tecnológica na Rede de Catálise – projetos investigados

Assimilativa	Adaptativa	Generativa	Inovadora
PC03 Fase 1			
PC04 Fase 1			
PC05 Fase 2			
PC07 Fase 2			
PC08 Fase 2			
	PC10 Fase 2		
PC12 Fase 2			

Fonte: Faria (2009).

Os resultados das redes não podem ser vistos somente como produtos dos projetos em si, mas em seus desdobramentos – trata-se de um processo. Os Encontros de Catálise (seminários) geram troca de informações, ampliam o conhecimento e relacionamentos entre os participantes da rede e pessoas de fora. A realização dos projetos gera conhecimento que pode não ser um produto ou processo, mas um diferencial para a escolha de um melhor catalisador para a indústria.

7. Alguns pontos de reflexão

Como um instrumento de políticas públicas para o estímulo ao aprendizado e inovação na cadeia produtiva do setor, por meio de financiamento com recursos do CT-Petro, as Redes N/NE visam a qualificação de recursos humanos e o desenvolvimento de projetos em parceria entre empresas e universidades, instituições de ensino superior ou centros de pesquisa do país, com vistas a criar ou consolidar competências locais para aumento da produção e produtividade, redução de custos e preços e melhoria da qualidade dos produtos.

As Redes N/NE articularam, fundamentalmente, interesses de três atores: governo (por meio da Finep, empresa pública federal); empresa; e universidades (academia), estas como executoras dos projetos. Um grande desafio das Redes N/NE é coordenar os diferentes interesses para atingir os objetivos estabelecidos. No caso das redes estudadas, a Finep e a Petrobras entram com os recursos financeiros, enquanto as universidades executam os projetos que são negociados com a empresa.

Foram grandes os desafios envolvidos nas Redes N/NE estudadas, entre eles: criar um ambiente de pesquisa conjunta entre o setor produtivo e instituições que possuíam, em geral, pouca ou nenhuma experiência com interações mais formalizadas entre integrantes da própria academia; equipar e capacitar essas instituições de ensino e pesquisa, para se relacionarem com novas áreas e demandas de pesquisas; estimular empresas a participarem dessa construção conjunta; criar cultura de cooperação; trabalhar com uma nova estrutura (mais horizontalizada), que exige coordenação e gestão diferenciada; e lidar com controles de instituições financiadoras diferentes, com “*times*” também distintos (para respostas e verificações) e sobrecarga de trabalho por parte de todas as instituições envolvidas. A Petrobras, mesmo com a experiência acumulada em projetos cooperativos, nunca havia trabalhado de forma mais horizontal com um grande número de universidades das Regiões Norte/Nordeste, possuindo pouca ou nenhuma experiência nesse tipo de relação.

Além daquelas ressaltadas nas seções anteriores, as principais evidências da formação de capacitações nas duas redes foram os resultados dos projetos: abertura de cursos de pós-graduação (especialização, mestrado e doutorado) e fortalecimento ou inserção de linhas de pesquisa ou disciplinas; aquisição de equipamentos e seu compartilhamento com as demais instituições; capacitação de pesquisadores, alunos e técnicos; continuidade dos projetos e universidades nas demais fases das Redes N/NE; aproximação com o setor produtivo; ampliação do leque de competências nas

universidades; prestação de serviços a órgãos do Estado; e geração de teses, dissertações, monografias e artigos sobre temas correlatos às redes. Permitir que o fluxo de conhecimento e a formação de capacitação chegassem e transformassem a capacidade produtiva e inovacional do setor produtivo e da universidade foi fundamental para a construção do chamado espírito empreendedor nas organizações envolvidas.

Mas o grande desafio é manter essa dinâmica, ampliar e difundir os resultados para outras instituições e setores. Para isso, a continuidade da política de estímulo a redes de capacitação é importante, mas é também necessário maior envolvimento do Estado (em todos os seus níveis) na criação de demanda para essas inovações. O Estado tem papel não apenas de comprador qualificado, mas também na definição de aparato regulatório em relação à qualidade dos investimentos e serviços públicos. O papel indutor do Estado na formação e consolidação de base científica e tecnológica em todos os países desenvolvidos tem sido ressaltado em trabalhos recentes (EVANS, 2007). Talvez fosse interessante fazer um estudo comparativo com outras redes, de outros setores, para uma melhor compreensão da especificidade setorial e contribuição da empresa líder.

Inúmeras dificuldades de gestão foram relatadas ao lidar com uma Fundação, inclusive a própria criação de competências de gestão no decorrer do processo; tudo isso em meio ao exercício das atividades de pesquisa, ensino, busca de recursos, entre outras várias atividades hoje atribuídas ao pesquisador, que precisa obter financiamentos para as pesquisas e ainda lidar com frequentes atrasos e descontinuidade no recebimento desses. Entre os problemas, podemos citar o contingenciamento de recursos do CT-Petro e o atraso na Finep, que acarretaram demora na chegada dos recursos, bem como a exigência de adequação à nova Lei dos Convênios.

Um grande problema surgido na pesquisa foi a carência de capacitação em gestão de ciência, tecnologia e inovação nas redes. Na maioria das vezes, essas atribuições recaíam sobre o próprio coordenador, que tem sempre muitas atribuições. Mas essa é uma competência que precisa ser incorporada em todo o processo, trata-se de uma capacitação de natureza mais difusa.

Uma alternativa mais efetiva de financiamento às pesquisas, que tem “concorrido” com os recursos das Redes N/NE, é a contratação direta, que ocorre quando a Petrobras contrata o pesquisador de uma Fundação para realizar determinada pesquisa. A Rede tem servido como “porta de entrada” para outros projetos e redes, ampliando o escopo de competências e adensando os fluxos de relações.

O aprendizado gerado nas Redes N/NE, em termos tanto de gestão como de capacidades e competências científicas e tecnológicas, refletiu-se na organização das

Redes Temáticas Petrobras,¹² operacionalizadas a partir de 2006, que foram criadas para atender ao Regulamento Técnico referente à Cláusula de Investimento em Pesquisa e Investimento dos Contratos de Concessão e cujos temas foram escolhidos pela companhia para dar conta dos campos de capacitações e competências fundamentais para os desafios dos novos investimentos, principalmente do pré-sal.

Comparando-se as instituições participantes das Redes N/NE com as das Redes Temáticas Petrobras para os temas Asfalto e Catálise, percebe-se que, no caso do asfalto, todas as instituições da Rede constam como participantes da Rede Temática em Asfalto. Da Recat, somente o Senai-BA e o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) não constam na Rede Temática em Catálise. Tendo em vista que havia pouquíssima interação da Petrobras com instituições de ensino e pesquisa do Norte e do Nordeste, pode-se considerar que as Redes N/NE criaram maiores possibilidades para essas regiões e contribuíram para a criação de sinergia entre os atores envolvidos na pesquisa, desenvolvimento e produção no setor de óleo e gás, fortalecendo o elo entre a pesquisa e o setor produtivo, fundamental para a constituição de capacidade inovacional. Cabe ressaltar que aqui estamos tratando de apenas duas redes e um setor específico, o que sinaliza o esforço ainda gigantesco a ser realizado para a formação de um Sistema Regional de Inovação.

Vale salientar que toda a capacitação formada dependeu de uma capacitação anterior, a exemplo da UFC e da Unifacs, cujos coordenadores tinham bastante experiência acumulada e havia pessoal capacitado, constituindo uma base mínima para os diálogos iniciais. Devemos lembrar ainda do projeto destaque da Rede Asfalto, que gerou uma patente onde já havia um desdobramento de capacitações da Petrobras na empresa Armtec.

Por meio das Redes N/NE estudadas, percebeu-se que uma empresa que já inova, como a Petrobras, quando inserida em rede produz, potencializa e difunde capacitações nos demais membros envolvidos.

Ressalta-se a pertinência e o potencial do arcabouço teórico-metodológico para analisar processos de capacitação de atores envolvidos em redes. Essa abordagem pode também explorar as externalidades de rede, pouco analisadas aqui e que têm papel muito importante no adensamento dos fluxos de conhecimento e aprendizado.

As redes, a partir de um mapeamento de competências, podem induzir estímulos endógenos geradores de processos adaptativos e inovativos. Mas o potencial de difusão

12 São 38 redes em vários temas como Geofísica, Geoquímica, Sedimentologia e Estratigrafia, Geotectônica; Computação e Visualização, Gerenciamento de águas, Construção Naval, Materiais e Controle de Corrosão, Catálise, Asfalto, dentre outros – para maiores detalhes, ver Faria (2009).

de novos conhecimentos e interação destes às áreas de ensino, pesquisa e extensão das universidades e do setor produtivo potencializa vínculos e troca de conhecimentos tácitos, fundamentais para o despertar de novos cientistas e empreendedores.

8. Considerações finais

O Fundo Setorial CT-Petro, por meio do Edital CT-Petro/CNPq-Finep 03/2001, introduziu um novo paradigma de gestão compartilhada para obtenção de recursos para projetos de desenvolvimento científico e tecnológico no âmbito do setor de óleo e gás. O desenho do edital vai ao encontro da lógica neoshumpeteriana, da necessidade de interação e formação de capacitações organizacionais e institucionais para o fortalecimento do Sistema de Inovação.

As Redes N/NE trouxeram transformações, principalmente devido ao fato de nessas regiões haver baixa conectividade entre os atores, envolvendo, inclusive, desconfianças históricas do mercado em relação à agilidade e eficácia de soluções vindas da universidade. Apesar das dificuldades de uma gestão compartilhada, as Redes N/NE revelaram-se adequadas ao compartilhamento de informações, ao desenvolvimento de relações de confiança, ao aprendizado, à inovação e à troca de conhecimento e experiências, viabilizando o acesso a novas tecnologias, metodologias e recursos provenientes de parceiros. Isso gerou capacitações e desenhos de novos projetos, a exemplo da participação das mesmas instituições nas Redes Temáticas Petrobras e contratações diretas por esta empresa.

Diferentemente das relações construídas ao longo de sua trajetória com instituições do Sudeste e Sul do país e no âmbito internacional, em que busca a associação, principalmente pela competência reconhecida dos parceiros, nesse novo modelo com as Redes N/NE, a Petrobras passou a construir parcerias com universidades das Regiões Norte e Nordeste, muitas delas sem tradição em pesquisa na área e com carências de infraestrutura e capacitação, as quais demandam uma visão de longo prazo numa perspectiva de maior inserção social apta a dialogar com o setor produtivo local.

Pode-se afirmar que as Redes N/NE, no âmbito setorial e regional, abriram possibilidades de expansão das competências científicas e tecnológicas, antes fundamentalmente concentradas no eixo Sul-Sudeste. Também na Rede Asfalto, houve o desenvolvimento de capacitação tecnológica, na construção de equipamentos para a pesquisa, em conjunto com uma indústria local no Ceará.

Considerando que cada uma das Redes N/NE estudadas possui características e funcionamento próprios, com trajetórias, resultados e/ou inserções diferenciadas, ambas

as Redes possibilitaram a melhoria da capacitação científica e tecnológica no âmbito setorial e regional, por meio da aquisição de equipamentos, materiais, estímulo à criação de cursos de especialização, mestrado e doutorado, capacitação de recursos humanos, interações dentro e fora da universidade e o setor produtivo, desenvolvimento de teses, dissertações e publicações relacionadas aos projetos, entre outros. Esses resultados positivos ainda são pontuais e sinalizam a importância de políticas que consolidem e expandam essas dinâmicas para outros setores, no sentido de se ampliar, no longo prazo, a interação entre as regiões e constituir um Sistema Nacional de Inovação.

A investigação evidenciou o papel-chave do financiamento público, o envolvimento de empresas com elevada capacitação científica e tecnológica e desenhos de políticas que estimulam os fluxos de conhecimento e capacitação entre os atores.

Referências bibliográficas

ARIFFIN, N.; FIGUEIREDO, P. Internationalization of innovative capabilities: counter-evidence from the electronics industry in Malaysia and Brazil. *Oxford Development Studies*, v. 32, n. 4, 2004.

ARAGÃO, A. P. *Estimativa da contribuição do setor petróleo ao produto interno bruto brasileiro: 1995/2004*. Dissertação (Mestrado em Ciências – Planejamento Energético). Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

BASTOS, V. D. Fundos públicos para ciência e tecnologia. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 20, p. 229-260, dez. 2003.

BELL, M. *Technical change in infant industries: a review of the empirical evidence*. Brighton: SPRU/University of Sussex, 1982.

_____. “Learning” and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries. In: KING, K.; FLANSMAN, M. (Eds.). *Technological capability in the Third World*. London: Macmillan, 1984.

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial Corporate Change*, Oxford, v. 2, p. 157-210, 1993.

BRITISH PETROLEUM STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY, Jun. 2007. Disponível em: <<http://www.bp.com/sectiongenericarticle.do?CategoryId=9023753&contented=7044109>>. Acesso em: 18 mar. 2009.

CARDOSO, M. L. O mito do método. In: SEMINÁRIO DE METODOLOGIA ESTATÍSTICA. Rio de Janeiro: PUC-RIO, 1971. p. 1-24.

CORIAT, B.; DOSI, G. Problem-solving and coordination-governance: advances in a competence-based perspective on the theory of the firm. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 1, ano 1. jan./jun. 2002.

DANTAS, E.; BELL, M. The development of firm-centred knowledge networks in emerging economies: the case of Petrobras. In: DRUID SUMMER CONFERENCE, 2006, Copenhagen. *Anais eletrônicos...* Copenhagen, 2006. Disponível em: <<http://www2.druid.dk/conferences/viewpaper.php?id=592&cf=8>>. Acesso em: 10 jan. 2009.

DANTAS, E.; FIGUEIREDO, P. The evolution of the knowledge accumulation function in the formation of the brazilian biofuels innovation system. In: VII GLOBELICS Conference in Dakar, 2009. Disponível em: <http://globelics2009dakar.merit.unu.edu/papers/1238516980_ED.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2011.

EGIDI, M. Routines, hierarchies of problems, procedural behavior: some evidence from experiments. In: THE INTERNATIONAL ECONOMIC ASSOCIATION CONFERENCE ON RATIONALITY IN ECONOMICS. *Anais...* Torino, 1993.

EVANS, P. *Autonomia e parceria*. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 2007.

EXPERIMENTANDO os limites. *Istoé*, São Paulo, n. 2, [2007?]. Edição Especial.

FARIA, L. O. *Desenvolvimento de Capacidades científicas e tecnológicas num sistema de aprendizado: estudo de caso de Redes Norte/Nordeste*. 2009. Tese (Doutorado em Administração). Salvador, Universidade Federal da Bahia, 2009.

FIGUEIREDO, P. N. Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégicos no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 3, n. 2, jul./dez. 2004.

_____. *Gestão da inovação*. Conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

_____. Discontinuous innovation capability accumulation in latecomer natural resource-processing firms. *Technological Forecasting & Social Change*, 2010.

FURTADO, A. T.; FREITAS, A. G. The catch-up strategy of Petrobras through cooperative R&D. *Journal of Technology Transfer*, Netherlands, n. 25, p. 23-36, mar. 2000.

HALLIKAS, J.; KÄRKKÄINEN, H.; LAMPELA, H. Learning in networks: an exploration from innovation perspective. *International Journal of Technology Management*, v. 45, n. 3/4, 2009.

JOHNSON, B; LUNDEVALL, B-A. *Promoting innovation systems as a response to the globalising learning economy*. Contrato BNDES/FINEP/FUJB, Rio de Janeiro, 2000.

LALL, S. Technological change and industrialization in the Asian newly industrializing economies: achievements and Challenges. In: KIM, L.; NELSON, R. R. *Technology, learning & innovation: experiences of newly industrializing economies*. Cambridge, 2000, p. 13-68.

LUNDEVALL, B-A. *National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter Publishers, 1992.

_____. *Innovation, growth and Social Cohesion; the Danish model*. Edited by Eduard Elga: Cheltenham, UK. 2002.

LUNDEVALL, B-A; JOHNSON, B. The learning economy. *Journal of Industry Studies*, v. 1, p. 23-42, 1994.

MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. *The Economic Journal*, Great Britain, v. 102, n. 413, p. 845-859, July 1992.

_____. Sectoral systems and innovation and technology policy. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 2, n. 2, p. 329-375, Jul./Dec. 2003.

MALERBA, F.; VONORTAS, N. *Innovation networks in industries*. Cheltenham, UK/Norhampton, USA: Edward Elgar, 2009.

MATIAS, C. A. *Co-evolução dos componentes do marco institucional e das trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas no setor de Agro-Energia (etanol) no Brasil (1970-2009)*. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, 2011.

PACHECO, C. A. Estratégias para fundos setoriais. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 6, n. 1, p. 191-224, jan./jun. 2007.

PETROBRAS. *Balanco social ambiental*. Rio de Janeiro, 2006 a.

RIBEIRO, M. T. F. *Capacitação e difusão tecnológica no setor elétrico – um estudo comparativo Brasil-Quebec*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, 1994.

SAVIOTTI, P. P. Networks, national innovation systems and self-organisation. In: 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGY POLICY AND INNOVATION: Learning and Knowledge Networks for Development. *Anais...* Curitiba, 2000.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Luciana de Oliveira Faria – farialu@hotmail.com

Av. Princesa Isabel, 154, ap.701

Ed. Del Norte - Barra

Salvador, BA – 40.140-000

Maria Teresa Franco Ribeiro – mariatfr@uol.com.br

Rua Magno Valente 391, apto 903

Edifício Professor Magalhães Neto- Pituba

Salvador, BA – 41810-620