

O DESAFIO DA INOVAÇÃO: O CASO DO CLUSTER DE PETRÓLEO & GÁS DA BACIA DE CAMPOS

Bruno S. Silvestre

Doutor em Engenharia de Produção, Professor Assistente, University of Winnipeg, Canada

b.silvestre@uwinnipeg.ca

RESUMO

Nas décadas recentes, a busca por reservas de petróleo & gás resultou em grandes avanços tecnológicos nos segmentos de exploração, desenvolvimento e produção, particularmente no Brasil, um país que até 1974 carecia de reservas provadas para abastecer sua economia. A partir de então, o Brasil surgiu como um dos centros mais avançados de produção offshore de petróleo & gás em águas profundas e ultra-profundas (entre 1.000 e 2.500 metros de lâmina d'água), uma realização muito importante para qualquer país, e em particular, surpreendente para uma economia emergente. O Brasil é atualmente energeticamente auto-suficiente, e difere das demais economias emergentes ricas em recursos naturais por estar desenvolvendo conhecimento de forma endógena para encontrar e explorar suas reservas. Por meio da análise de importantes firmas da indústria de petróleo & gás localizadas na Bacia de Campos, este estudo explora como esta conquista foi alcançada, fazendo o Brasil evoluir nos últimos 20 anos de limitadas competências para a liderança em tecnologias para exploração e produção (E&P) de petróleo & gás em águas profundas e ultra-profundas. Este estudo busca determinar o processo de formação e a atual caracterização desta aglomeração e entender, sob a perspectiva dos sistemas de conhecimento e das posturas tecnológicas adotadas pelas firmas, como as mudanças tecnológicas são implementadas na Bacia de Campos, as origens de tais mudanças, bem como verificar se a proximidade geográfica é um fator que favorece a inovação para as firmas localizadas na região.

Palavras-chaves: Sistemas de inovacao, clusters,

1. INTRODUÇÃO

A extração de petróleo & gás em águas ultra-profundas, antes inimaginável, se tornou viável em virtude da intensa atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) realizada pelas operadoras de petróleo e seus fornecedores diretos para redução dos custos de produção. Alguns dos desafios tecnológicos principais que a indústria se depara estão presentes nos seguintes processos: escolha dos equipamentos adequados, estruturas e sistemas de produção apropriados a se utilizar em determinado campo/poço descoberto e a verificação da disponibilidade de base tecnológica para levar adiante tais projetos de forma tecnológica e economicamente viáveis. Em alguns casos, novas tecnologias precisam ser desenvolvidas para extrair os recursos.

Portanto, a área de E&P tem se deparado com inúmeros desafios tecnológicos nas últimas décadas e é, conseqüentemente, uma área estratégica para o avanço da produção offshore em ambientes cada vez mais hostis. A complexidade e o conhecimento multidisciplinar requerido para solucionar tais desafios e desenvolver novas tecnologias faz com que as firms se organizarem geograficamente próximas, formando uma aglomeração industrial de firmas no Estado do Rio de Janeiro. Esta estrutura aglomerada é dinâmica, evolui no decorrer do tempo e é apoiada por uma grande rede de fornecedores na qual as grandes operadoras de petróleo atuam como *empresas âncoras*, além das organizações de suporte tais como universidades, escolas técnicas, centros de pesquisas, associações, entre outras (Silvestre & Dalcol, 2007). Como em outras regiões onde a indústria de petróleo & gás está presente, a concentração de firmas é organizada perto das reservas dos recursos, formando o que é conhecido como uma *província petrolífera*. A província petrolífera da Bacia de Campos consiste de uma aglomeração geográfica de cerca de 1.500 firmas. Deste total, cerca de 400 firmas operam diretamente em atividades offshore. Outras firmas atuam como subcontratadas das grandes fornecedoras e das operadoras presentes na Bacia de Campos. A principal operadora de petróleo é a Petrobras, a qual tem tido sucesso em seu planejamento estratégico de longo prazo no sentido de ser uma das

empresas-referência a nível mundial na produção de petróleo & gás em águas profundas e ultra-profundas (Dantas & Bell, 2006).

Esse resumo executivo consiste em uma breve panoramica de uma ampla linha de pesquisa realizada no Brazil entre 2005 e 2012 e que ja gerou uma serie de publicacoes nacionais e internacionais de primeira linha. Nas secões abaixo busca-se dar uma ideia breve e geral sobre a metodologia de pesquisa, seguida de uma breve fundamentação teórica. Ênfase maior é dada a seção final deste trabalho, com as considerações finais, suas implicações para pesquisa e implicações políticas.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa consiste de um estudo exploratório que compreende 10 estudos de caso em firmas empregadoras de alta complexidade tecnológica em suas operações e localizadas na Bacia de Campos e 25 importantes inovações tecnológicas implementadas na aglomeração. As firmas analisadas consistem de fornecedores de equipamentos para cabeça de poço (árvore de natal molhada), fornecedores de serviços de poço (tecnologias de poços) e a influente companhia de petróleo nacional, Petrobras. Foram realizadas entrevistas com gerentes de tecnologia lotados nas bases operacionais destas grandes empresas na Bacia de Campos e com demais stakeholders, tais como representantes de sindicatos, associações, redes empresariais, professores universitários, escolas técnicas, entre outras. Cada entrevista teve duração de aproximadamente 1 hora, usando um questionário estruturado para abordagem dos pontos-chave.

Este resumo foi integralmente desenvolvido tendo como base a Tese de Doutorado do autor e o artigo publicado na revista *Technovation* em 2009. Para versão completa do artigo e detalhes adicionais, visite diretamente a página da revista *Technovation* <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497209000030>. Para referenciar este resumo expandido, siga o seguinte: Silvestre, B. S., Dalcol, P. R. T. (2009) Geographical proximity and innovation: Evidences from the Campos Basin oil & gas industrial agglomeration - Brazil. *Technovation*, Vol. 29 (8), 546-561.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O arcabouço teórico utiliza elementos da abordagem de clusters (Saxenian, 1994) e de sistemas de inovação (Freeman, 1995), particularmente as abordagens setorial (Malerba, 2004) e tecnológica (Carlsson, 1995). Essas abordagens foram escolhidas por oferecerem uma explicação mais adequada e completa sobre o surgimento deste cluster em particular, sua localização em uma economia emergente e a exploração de recursos energéticos em águas profundas. O papel das empresas multinacionais, as peculiaridades das indústrias globais de exploração de recursos e a natureza específica das tecnologias sob análise também são identificadas como pontos importantes para o sucesso obtido. Duas dimensões-chave constituem o cerne desta análise: o sistema de conhecimento existente em uma área geográfica relativamente pequena, características as quais estão relacionadas aos estudos de clusters (Bell e Albu, 1999), e as posturas tecnológicas das firmas, as quais estão intimamente relacionadas a abordagem de sistemas de inovação (Baldwin e Hanel, 2003). O foco na proximidade geográfica e padrões setoriais e tecnológicos são elementos centrais deste estudo.

Além da discussão sobre a proximidade geográfica e especialização produtiva das firmas (elementos provenientes da abordagem de clusters), o arcabouço teórico também utiliza elementos da abordagem de sistemas de inovação, especificamente setoriais e tecnológicos. Esse modelo teórico híbrido consiste uma contribuição nos estudos de inovação. A abordagem de sistemas de inovação foi utilizada no sentido de capturar os padrões setorial e tecnológico, alguns dos importantes elementos para realização desta análise, centrada em características como sistema de conhecimento, a absorção de competências tecnológicas (Figueiredo, 2003) e a implementação de mudanças tecnológicas e inovações. A abordagem de sistemas de inovação setorial foi utilizada com foco nos *atores e redes*. De acordo com Bell & Albu (1999), as redes podem estar relacionadas aos sistemas de produção (compostos por conexões que apresentam fluxos de produtos e serviços) ou aos sistemas de conhecimento (compostos por conexões que apresentam fluxos de informação e conhecimento). Essa flexibilidade se adequa a este estudo, por não compreender uma análise centrada somente em redes de produção, a exemplo de muitos dos estudos de clusters. As *regras e valores* também foram analisadas sob a perspectiva dos sistemas de inovação setoriais, o que facilitou

sobremaneira a observação dos resultados. Dos sistemas de inovação tecnológicos, foram utilizados alguns elementos básicos tais como, a *infraestrutura tecnológica*, que é moldado por aqueles atores que possuem o conhecimento tecnológico tais com as firmas estudadas, as universidades, centros de pesquisa e demais organizações de suporte que participam do desenvolvimento de uma tecnologia particular. Da mesma forma, a atenção a *competências tecnológicas e políticas públicas* também consistiram em objetivos derivados da abordagem de sistemas de inovação tecnológicos, na medida em que estes representam elementos-chave destes tipos de estudos e são, conseqüentemente, melhor compreendidos sob esta perspectiva.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fatores que levaram a esse sucesso são obviamente complexos, e os resultados apresentados neste estudo são limitados a esse grupo de firmas que apresentam intenso dinamismo tecnológico, fornecendo produtos e serviços tecnologicamente complexos. Com essas limitações em mente, nossa análise sugere que a acumulação de competências tecnológicas foi facilitada pela dinâmica cluster (e pelo fato das empresas estarem geograficamente próximas), especialmente para o desenvolvimento e implementação de mudanças tecnológicas necessárias para ultrapassar desafios naturais impostos pela necessidade de extração de petróleo & gás nas condições apresentadas na Bacia de Campos.

Sob a liderança da Petrobras, a aglomeração industrial da Bacia de Campos evoluiu para uma configuração de uma ampla rede vertical e composta de diversos níveis de fornecedores, os quais apresentam diferentes estágios de complexidade tecnológica em seus produtos e serviços e diferentes graus de responsabilidades dentro da rede. Apesar da presença de outras grandes operadoras de poços de petróleo na província desenvolvendo suas próprias redes de fornecimento, a Petrobras ainda possui um papel central na aglomeração industrial da Bacia de Campos, tanto em relação à governança como em relação à porcentagem de encomendas e contratos realizados. A maioria das demais operadoras, inclusive, atuam em parceria com a Petrobras em diversos empreendimentos (Silvestre & Dalcol, 2008). A caracterização atual da aglomeração industrial da Bacia de Campos, no tocante ao dinamismo tecnológico e complexidade dos produtos e serviços, foi estabelecida com base na estratificação de quatro grupos diferentes de firmas, além das organizações de suporte (Silvestre & Dalcol, 2009). Esta estratégia foi adotada em virtude da heterogeneidade dos atores e das dificuldades de se aplicar um único arcabouço analítico para a aglomeração como um todo. Assumindo que os atores lá presentes são tecnologicamente diversos, analisar esta aglomeração industrial como um objeto de estudo tecnologicamente homogêneo poderia ser um erro crucial, na medida em que generalizações feitas para a aglomeração como um todo poderia resultar em graves inconsistências e distorções.

De acordo com o estudo empírico, o sistema de conhecimento, caracterizado pelas conexões de conhecimento observadas, pode ser classificado como *aberto*, em virtude da presença de muitas conexões de conhecimento estabelecidas entre as firmas locais e outros atores localizados fora da província (conexões extra-província). No grupo de fornecedores de serviços de poço, as conexões extra-província foram observadas em todas as 12 mudanças tecnológicas estudadas. A maioria destas conexões foram estabelecidas com outras divisões da mesma companhia, com suas sedes em seu país de origem ou com seus respectivos centros de pesquisa localizados na América do Norte ou na Europa. Essa configuração, combinada com o fato de que as conexões intra-província (estabelecidas com atores localizados dentro da província) não apresentam intensidades fortes e as posturas tecnológicas das firmas em sua maioria como *meras usuárias* ou *capazes de realizar apenas adaptações menores* na tecnologia em questão, indicam que neste grupo as firmas se apresentam apenas como executoras de tarefas dentro da aglomeração industrial, usando basicamente *competências tecnológicas rotineiras* e tecnologias provenientes de fontes externas. O grupo de fornecedores de equipamentos para cabeça de poço também apresenta uma vasta gama de conexões extra-província, mas as conexões intra-província apresentam intensidade mais fortes do que o grupo anterior e são geralmente *capazes de realizar mudanças de projeto e inovações radicais* nas tecnologias em questão. Essas características indicam que essas firmas têm obtido vantagem do fato de estarem próximas geograficamente e da dinâmica da aglomeração industrial, utilizando predominantemente *competências tecnológicas inovadoras*. É possível afirmar que as mudanças tecnológicas implementadas na Bacia de Campos pelos fornecedores de equipamentos para cabeça de poço foram originadas em grande parte em virtude das interações locais estabelecidas entre os diversos atores dentro da aglomeração, com uma presença marcante da Petrobras, seu centro de pesquisa (CENPES) e suas estratégias tecnológicas. Existe uma clara predominância das conexões intra-província nas mudanças tecnológicas implementadas pela Petrobras, muitas delas apresentando conexões de intensidade fortes e moderadas. De forma contrária, as mudanças tecnológicas realizadas pelos fornecedores de serviço de poço são predominantemente geradas por meio do

estabelecimento de conexões extra-província. Estas tecnologias desenvolvidas externamente à província da Bacia de Campos são igualmente importantes para alavancar a produção, mas o domínio sobre elas é bastante limitado pelos atores locais.

Em relação as implicações teóricas deste estudo, devemos destacar que a aplicação de múltiplas perspectivas e um modelo teórico híbrido confere um arcabouço de análise mais robusto para os estudos de inovação, aglomerações industriais e para análises holísticas. Esta estratégia de pesquisa se torna ainda mais importante quando se trata do estudo de tópicos complexos como conhecimento, relacionamentos inter-firma, aprendizagem, tecnologia e inovação, ilustrando um panorama mais acurado da realidade com o uso linhas teóricas existentes e recombina-as, ao invés de tentar inventar novas. Pesquisas futuras poderiam ser realizadas no sentido de melhorar e ampliar o método analítico composto das duas dimensões-chave (sistemas de conhecimento e posturas tecnológicas das firmas), bem como na aplicação do arcabouço teórico a outras províncias de petróleo & gás ou aglomerações relacionadas a outras indústrias.

O papel das empresas multinacionais e suas interações em economias emergentes são importantes fatores nesta análise na medida em que consistem em significativas fontes de conhecimento para muitos países em desenvolvimento. No entanto, no caso da indústria de petróleo & gás Brasileira, existe uma forte necessidade de políticas públicas particulares e estratégias de governança específicas para facilitar a transferência de tecnologia e atrair atividades de P&D, ao invés de abrigar apenas atividades de produção.

Por mais de 30 anos a política industrial de petróleo & gás Brasileira foi desenvolvida e ajustada no sentido de atingir uma posição particular em E&P offshore em águas profundas e ultra-profundas. Este estudo explora como esta trajetória evoluiu, reconhecendo o papel exercido pela Petrobras no estabelecimento da indústria Brasileira, seu desenvolvimento tecnológico, acumulação de competências tecnológicas e sua internacionalização. Este último processo não é trivial para uma empresa proveniente de uma economia emergente e nenhuma outra companhia nacional de petróleo tem sido capaz de desenvolver tecnologias offshore dominantes para águas ultra-profundas, enquanto poucas estabeleceram uma trajetória competitiva internacionalmente com base em outros tipos de tecnologias. Neste sentido, está claro que a Petrobras foi capaz de tirar vantagem do fato de estar espacialmente próxima a outras operadoras de petróleo e importantes fornecedores, por meio da interação, absorvendo e desenvolvendo competências tecnológicas de forma endógena, contribuindo, assim, para a auto-suficiência energética Brasileira. Esta estratégia também permitiu ao Brasil ser mundialmente reconhecido como um centro avançado de E&P offshore em águas profundas e ultra-profundas, sendo, portanto, um útil exemplo para outras companhias nacionais de petróleo que almejam desenvolver suas bases de recursos simultaneamente com o desenvolvimento tecnológico nacional.

Na medida em que esta é uma aglomeração industrial baseada em recursos naturais, as firmas estão lá localizadas para explorar os recursos existentes e quando esses recursos acabarem, é muito provável que a aglomeração se dissipe e as firmas se recoloquem em áreas que apresentem novas descobertas (no Brasil ou no exterior). Assumindo que as províncias de petróleo & gás e, como consequência, outras aglomerações industriais dinâmicas como Houston (EUA), Aberdeen (RU) e Oslo/Stavanger (Noruega) tendem a possuir ciclos de vida limitados em virtude da natureza finita das reservas de petróleo & gás, existe a possibilidade que em algum momento essas províncias tenham suas atividades desaceleradas. Em geral, o ciclo de vida dessas províncias seguem quatro estágios distintos: nascimento, crescimento, maturidade e declínio. No estágio de declínio a produção de petróleo & gás começa a diminuir, forçando as firmas a migrarem para províncias mais promissoras em algum lugar do planeta. As outras alternativas são permanecer na província e operar em outras indústrias (migrar para uma indústria correlata, por exemplo) ou mesmo morrer.

Nesse contexto, uma política pública regional bem definida precisa ser adotada no sentido de identificar oportunidades e alternativas para as firmas locais sobreviverem no período de declínio da produção na Bacia de Campos. A contínua atração e manutenção de atividades relacionadas a P&D na província da Bacia de Campos é muito importante para criar uma atmosfera propícia ao desenvolvimento e aprofundamento do conhecimento especializado em E&P offshore em águas profundas e ultra-profundas, utilizar a mão de obra especializada existente, continuando a figurar como um centro tecnológico de referência para estes tipos de tecnologias.

Além desta, duas outras políticas públicas diferentes são sugeridas aqui, de acordo com a complexidade tecnológica das firmas em questão. Primeiro, no sentido de apoiar as *empresas locais que atuam em áreas intensas em conhecimento* a entrar na indústria global de petróleo, é necessário aproximar essas firmas de fornecedores de produtos e serviços de alta competência tecnológica e experientes multinacionais, estimulando, assim, o estreito relacionamento entre elas. Essas parcerias poderiam representar um estímulo para a absorção de novas competências tecnológicas inovadoras pelas firmas locais, proporcionando a sustentabilidade no longo prazo. Esse processo poderia criar condições para que as empresas locais se tornem competentes fornecedores globais na indústria de petróleo, ou mesmo competidoras das grandes companhias multinacionais em outras províncias. Esta estratégia se propõe a encorajar as empresas a permanecerem com suas bases na província da Bacia de Campos, continuar usufruindo da infra-estrutura criada (universidades, escolas técnicas, associações e instalações já disponíveis) e continuar a ter um papel em E&P offshore em águas profundas, tirando vantagem do conhecimento criado e acumulado na província. Segundo, a necessidade de uma estratégia direcionada para *empresas locais que atuam em áreas não-intensas em conhecimento*, encorajando-as a permanecer na província por meio da atração para a região de novas plantas de produção de estruturas, sistemas e equipamentos de E&P offshore. Esta estratégia poderia proporcionar diversas oportunidades de negócios para a vasta rede de fornecedores locais existentes que operariam em nichos de mercado criados pela chegada dessas novas firmas. As empresas que atuam em áreas não-intensas em conhecimento certamente terão dificuldades para migrar para outras províncias no Brasil ou no exterior, em virtude da escassez de conhecimento e do baixo valor agregado de suas atividades. Outra alternativa seria o apoio para a migração para outras indústrias (construção civil, metal-mecânica, e outras). Devemos chamar atenção para o fato de que uma política particular para estes tipos de firmas é fundamental em virtude do grande número de oportunidades de emprego que estas proporcionam e pela importância das mesmas para a economia regional. A implementação das políticas aqui propostas poderia prevenir uma severa recessão regional e o provável colapso da economia local em 4 ou 5 décadas no futuro, por meio do encorajamento das firmas a permanecerem na província, proporcionando importantes oportunidades e alternativas para a diversificação econômica, para o desenvolvimento e a sustentabilidade da região.

5. REFERÊNCIAS

BALDWIN, J.R., HANEL, P. *Innovation and Knowledge Creation in an Open Economy: Canadian Industry and International Implications*. Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

BELL, R. M.; ALBU, M. *Knowledge Systems and Technological Dynamism in Industrial Clusters in Developing Countries*. *World Development*, Vol. 27, pp. 1715-1734, 1999.

CARLSSON, B. (Ed.) *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*. Dordrecht, Kluwer, 1995.

DANTAS, E.; BELL, M. *The Development of Firm-Centred Knowledge Networks in Emerging Economies: The Case of Petrobras in the Offshore Oil Innovation System in Brazil*. Paper presented at the DRUID Summer Conference, Copenhagen, 2006.

FIGUEIREDO, P. N. *Aprendizagem Tecnológica e Performance Competitiva*. Ed. Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 2003.

FREEMAN, C. The national systems of innovation. In historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 19, pp. 5-24, 1995.

MALERBA, F. (Ed.) *Sectoral Systems of Innovation – Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge University Press, 2004.

SAXENIAN, A. *Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, MA, Harvard University Press, 1994.

SILVESTRE, B. S.; DALCOL, P. R. T. Geographical proximity and innovation: Evidences from the Campos Basin

oil & gas industrial agglomeration - Brazil. *Technovation*, 29 (8), pp. 546-561, 2009.

SILVESTRE, B. S.; DALCOL, P. R. T. Aglomeração Industrial de Petróleo e Gás da Região Produtora da Bacia de Campos – Sistema de Conhecimento, Mudanças Tecnológicas e Inovação. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo – RAUSP*, Vol.43, pp. 84-96, 2008.

SILVESTRE, B. S.; DALCOL, P. R. T. Conexões de Conhecimento e Posturas Tecnológicas das Firms: Evidências da Aglomeração Industrial de Petróleo e Gás da Bacia de Campos. *Revista Gestão e Produção*, Vol. 14, pp. 167-185, 2007.