



**Bruno dos Santos Silvestre**

**Aglomeração Industrial de Petróleo e Gás da  
Região Produtora da Bacia de Campos:  
Conexões de Conhecimento e Posturas Tecnológicas das Firms**

**Tese de Doutorado**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio como parte dos requisitos parciais para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Paulo Roberto Tavares Dalcol

Rio de Janeiro  
Janeiro de 2006



**Bruno dos Santos Silvestre**

**Aglomeración industrial de petróleo e gás da região  
produtora da Bacia de Campos: Conexões de  
conhecimento e posturas tecnológicas das firmas**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Paulo Roberto Tavares Dalcol**

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

**Prof. Jorge Nogueira de Paiva Britto**

Departamento de Economia - UFF

**Prof. José Rodrigues de Farias Filho**

Engenharia de Produção - UFF

**Prof. Eloi Fernandez Y Fernandez**

Departamento de Engenharia Mecânica – PUC-Rio

**Prof. José Ramon Arica Chavez**

Engenharia de Produção - UENF

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 12 de janeiro de 2006

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem a autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **Bruno dos Santos Silvestre**

Graduou-se em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (UFF), em 1999. Diplomou-se Mestre em Ciências de Engenharia na Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), em 2001. Desenvolveu pesquisa no *Science and Technology Policy Research* - SPRU, na Inglaterra, um dos mais renomados institutos em política, tecnologia e inovação. Desenvolveu vários projetos de pesquisa acadêmica tendo, como resultado, diversos artigos publicados. Sua experiência profissional inclui trabalhos junto aos Laboratórios B.Braun S.A., ao Parque de Alta Tecnologia do Norte Fluminense (TECNORTE), ao SENAC, à ELETROBRÁS e como professor das cadeiras de Administração da Produção e Organização Industrial na Universidade Candido Mendes (UCAM – Campos) e em vários projetos de consultoria.

#### Ficha catalográfica

Silvestre, Bruno dos Santos

Aglomeração industrial de petróleo e gás da região produtora da Bacia de Campos: conexões de conhecimento e posturas tecnológicas das firmas / Bruno dos Santos Silvestre ; orientador: Paulo Roberto Tavares Dalcol. – Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Engenharia Industrial, 2006.

154 f. ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial

Inclui bibliografia

1. Engenharia industrial - Teses. 2. Clusters. 3. Sistemas de inovação. 4. Conexões de conhecimento. I. Dalcol, Paulo Roberto Tavares. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial Administração. III. Título.

CDD: 658.5

Aos meus pais, irmã e esposa  
pelo apoio, carinho e confiança.

## Agradecimentos

Agradeço ao Professor Paulo Roberto Tavares Dalcol, do Departamento de Engenharia Industrial – DEI, da PUC-Rio, pela orientação e incentivo dispensados durante o período de convivência. Agradeço ainda por sua dedicação, pelos comentários valiosos e precisos, colocando toda a sua experiência acadêmica em prol deste trabalho, e pela amizade construída durante este tempo.

Registro meus agradecimentos ao Professor Martin Bell, do *Science and Technology Policy Research – SPRU*, da *University of Sussex*, Brighton, Inglaterra, co-orientador desta pesquisa, por seus comentários, direcionamentos teóricos e orientação durante o Doutorado Sanduíche, realizado no SPRU.

Agradeço ainda a Pesquisadora Virginia Acha, do *Centre for Research in Innovation Management – CENTRIM*, da *University of Brighton*, Brighton, Inglaterra, por sua orientação nas questões relativas à Indústria do Petróleo e Energética mundial.

À minha noiva, e futura esposa, pelo carinho, paciência e incentivo incondicional nas horas de maior ansiedade da caminhada.

Aos meus pais, irmã e familiares pelo apoio sereno e pelo exemplo na caminhada em DEUS, fundamentais nesta etapa e na estrada da vida.

Aos professores, colegas de pós-graduação e funcionários (especialmente à Cláudia Teti) do Departamento de Engenharia Industrial – DEI pela dedicação, companheirismo e solicitude nos diversos momentos de convivência.

Aos colegas do *Science and Technology Policy Research* – SPRU e do *Institute of Development Studies* – IDS, da *University of Sussex*, Brighton, Inglaterra, pelo apoio e incentivo nos momentos difíceis, entre eles: Mário, Raquel, Eva, Fernando, André, Janaína, Carlos e Roberta.

Às empresas que permitiram a condução do trabalho empírico em suas unidades/bases na cidade de Macaé, bem como à Organização Nacional da Indústria do Petróleo (ONIP), ao Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP), a Petrobrás e à Rede-Petro, nas pessoas do Dr. Eloy Fernandez y Fernandez – Diretor Geral da ONIP, Dr. Raimar van den Bylaardt – Gerente de Tecnologia do IBP, Dr. Alfredo Renault – Superintendente Regional da ONIP, Engenheiro José Francisco Neto e Sr. Carlos Heleno Barbosa – Gerente Geral de Sondagem da Petrobrás.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ e do Instituto de Economia Industrial – IEI/UFRJ, por meio dos Professores Marcus Vinícius Fonseca, Marcos Cavalcanti, José Eduardo Cassiolato e Vitor Prochnik, pela atenção dispensada à causa e por terem permitido que fossem cursadas suas disciplinas dos cursos de Pós-Graduação.

À Eletrobrás pelo apoio dispensado na época do Doutorado Sanduíche, desenvolvido na Inglaterra, na pessoa do Diretor Financeiro, Dr. José Drummond Saraiva, do Chefe do Departamento de Investimento (DFI) à época, Dr. Fernando Swami, e do Chefe da Divisão de Análise de Investimento (DFIA) e amigo, Dr. Luis Carlos Guedes.

À CAPES pelo apoio financeiro concedido ao longo de todo o programa de doutorado, inclusive para a realização do programa de Doutorado Sanduíche realizado no SPRU, na *University of Sussex*, Inglaterra.

## Resumo

Silvestre, Bruno dos Santos; Dalcol, Paulo Roberto Tavares (orientador). **Aglomeración Industrial de Petróleo e Gás da Região Produtora da Bacia de Campos:** Conexões de Conhecimento e Posturas Tecnológicas das Firms. Rio de Janeiro, 2006. Tese de Doutorado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O objetivo central desta tese é investigar a aglomeração industrial de petróleo e gás da região produtora da Bacia de Campos (BC) e a possibilidade desta concentração geográfica de firmas, independente de suas diversas nomenclaturas (*cluster*, *milieu*, redes, distritos industriais, arranjos, sistemas locais, entre outras), consistir em fator que contribui para as atividades inovadoras das empresas ali situadas. Os fundamentos desta pesquisa baseiam-se em duas vertentes distintas: uma vertente teórica e uma vertente empírica. A vertente teórica consiste em um modelo analítico híbrido que combina elementos das abordagens de *clusters* e de sistemas de inovação. A vertente empírica está baseada em dez estudos de caso em firmas localizadas na aglomeração, cujos bens e serviços são de alta complexidade tecnológica e que atuam em áreas de intenso dinamismo tecnológico. Duas dimensões-chave, originadas do modelo híbrido, formam a base do modelo de análise empírico: as conexões de conhecimento entre os atores (proveniente da abordagem de *cluster*) e a postura das firmas em relação à tecnologia (proveniente da abordagem de sistema de inovação). As contribuições deste trabalho estão centradas na caracterização da aglomeração industrial, sob o prisma da complexidade e do dinamismo tecnológico, e nos resultados do estudo empírico que apontam para a existência de grupos de firmas nos quais a aglomeração industrial exerce papel fundamental para as atividades inovadoras das firmas.

## Palavras-chave

*Cluster*; Sistemas de Inovação; Conexões de Conhecimento;

## Abstract

Silvestre, Bruno dos Santos; Dalcol, Paulo Roberto Tavares. **Oil and gas industrial cluster in the Campos Basin productive region:** Knowledge linkages and technological posture of the firms. Rio de Janeiro, 2006. D.Sc. Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The main objective of this thesis is to investigate the oil and gas industrial agglomeration in the Campos Basin (BC) production region verifying the possibility of this geographical cluster of firms, independent of its nomenclatures (cluster, milieus, network, industrial district, arrangements, local systems, and others), to consist in a feature that contributes to the innovative activities of the firms localized there. The fundamentals of this research are based on two different paths: a theoretical and an empirical one. The theoretical path consists in a hybrid analytical model combining elements from the cluster and innovation systems approach. The empirical path is based on ten case studies with firms localized in the agglomeration, supplying goods and services which are technologically complex, and acting in areas with intense technological dynamism. Two key-dimensions, originated from the hybrid model, are the base of the empirical analytical model: the knowledge linkages between actors (from the cluster approach) and the posture of the firms in relation to technology (from the innovation systems approach). The main contributions of this work are centred on the industrial agglomeration characterization, under the technological complexity and dynamism features, and on the results of the empirical study showing evidences for the existence of some groups of firms where the industrial agglomeration plays a fundamental role for their innovative activities.

## Key-words

Clusters; Innovation Systems; Knowledge Linkages;

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
1.1	Objetivos Geral e Específicos da Tese	23
1.2	Estrutura Metodológica	25
1.3	O Problema da Multiplicidade de Nomenclaturas	27
1.4	Estrutura da Tese	28
<b>2</b>	<b>A INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS BRASILEIRA</b>	<b>30</b>
2.1	O Papel da Petrobras no Desenvolvimento da Indústria	31
2.2	A Província Petrolífera da Bacia de Campos	35
2.2.1	A Evolução da Exploração na Bacia de Campos	36
2.2.2	A Evolução do Desenvolvimento e da Produção na Bacia de Campos	37
2.3	A Aglomeração Industrial de Petróleo e Gás da Região Produtora da Bacia de Campos	39
2.3.1	A Evolução da Aglomeração Industrial da Região Produtora da Bacia de Campos	40
<b>3</b>	<b>O MODELO HÍBRIDO - AS ABORDAGENS DE <i>CLUSTER</i> E SISTEMAS DE INOVAÇÃO</b>	<b>43</b>
3.1	A Abordagem de <i>Clusters</i>	46
3.2	A Abordagem de Sistemas de Inovação	51
3.3	Conhecimento e Aprendizagem	56
3.4	O Modelo Híbrido	59
<b>4</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA AGLOMERAÇÃO INDUSTRIAL</b>	<b>69</b>
4.1	Agglomeração Industrial da Região Produtora da BC segundo o Modelo Híbrido	76
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS</b>	<b>84</b>
5.1	Coleta dos Dados Empíricos	85
5.2	Proposições	88
5.3	Proposta para Análise dos Dados Empíricos	93
<b>6</b>	<b>ESTUDO EMPÍRICO</b>	<b>101</b>
6.1	Dados Coletados	104
6.2	Tratamento dos Dados Coletados	108
6.3	Intensidade das Conexões de Conhecimento	120
6.4	Considerações de Conclusões do Tratamento de Dados Coletados	127

7	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
	ANEXO I	146
	ANEXO II	150

## Lista de Figuras

Figura 1 – Matriz Energética Brasileira - 2004	16
Figura 2 – A Cadeia de Produção da Indústria do Petróleo e Gás	21
Figura 3 – Escopo industrial e grupos-foco da tese	22
Figura 4 – Estrutura Metodológica da Tese	26
Figura 5 – Panorama Geral do Modelo Híbrido	44
Figura 6 – Modos de Conversão de Conhecimento	57
Figura 7 – Espiral do Conhecimento	58
Figura 8 – O Modelo Híbrido	68
Figura 9 – Caracterização do Aglomerado de Petróleo e Gás, segundo o grau de complexidade e dinamismo tecnológico das firmas	74
Figura 10 – Estrutura de Produção da Aglomeração Industrial	78
Figura 11 – Sistema de Conhecimento da Aglomeração Industrial	79
Figura 12 – Estrutura Metodológica Geral da Tese	84
Figura 13 – Estrutura do Escopo Industrial da Tese	86
Figura 14 – Dimensões-chave da Tese	95
Figura 15 – Conexões Intra-Aglomerado X Postura Tecnológica	96
Figura 16 – Conexões Extra-Aglomerado X Postura Tecnológica	97
Figura 17 – Conexões Intra- e Extra-Aglomerado X Postura Tecnológica	98
Figura 18 – Conexões Intra-Aglomerado X Posturas Tecnológicas, por Evento	109
Figura 19 – Conexões Intra-Aglomerado X Posturas Tecnológicas, por Subgrupo	111
Figura 20 – Conexões Extra-Aglomerado X Posturas Tecnológicas, por Evento	112
Figura 21 – Conexões Extra-Aglomerado X Posturas Tecnológicas, por Subgrupo	114
Figura 22 – Plotagem dos Eventos (Conexões de Conhecimento X Postura Tecnológica)	115

Figura 23 – Plotagem por Tipo de Firma (Conexões de Conhecimento X  
Postura Tecnológica)

119

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Dados da Petrobras no ano de 2004	34
Tabela 2 – Principais Campos Petrolíferos da BC	39
Tabela 3 – Abordagens Contempladas na Revisão de Literatura da Tese	43
Tabela 4 – Sistemas de Produção e de Conhecimento	62
Tabela 5 – Elementos Centrais de Cada Abordagem	67
Tabela 6 – Caracterização da Aglomeração Industrial	70
Tabela 7 – Tipos de Conexões Possíveis	80
Tabela 8 – Estrutura de Conexões de Conhecimento dos Eventos	90
Tabela 9 – Relação entre as Firms e a Tecnologia Utilizada	92
Tabela 10 – Intensidade das Conexões	92
Tabela 11 – Tipologia de Firms na Aglomeração Industrial	99
Tabela 12 – Subgrupos e Firms no Estudo Empírico	101
Tabela 13 – Eventos Tecnológicos Identificados	103
Tabela 14 – Conexões Apresentadas nos Eventos Tecnológicos	105
Tabela 15 – Intensidade das Conexões de Conhecimento	106
Tabela 16 – Postura das Firms em Relação à Tecnologia	107
Tabela 17 – Dados Consolidados das Dimensões-Chave	108
Tabela 18 – Fornecedores de Serviços de Poço - Conexões	121
Tabela 19 – Fornecedores de Serviços de Poço - Intensidades	121
Tabela 20 – Fornecedores de Equipamentos de Poço - Conexões	123
Tabela 21 – Fornecedores de Equipamentos de Poço - Intensidades	123
Tabela 22 – Postura das Firms - Capazes de Inovar	124
Tabela 23 – Postura das Firms - Apenas Usuárias	124
Tabela 24 – Conexões de Conhecimento	125
Tabela 25 – Intensidade das Conexões	126
Tabela 26 – Capacitações Utilizadas pelas Firms	126

## Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Conexões Intra-Aglomerado	110
Gráfico 2 – Conexões Extra-Aglomerado	113
Gráfico 3 – Postura Tecnológica das Firmas	118

O anjo do Senhor acampa ao redor  
dos que o temem, e os livra.  
Provai, e vede que o Senhor é bom;  
bem-aventurado o homem que nele se refugia.  
Salmos 33; 7-8.