



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - NPGA

ELIZABETH JORGE DA SILVA MONTEIRO DE FREITAS

**CAPITAL SOCIAL E HUMANO E A PRODUÇÃO CIENTÍFICA: UM
ESTUDO SOBRE REDES SOCIAIS DE CONHECIMENTO EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA BRASILEIRA**

**Salvador
2013**

ELIZABETH JORGE DA SILVA MONTEIRO DE FREITAS

**CAPITAL SOCIAL E HUMANO E A PRODUÇÃO CIENTÍFICA: UM
ESTUDO SOBRE REDES SOCIAIS DE CONHECIMENTO EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA BRASILEIRA**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Administração como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Administração, sob a orientação do Prof. Dr. Rogério Hermida Quintella e co-orientação do Prof. Dr. Charles Kirschbaum.

Salvador
2013

Escola de Administração - UFBA

F866 Freitas, Elizabeth Jorge da Silva Monteiro de.
Capital social e humano e a produção científica: um estudo sobre redes sociais de conhecimento em uma universidade pública brasileira. – 2013. 246 f.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Hermida Quintella.

Co-orientador: Prof. Dr. Charles Kirschbaum.

Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Escola de Administração, Salvador, 2013.

1. Educação – Estudo e ensino (Pós-graduação). 2. Capital social (Sociologia). 3. Capital humano. 4. Redes sociais – Análise. 5. Abordagem interdisciplinar do conhecimento. I. Universidade Federal da Bahia. Escola de Administração. II. Título.

CDD – 378.155

ELIZABETH JORGE DA SILVA MONTEIRO DE FREITAS

Capital social e humano e a produção científica: um estudo sobre redes sociais de conhecimento em uma universidade pública brasileira

Tese apresentada à Banca Examinadora para obtenção do grau de Doutor em Administração e aprovada, em sua forma final, pelo Curso de Doutorado em Administração da Universidade Federal da Bahia.

Prof. Dr. Rogério Hermida Quintella (orientador)
EAUFBA/NPGA

Prof. Dr. Sandro Cabral
EAUFBA/NPGA

Prof. Dr. Adriano Leal Bruni
EAUFBA/NPGA

Prof. Dr. Marcelo Embiruçu de Souza
POLIt/UFBA

Prof. Dr. Charles Kirschbaum
INSPER

Prof. Dr. Miguel Angel Rivera Castro
Unifacs

Salvador – BA, _____ de _____ de 2013.

Aos meus filhos, Daniel e André. Que esse trabalho seja um exemplo de dedicação, persistência e vontade de vencer.

Ao meu pai, Antonio Amâncio que, em vida, me ensinou que dedicação, persistência e luta, são essenciais. Com ele aprendi a nunca desistir.

AGRADECIMENTOS

Devo o desenvolvimento desta tese a algumas pessoas e instituições, que, a sua maneira, sempre estiveram ao meu lado.

Agradeço o apoio institucional do Núcleo de Pós-graduação em Administração (NPGA) da UFBA, primeiramente aos seus coordenadores e professores, e também a Dacy Andrade dos Santos, Anaelia Regina de Almeida Silva e Ernani Sampaio Dórea, por toda a dedicação, boa vontade, cuidado e carinho; ao Instituto de Ensino e Pesquisa (INSPER), em especial, ao professor doutor Sérgio Lazzarinni, pelo acolhimento e carinho.

Sou muito grata pela valiosa orientação do professor doutor Rogério Hermida Quintella, e pela co-orientação do professor doutor Charles Kirschbaum, que contribuíram não apenas na elaboração da tese, mas também me proporcionaram experiências e condições para o desenvolvimento da pesquisa; aos professores membros da banca examinadora, professor doutor Sandro Cabral (EAUFBA/NPGA), professora doutora Elizabeth Regina Loiola da Cruz Souza (EAUFBA/NPGA), professor doutor Marcelo Imbiruçu (Politécnica/UFBA) e professor doutor José Vitor Bom Tempo (UFRJ), pela atenção dedicada e às importantes contribuições para este trabalho; ao professor doutor Heron do Carmo (USP) e à Jackson Rosalino (USP), por suas orientações nos estudos econométricos.

Dedico um especial agradecimento ao professor doutor Miguel Rivera Castro (Unifacs) pelas orientações, paciência, dedicação e carinho. Sua colaboração foi de grande importância para a finalização desta tese.

Aos queridos amigos Daniel Armond, Roberto Brasileiro, Márcio Menezes, Adriano Bruni, Andréa Ventura, Claudia Cinari, Leandro Souza e Laryne Nascimento, que estiveram ao meu lado nos momentos de dúvidas e inquietações e, sempre sorrindo, souberam me acolher.

Por fim, agradeço aos meus filhos, Daniel e André e à minha mãe, Therezinha, que sempre me apoiaram, incentivando-me e lembrando o valor deste trabalho para a minha vida; ao meu companheiro, Claudio Cardoso, que viveu comigo todos os momentos desta tese, por todo o seu amor, paciência, estímulo, leituras, correções e ideias. Pelos conselhos e palavras de apoio.

There is no doubt that collaboration between individuals, especially when spanning multiple disciplines, yields positive results. Certainly, the most effective way to solve some of humankind's greatest problems, would require the world's best and brightest to drop everything else and team up! (Avi Gadish)

FREITAS, Elizabeth Jorge da Silva Monteiro de. 2013. *Capital social e humano e a produção científica: um estudo sobre redes sociais de conhecimento em uma universidade pública brasileira*. Tese (Doutorado em Administração). Salvador: Universidade Federal da Bahia.

RESUMO

Este estudo parte do pressuposto de que a diferença no resultado alcançado pelos programas de pós-graduação na avaliação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) é influenciada pelo comportamento das redes de colaboração científica dos seus pesquisadores. Supõe-se também que o desempenho dessas redes, aqui mensurado por sua produção científica, é resultado da socialização do conhecimento (capital social) e das características individuais dos seus pesquisadores (capital humano). Reconhecendo que, no campo científico, existe uma relação muito próxima entre resultados, desempenho das redes, capital social e capital humano, buscou-se entender, à luz de conceitos relacionados à Análise de Redes Sociais (ARS) e por meio de modelos econométricos, em que medida o capital social, em suas dimensões – individual e grupal – explica o desempenho das redes de colaboração científica dos programas de pós-graduação. Para tanto, foram escolhidos dois programas – Química e Física – da Universidade Federal da Bahia (UFBA), que apresentam afinidades epistemológicas – embora tenham alcançado diferentes resultados, nas últimas quatro avaliações CAPES. Para a formação das redes, foram coletados, na *Web of Science*, 898 artigos publicados pelos 63 pesquisadores dos programas que foram avaliados pela CAPES, no período de 1998 a 2009. Para o capital social e humano, foram escolhidos 08 indicadores. Diante das evidências obtidas e de modo abrangente, concluiu-se que é possível indicar a existência de uma relação positiva entre o capital social e o desempenho das redes de colaboração científica de pesquisadores, aqui mensurado por meio do indicador de produção científica, e que há indícios de que o melhor resultado alcançado pelo Programa de Química na avaliação CAPES está relacionado ao comportamento das suas redes de colaboração – nas quais se percebeu uma tendência à formação de capital social em grupo, com forte influência do comportamento individual de seus pesquisadores.

Palavras-chave: conhecimento científico; análise de redes sociais; capital social; capital humano; produção científica.

FREITAS, Elizabeth Jorge da Silva Monteiro de. 2013. *Social and human capital and scientific production: a study on social networks of knowledge in a Brazilian public university*. Thesis (Ph.D. in Business Administration). Salvador, Bahia, Brazil: Universidade Federal da Bahia.

ABSTRACT

This study assumes that the results achieved by graduate programs in evaluating the Coordination of Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) are influenced by scientific collaboration networks formed by its researchers. It is also assumed that the performance of these networks, as measured by scientific production, results of the socialization of knowledge (social capital) and the individual characteristics of its researchers (human capital). Recognizing that, in the scientific field, there is a close relationship between results, networks performances, social capital and human capital, this work sought to understand – in the light of concepts related to Social Network Analysis (SNA) and through econometric models – the extent to which social capital (individual and in group) explain the performance of scientific collaboration networks in graduate programs. Therefore, we chose two programs with epistemological affinities - Chemistry and Physics, both from Federal University of Bahia (UFBA) – that have achieved different results in the last four assessments of CAPES. In the composition of the networks studied, we collected 898 articles in Web of Science, published by researchers from 69 programs evaluated by CAPES in the period 1998-2009. For social and human capital, 29 indicators were chosen. Given the evidence obtained, it was concluded that it is possible to indicate the existence of a positive relationship between social capital and performance of scientific collaboration networks of researchers, measured by scientific output indexes. It was recognized indications that the best result achieved by Chemistry Program at CAPES is related to the behavior of their networks of collaboration, in which has been noticed a tendency to form social capital in-group.

Keywords: scientific knowledge, social network analysis, social capital, human capital, scientific cooperation.

SUMÁRIO

	Pág.
Introdução	18
Capítulo 1- Produção Científica	24
1.1. Pesquisa e produção científica no mundo e no Brasil.....	24
1.2. Produção científica como elemento de avaliação de desempenho dos programas de pós-graduação no Brasil.....	37
1.3. Bases de dados.....	40
1.4. Fator de Impacto como indicador de qualidade.....	44
Capítulo 2- Fundamentação teórica	49
2.1. Conhecimento científico	49
2.1.1. Visão sociológica do conhecimento	56
2.2. Redes sociais.	61
2.2.1. Redes sociais de conhecimento científico.....	61
2.2.2. Colaboração científica como redes sociais.....	68
2.2.3. A presença do capital humano e a formação de capital social nas redes de conhecimento científico.....	73
2.2.4. Modelo teórico para pesquisas em redes sociais: <i>Network Theory</i>	80
2.2.5. A Relação entre os Indicadores de Capital Social e a Produção Científica.....	85
2.2.5.1. Indicadores de capital social em grupo.....	85
2.2.5.2. Indicadores de capital social individual.....	90
Capítulo 3- Escolhas metodológicas	95
3.1. <i>Locus</i> de Investigação: os programas de Pós-graduação em Química e em Física da Universidade Federal da Bahia (UFBA).....	97
3.1.1. O Programa de Pós-graduação em Química da UFBA.....	97
3.1.2. O Programa de Pós-graduação em Física da UFBA.....	102
3.2. Definição das dimensões, categorias de análise e indicadores.....	108
3.3. Delimitação da pesquisa.....	110
3.3.1. Coleta e tratamento dos dados.....	115
3.3.1.1. Coleta de dados.....	115
3.3.1.2. Mineração e preparação dos dados coletados para análise.....	118
3.3.1.3. Dificuldades e limitações	119
3.3.2. Análise dos dados.....	120
3.3.2.1. Indicador de produção científica	120
3.3.2.2. Indicadores de capital social.....	121
3.3.2.3. Indicadores de capital humano.....	122
3.3.2.4. Regressão de dados em painel.....	122
Capítulo 4 - Resultados	128
4.1. Produção científica nos Programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA, no período de 1998 a 2009.....	128
4.1.1. Produção científica em Física.....	129
4.1.2. Produção científica em Química.....	131

4.2. Redes de coautoria, no período de 2000 a 2009.....	132
4.2.1. Redes de coautoria do Programa de Pós-graduação em Física.....	134
4.2.2. Redes de coautoria do Programa de Pós-graduação em Química.....	145
Capítulo 5- Análises e conclusões.....	158
5.1. Indicadores de produção científica por pesquisador, no período de 2000 a 2009.....	158
5.2. Indicadores de capital humano e de capital social das redes de colaboração científica dos Programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA, no período de 1998 a 2007.....	165
5.2.1. Indicadores de capital social	165
5.2.1.1. Indicadores de capital social da rede de colaboração de Física.....	165
5.2.1.2. Indicadores de capital social da rede de colaboração de Química.....	177
5.3. Relação entre o desempenho das redes de colaboração científica, o capital social e o capital humano: modelos de regressão para dados em painel.....	188
5.3.1. Modelo dos Programas de Pós-graduação de Física e de Química.....	189
5.3.2. Modelo do Programa de Pós-graduação em Física.....	193
5.3.3. Modelo do Programa de Pós-graduação em Química.....	197
Conclusões gerais e recomendações finais.....	203
Referências.....	208
Anexo A: Percentual do PIB destinado ao Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), por país (2009)	221
Anexo B: Número de artigos publicados e indexados pelo <i>Scopus</i>, por área (1996-2011).	223
Anexo C: Número de artigos brasileiros publicados e indexados pelo <i>Scopus</i>, por área (1996-2011)	224
Anexo D: Projetos do Programa de Pós-graduação em Química da UFBA (1998 e 2009).	225
Anexo E: Projetos do Programa de Pós-graduação em Física da UFBA (1998 e 2009).	230
Anexo F: 50 maiores países por número de artigos publicados e indexados pelo <i>Scopus</i> (1996-2011)	233
Apêndice A: Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Física, em 1998.....	235
Apêndice B: Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Física, em 1999.....	236
Apêndice C: Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Física, em 2000.....	237
Apêndice D: Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Física, em 2001.....	238

Apêndice E: Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Física, em 2002.....	239
Apêndice F: Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Física, em 2003.....	240
Apêndice G: Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Química, em 1998.....	241
Apêndice H: Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Química, em 1999.....	242
Apêndice I: Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Química, em 2000.....	243
Apêndice J: Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Química, em 2001.....	244
Apêndice K: Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Química, em 2002.....	245
Apêndice L: Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Química, em 2003.....	246

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 01- Percentual do PIB destinado ao Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), por país (2009) e Média do Percentual do PIB destinado ao Investimento em P&D, por país (1996-2009)	27
Tabela 02- Despesas brutas (em %) em P&D, através da realização de setor, por país selecionado/economia: 2009, ou ano mais recente.....	28
Tabela 03- Distribuição de Bolsas de Pós-graduação no Brasil por Estado (2011).....	32
Tabela 04- 20 Maiores países por número de artigos publicados e indexados pelo <i>Scopus</i> (1996-2011).....	34
Tabela 05- Número de artigos brasileiros, da América Latina e do mundo, publicados em periódicos científicos, indexados pela <i>Thomson/ISI</i> e <i>Scopus</i> , no período de 1996-2011.....	35
Tabela 06- Número de artigos brasileiros publicados e indexados pelo <i>Scopus</i> , por área (1996-2011)	36
Tabela 07- Peso do quesito na nota final da avaliação dos programas e cursos que integram o Sistema Nacional de Pós-graduação (SNPG).....	38
Tabela 08- Peso do item na nota final do quesito ‘produção intelectual’ da Avaliação dos programas e cursos que integram o Sistema Nacional de Pós-graduação (SNPG).....	38
Tabela 09- Distribuição de artigos, segundo Coleções <i>Web of Knowledge</i> , por grande área (2000-2011)	41
Tabela 10- Distribuição de artigos, segundo Coleções da Rede <i>Web of Science</i> , por grande área (2000-2011)	41
Tabela 11- Distribuição de artigos, segundo Coleções do <i>Scopus</i> , por grande área (2000-2011)	42
Tabela 12- Distribuição de artigos, segundo Coleções da <i>SciELO</i> , por área (2000-2011)	43
Tabela 13- Tipologia das relações estudadas em análise de redes sociais.....	64
Tabela 14- Tipologia de pesquisa em redes, organizada por domínio e nível de análise.....	83
Tabela 15 - Levantamento do fluxo de discentes no Programa de Pós-graduação em Química da UFBA	100
Tabela 16- Vínculo institucional do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Química da UFBA no período de 1998 a 2009	101
Tabela 17 - Levantamento do fluxo de discentes no Programa de Pós-graduação em Física da UFBA.	105
Tabela 18- Vínculo institucional do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Física da UFBA, no período de 2004 a 2009.....	107
Tabela 19- Dimensões, categorias de análise, indicadores e subindicadores da pesquisa.....	108
Tabela 20- Nomes dos autores do Programa de Pós-graduação em Física da UFBA.....	111
Tabela 21- Nomes dos autores do Programa de Pós-graduação em Química da UFBA.....	112
Tabela 22- Número de artigos avaliados pela CAPES e composição da amostra da pesquisa, por Programa e por ano (1998-2009).	117
Tabela 23- Classificação dos artigos por grande área, área e categoria de temas.....	129
Tabela 24- Características da produção científica das redes de coautoria dos Programas de Pós-graduação de Química e de Física da UFBA, no período de 2000-2009.....	133
Tabela 25- Indicadores de densidade e <i>Small worlds</i> das redes de coautores dos Programas de Pós-graduação de Química e de Física da UFBA (2000-2009).....	133
Tabela 26- Indicadores das redes de coautoria do Programa de Pós-graduação de Física da UFBA (2000-2009).....	134
Tabela 27- Pesquisadores com maiores indicadores de <i>degree</i> e de <i>effsize</i> , na rede de coautoria de artigos científicos de Física, no período de 2000-2001.....	135
Tabela 28- Pesquisadores com maiores indicadores de <i>degree</i> e de <i>effsize</i> na rede de coautoria de artigos científicos de Física, no período de 2002-2003.....	139

Tabela 29- Pesquisadores com maiores indicadores de <i>degree</i> e de <i>effsize</i> , na rede de coautoria de artigos científicos de Física- 2004/2005.....	140
Tabela 30- Pesquisadores com maiores indicadores de <i>degree</i> e de <i>effsize</i> , na rede de coautoria de artigos científicos de Física, no período de 2006-2007.....	143
Tabela 31- Pesquisadores com maiores indicadores de <i>degree</i> e de <i>effsize</i> , na rede de coautoria de artigos científicos de Física, no período de 2008-2009.....	144
Tabela 32- Indicadores das redes de coautoria dos Programas de Pós-graduação de Química da UFBA, no período de 2000-2009.....	146
Tabela 33- Pesquisadores com maiores indicadores de <i>degree</i> e de <i>effsize</i> , na rede de coautoria de artigos científicos de Química, no período de 2000-2001.....	149
Tabela 34- Pesquisadores com maiores indicadores de <i>degree</i> e de <i>effsize</i> , na rede de coautoria de artigos científicos de Química, no período de 2002-2003.....	150
Tabela 35- Pesquisadores com maiores indicadores de <i>degree</i> e de <i>effsize</i> , na rede de coautoria de artigos científicos de Química, no período de 2004-2005.....	152
Tabela 36- Pesquisadores com maiores indicadores de <i>degree</i> e de <i>effsize</i> , na rede de coautoria de artigos científicos de Química, no período de 2006-2007.....	154
Tabela 37- Pesquisadores com maiores indicadores de <i>degree</i> e de <i>effsize</i> , na rede de coautoria de artigos científicos de Química, no período de 2008-2009.....	157
Tabela 38- Indicadores da produção científica (PC) e de qualidade dos artigos científicos (L) dos Programas de Pós-graduação de Química e de Física (2000-2009).....	159
Tabela 39- N° de artigos e indicadores de produção científica (PC) e qualidade (L) por pesquisador do Programa de Pós-graduação de Física (1998-2009).....	160
Tabela 40- N° de artigos e indicadores de produção científica (PC) e qualidade (L) por pesquisador do Programa de Pós-graduação de Química (1998-2009).....	161
Tabela 41- Indicador da produção científica dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação de Física da UFBA, por período.....	163
Tabela 42- Indicador de produção científica dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação de Química da UFBA, por período.....	164
Tabela 43- Indicadores da rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, por período.....	166
Tabela 44- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 1998-2002.....	171
Tabela 45- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 1999-2003.....	172
Tabela 46- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 2000-2004.....	173
Tabela 47- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 2001-2005.....	174
Tabela 48- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 2002-2006.....	175
Tabela 49- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 2003-2007.....	176
Tabela 50- Indicadores da rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, por período.....	177
Tabela 51- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 1998-2002.....	182
Tabela 52- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 1999-2003.....	183
Tabela 53- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 2000-2004.....	184
Tabela 54- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 2001-2005.....	185
Tabela 55- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 2002-2006.....	186

Tabela 56- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 2003-2007.....	187
Tabela 57- Medidas estatísticas da produção científica dos Programas de Pós-graduação em Física e Química.....	190
Tabela 58- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Física e Química.....	192
Tabela 59- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Física.....	195
Tabela 60- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Física.....	196
Tabela 61- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Física.....	196
Tabela 62- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Física.....	197
Tabela 63- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Física.....	197
Tabela 64- Medidas estatísticas da produção científica do Programa de Pós-graduação em Química.....	198
Tabela 65- Medidas estatísticas da produção científica do Programa de Pós-graduação em Física.....	198
Tabela 66- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Química.....	200
Tabela 67- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Química.....	201
Tabela 68- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Química.....	201
Tabela 69- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Química.....	201
Tabela 70 - Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Química.....	202
Tabela 71- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Química.....	202
Tabela 72- Indicadores da Rede de Pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física.....	205

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 01- Brasil: dispêndios dos setores em P&D (em %), em relação ao produto interno bruto (PIB)– Brasil, 2000-2010.....	29
Gráfico 02- Número de doutores, por região brasileira e por estado da Região Sudeste do Brasil (em 18/12/2012).....	30

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01- Mapa conceitual da tese.....	20
Figura 02- Estimativa dos dispêndios em P&D das Instituições Estaduais de ensino superior, em 2010.....	31
Figura 03 - Modelo conceitual de gestão do conhecimento científico no contexto acadêmico.....	55
Figura 04 – Quantidade de projetos apresentados no Programa de Pós-graduação em Química da UFBA, entre os anos de 1998 e 2009.....	99
Figura 05 – Número de docentes do Programa de Pós-graduação em Química da UFBA, entre os anos de 1998 e 2009.....	100
Figura 06- Número de projetos apresentados no Programa de Pós-graduação em Física da UFBA, entre os anos de 1998 e 2009.....	104
Figura 07 – Número de docentes do Programa de Pós-graduação em Física da UFBA entre os anos de 1998 e 2009.....	106
Figura 08- Caminho metodológico para a formação dos indicadores de capital social e confecção gráfica das redes de colaboração científica dos Programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA.	113
Figura 09- Caminho metodológico para a formação dos indicadores de produção científica dos pesquisadores dos programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA.....	114
Figura 10- Caminho metodológico para a análise de resultado, por meio da construção de modelos de regressão de dados em painel.....	115
Figura 11- Rede de coautoria (por categoria de temas abordados) dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 1998-2009.....	130
Figura 12- Rede de coautoria (por categoria de temas abordados) dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 1998-2009.....	131
Figura 13- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física (2000)....	136
Figura 14- Rede de coautoria de artigos do programa de Pós-graduação em Física (2001)....	136
Figura 15- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física (2002)....	137
Figura 16 - Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física (2003)...	138
Figura 17- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física -2004.....	139
Figura 18- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física, em 2005	140
Figura 19- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física, em 2006.	141
Figura 20- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física, em 2007	141
Figura 21- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física, em 2008	142
Figura 22- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física - 2009....	142
Figura 23- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2000.....	147
Figura 24- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2001.....	147
Figura 25- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2002.....	148
Figura 26- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2003.....	150
Figura 27- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2004.....	152
Figura 28- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2005.....	153
Figura 29- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2006.....	153

Figura 30- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2007.....	155
Figura 31- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2008.....	155
Figura 32- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2009.....	156
Figura 33 - Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física (1998-2002).	167
Figura 34- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física (1999-2003).	168
Figura 35- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física (2000-2004).	168
Figura 36- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física (2001-2005).	169
Figura 37- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física (2002-2006)	169
Figura 38- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física (2003-2007).	170
Figura 39- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química (1998-2002).	178
Figura 40: Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química (1999-2003).	178
Figura 41- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química (2000-2004).	179
Figura 42- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química (2001-2005)	179
Figura 43- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química (2002-2006)	180
Figura 44- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química (2003-2007).	180
Figura 45- Histograma da produção científica dos Programas de Pós-graduação em Física e Química.	189
Figura 46 - Histograma do Logaritmo da produção científica dos Programas de Pós-graduação em Física e Química.	190
Figura 47- Heterogeneidade do indicador da produção científica dos Programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA, com intervalo de confiança de 95%	191
Figura 48- <i>Boxplot</i> da produção científica do Programa de Pós-graduação em Física.....	194
Figura 49- <i>Boxplot</i> da Produção científica do Programa de Pós-graduação em Química.....	198

INTRODUÇÃO

Numa época marcada pelo crescimento das redes sociais, mediadas por novas tecnologias de informação e comunicação, é notável a correlação do desenvolvimento científico com o desenvolvimento socioeconômico. Tais percepções – do coletivo na produção científica, das redes como nova forma de organização social e econômica, e da relação entre ciência e produção de riqueza – têm estimulado grande interesse pela compreensão dos aspectos sociais, colocados em jogo nas atividades científicas, em especial, as relações de colaboração entre pesquisadores organizados em redes sociais de conhecimento.

No mundo atual, a dinâmica da informação redesenhou as relações entre os homens, de forma a propiciar e, simultaneamente, demandar uma interação cada vez mais intensa entre eles. A intensificação dos fluxos informacionais, no final do século XX, causa e consequência do paradigma tecnológico – o da **tecnologia de informação** (CASTELLS, 1999, 2000, 2005), alterou profundamente não somente as relações entre os agentes sociais, mas também a dinâmica da produção científica. Castells (2005), ao identificar essa nova fase do capitalismo como **capitalismo informacional**, ressalta o fato de que o conhecimento ocupou o lugar da matéria-prima para o processo produtivo e de que a desigualdade entre as sociedades agora é medida pelas diferenças, em termos de conhecimento gerado e acumulado. Mello (2011, p. 43) reforça a ideia de Castells (2005), ao afirmar que “a nova cartografia das desigualdades mundiais se redesenha justamente na exata medida do domínio (ou não) das bases do conhecimento científico”.

No mundo do capitalismo informacional, o processo de socialização que ocorre entre os indivíduos, cujos elementos-chave são o conhecimento e a informação (DIDRIKSSON, 2003), é responsável pela conversão de parte do conhecimento tácito de uma pessoa no conhecimento tácito de outra pessoa (NONAKA e TAKEUCHI, 1997), o que é essencial para a construção de novos conhecimentos e para a manutenção de um contínuo ciclo de crescimento científico.

Uma das formas de socializar o conhecimento é por meio de redes sociais de colaboração entre pesquisadores, nas quais é possível partilhar e transferir conhecimentos, habilidades e técnicas, assim como confrontar pontos de vista (MULKAY, 1972; HOCH,

1987). Nesse caso, a colaboração também tem o efeito de otimizar os recursos humanos, tecnológicos e a infraestrutura, além de obter recursos para pesquisas.

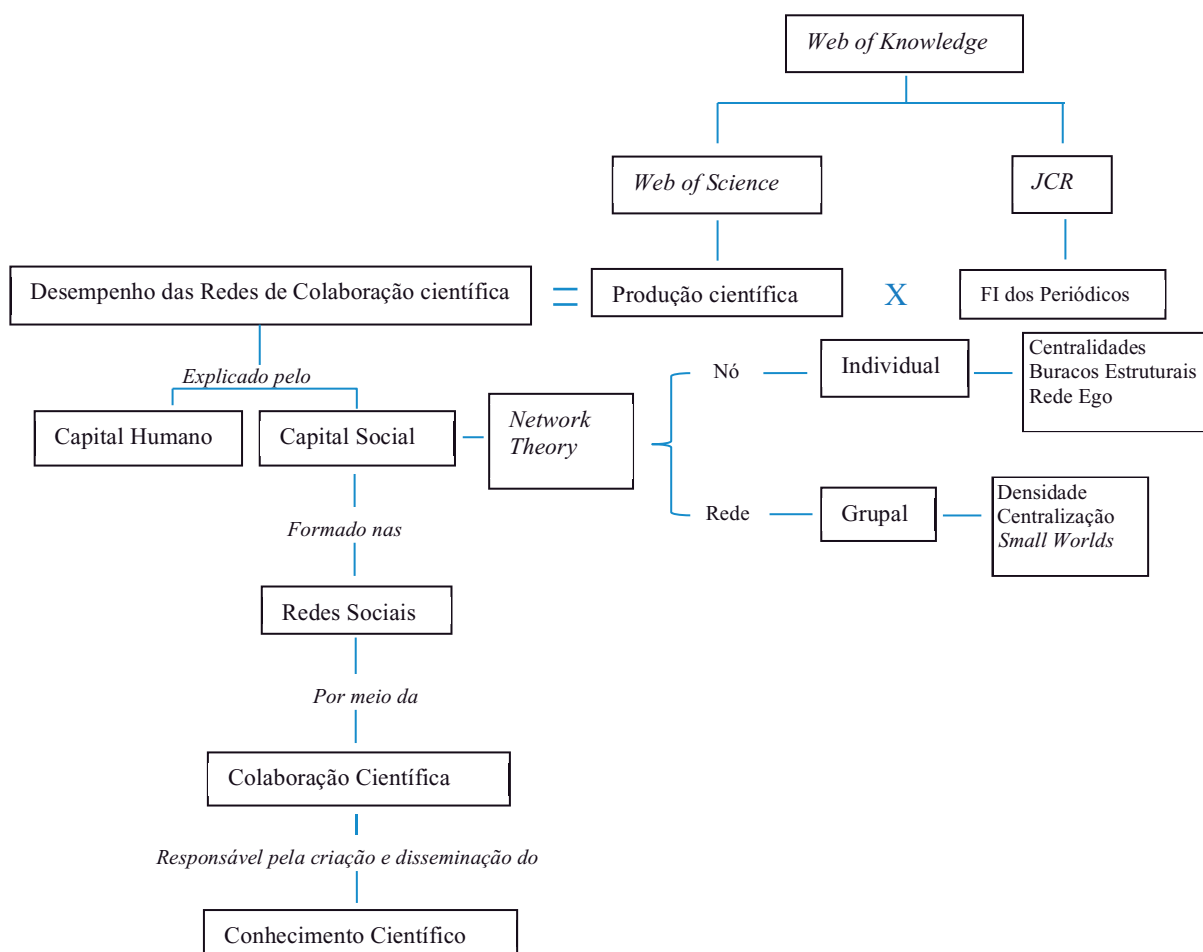
O processo colaborativo presente nas redes proporciona interações e organizações sociais. Pelo olhar das redes, a produção científica gerada, a partir da colaboração entre pesquisadores – que, na primeira metade do século XX, se configurava como um trabalho solitário (BURKE, 2012) –, passa a ser considerada o resultado da união de esforços, facilidades e processos socialmente compartilhados, por meio dos quais o conhecimento científico é criado, compartilhado e utilizado. Por esse viés, a produção científica pode ser refletida, então, como o resultado do desempenho dessas redes. Tais redes, aqui tratadas como ‘Redes Sociais de Colaboração Científica’, são o tema desta tese.

Diversos estudos discutem as redes sociais de colaboração científica (NEWMAN, 2001; OTTE e ROUSSEAU, 2002; BARABASI *et al.*, 2002; BORGATTI e FOSTER, 2003; MOODY, 2004; WAGNER e LEVDESDORFF, 2005; WUCHTY, JONES e UZZI, 2007; BORGATTI e OFEM, 2010; BORGATTI e LOPEZ-KIDWELL, 2011). Um dos aspectos relevantes nesses estudos e que têm despertado interesse desses autores é a relação entre capital social, desempenho das redes e os seus resultados alcançados.

A rede é o *locus* da formação do capital social, portanto, ele é considerado como uma característica endógena às redes sociais e resulta da interação entre o capital humano e a disponibilidade de infraestrutura (BORGATTI e OFEM, 2010). Entende-se capital humano – cuja formação é exógena à rede – como o conjunto de habilidades e conhecimentos dos indivíduos que, unidos a outras características pessoais e ao esforço despendido, aumenta as possibilidades de produção e de bem-estar pessoal, social e econômico (MARTELETO e SILVA, 2004).

No campo científico, existe uma relação muito próxima entre resultados, desempenho das redes, capital social e capital humano. Essa relação pode ser compreendida no mapa conceitual, exposto a seguir (Figura 01), a qual apresenta a inter-relação entre os conceitos-chave, avaliados durante o decorrer da pesquisa que originou a presente tese.

Figura 01- Mapa conceitual da tese.



Fonte: Elaboração própria (2013).

Na proposta deste trabalho, o desempenho das redes de colaboração científica, mensurado por meio do indicador da produção científica (PC), é o resultado do somatório do produto entre a quantidade de artigos produzidos e publicados, em periódicos indexados na *Web of Science*, e o fator de impacto do periódico (FI), nos quais os mesmos foram publicados – coletado no *Journal Citation Reports (JCR)*.

Para buscar uma relação significativa entre capital social e o desempenho das redes de colaboração científica – objetivo desta tese –, foram necessários conceitos relacionados à Análise de Redes Sociais (ARS) e a escolha de uma orientação teórica, a *network theory* (BORGATTI e LOPEZ-KIDWELL, 2011).

No domínio da *network theory*, a análise da formação do capital social nas redes pode ser realizada em três níveis: *nó* (ator), díade e rede (BORGATTI e OFEM, 2010).

Para esta pesquisa, optou-se por realizar a análise nos níveis do *nó* (ator) e da rede. Quando se trata da análise do *nó*, observa-se **onde** e **como** esse *nó* está relacionado aos outros, ou seja, o foco são as características relacionais e de posição do ator na rede. Quando se analisa a rede em sua totalidade, é possível identificar o comportamento da rede.

No nível do *nó*, há a formação do capital social individual, cuja análise busca entender as consequências das diferentes posições estruturais ocupadas pelos atores na rede (BORGATTI e OFEM, 2010). No nível da rede, há a formação de capital social grupal, e sua análise procura examinar as consequências das diferentes estruturas de redes. Busca explicar resultados de grupos – o desempenho, por exemplo – como função da coesão ou da configuração da estrutura de rede.

Apesar de se debruçar sobre um tema já explorado– redes sociais de conhecimento científico –, este trabalho propõe testar a validade da sua proposta, utilizando modelos econométricos para entender em que medida o capital social, em suas dimensões – individual e grupal, explica o desempenho das redes de colaboração científica.

Esta tese está estruturada em cinco capítulos: o capítulo um tratará da produção científica: seu contexto, no Brasil e no mundo, sua importância enquanto elemento de avaliação de desempenho dos programas de pós-graduação no Brasil, as bases de dados mais utilizadas como plataformas de acesso às publicações científicas e o FI, como indicador de qualidade dos periódicos científicos.

No segundo capítulo, será abordada a fundamentação teórica construída para a análise dos casos propostos. Nessa parte, serão discutidos os conceitos-chave desta tese: colaboração científica, redes sociais, conhecimento científico, capital social e capital humano. Em seguida, será apresentado o modelo teórico para pesquisas em redes sociais - *network theory*, proposto por Borgatti e Ofem (2010) que, juntamente com os conceitos, servirá de referencial teórico para a análise dos casos propostos.

O terceiro capítulo tratará das escolhas metodológicas para o estudo. Aqui, serão apresentados o *locus* de investigação, os programas de Pós-graduação em Física e em Química da Universidade Federal da Bahia, as dimensões, as categorias de análises e indicadores de capital social e de capital humano. Também será apresentada a delimitação da pesquisa, na qual se apresenta a população, os procedimentos de coleta, tratamento e análise dos dados, assim como suas dificuldades e limitações.

Os capítulos quatro e cinco referem-se à apresentação dos casos, análise dos dados e resultados alcançados. Especificamente, no capítulo cinco, será discutida a relação entre o desempenho das redes de colaboração científica e o capital social, por meio de três modelos de regressão para dados em painel.

Por fim, serão discutidas as conclusões gerais do presente estudo e serão feitas as considerações finais.

Justificativa

Este estudo pretende contribuir para o entendimento do desempenho das redes de colaboração científica dos programas de pós-graduação, por meio da análise da sua produção científica. Por sua vez, a produção científica é entendida como o resultado da união de esforços, competências individuais, facilidades e processos socialmente compartilhados, por meio dos quais o conhecimento científico é criado, compartilhado e utilizado. À medida em que são identificados e analisados indicadores de capital social formados nas redes de colaboração científica dos programas, será possível relacioná-los ao indicador de produção científica, – composto ‘volume e qualidade’ – gerado por seus pesquisadores. Ao se entender essa relação, poder-se-á verificar como os pesquisadores constroem o conhecimento na comunidade científica e, com isso, buscar alternativas para um melhor resultado dos seus programas.

O presente estudo também pretende alimentar o campo das ‘redes sociais’, por intermédio de uma contribuição empírica robusta, que comprova a validade dos seus conceitos mais fundamentais.

Problema de pesquisa

Qual a influência do capital social, em suas dimensões – individual e em grupo – para o desempenho das redes de colaboração científica de pesquisadores de programas de pós-graduação?

Pressupostos

Existe uma correlação significativa e positiva entre o capital social em grupo formado nas redes e o desempenho das redes de colaboração científica dos programas de Pós-graduação.

Existe uma correlação significativa e positiva entre o capital social individual formado nas redes e o desempenho das redes de colaboração científica dos programas de Pós-graduação.

Existe uma correlação significativa e positiva entre as duas dimensões do capital social - individual e em grupo - formado nas redes e o desempenho das redes de colaboração científica dos programas de Pós-graduação.

Objetivos

Objetivo geral

Entender a importância do capital social e a influência das suas dimensões – individual e em grupo – para a produção científica de pesquisadores de programas de Pós-graduação.

Objetivos específicos

- a) mapear e analisar, em profundidade, as redes de colaboração científica dos pesquisadores que compõem os programas de Pós-graduação de Física e Química da UFBA e sua produção científica;
- b) identificar as características estruturais e relacionais dessas redes e seus indicadores de capital humano e social;
- c) buscar possíveis relações entre os indicadores de capital social individual e em grupo e o desempenho dessas redes em termos de suas produções científicas.

CAPÍTULO 1

PRODUÇÃO CIENTÍFICA

1.1. Pesquisa e produção científica no mundo e no Brasil

Diante do desafio crescente de desenvolvimento científico, econômico e social, a capacidade de gerar novos conhecimentos torna-se um diferencial na definição do lugar que cada país, ou região, irá ocupar no mundo. Nesse contexto, o investimento em educação (pesquisa e geração de conhecimento) e na capacidade de inovação tecnológica deverá ser contínuo e crescente. Educação, ciência, tecnologia e inovação são os pilares para o desenvolvimento dos países. “Segundo a OCDE, um ano adicional de formação em um sistema educacional aumenta em médio prazo a produtividade econômica desse país entre 3% a 6%” (MELLO, 2011, p.18).

Considerando os três agentes envolvidos nesse desafio – universidade, governo e empresa –, cabe à universidade a maior parte da responsabilidade pela geração do conhecimento e, portanto, pelo desenvolvimento de um modelo educacional que proporcione a formação de pesquisadores, capazes de gerar produção científica com qualidade.

No Brasil, a formação de pesquisadores, assim como o número de publicações de artigos científicos, cresceu no período de 2007 a 2011, porém a qualidade desses artigos é, ainda, um grande desafio. Segundo a FAPESP¹,

em 2011, por exemplo, o país formou mais de 12 mil doutores e publicou 35 mil artigos em revistas científicas internacionais. Além disso, o número de revistas científicas brasileiras presentes em índices internacionais, como o *Journal Citation Report (JCR)*², aumentou nos últimos anos. Entretanto, o fator de impacto (FI) – o número médio de citações dos artigos científicos publicados em um periódico – ainda é baixo e não atingiu a média mundial. Em média, as citações de artigos científicos de autoria de pesquisadores no mesmo ano continuam sendo as mesmas de 1994, equivalendo a menos de 65% da média mundial (FAPESP, 2012).

¹ Fonte: FAPESP. “Medidas para impulsionar a ciência no Brasil”. Disponível em

² O *Journal Citation Report (JCR)* é uma base de dados, pertencente à plataforma da *Web of Knowledge (WoK)*, que permite avaliar e comparar periódicos, utilizando citações entre autores. Para maiores detalhes, vide subseção 1.3 desta tese.

Na mesma reportagem, Abel Packer, membro da coordenação do programa *SciELO*, diz:

O número de periódicos brasileiros no JCR aumentou 240% no período de 2007 para 2010, saltando de 27 para 111. Mas a média da quantidade de citações em 2011 em comparação com 2010 caiu 21%, de 0,520 para 0,509, o que representa uma queda alta e tem diversas razões, como o fato de se tratar de uma coleção de periódicos jovem internacionalmente e publicada predominantemente em português (FAPESP, 2012).

Na mesma publicação da Fundação de fomento supracitada, do conjunto dos 111 títulos indexados no JCR, a grande maioria permanece com Fator de Impacto (FI) abaixo da mediana em suas áreas temáticas. Apesar desse resultado, o número de periódicos com FI maior que 1 aumentou de 11 para 16. Entre os avanços, destaca-se a presença de dois periódicos nacionais, *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* e *Clinics*, FI maior que 2.

A produção científica brasileira ainda requer políticas adequadas e investimentos que possam tornar o país um dos líderes mundiais, a exemplo dos Estados Unidos (EUA), China, Reino Unido e Japão (Tabela 02). A produção científica é o resultado da união de esforços, facilidades, negociações e processos socialmente compartilhados, por meio dos quais o conhecimento científico é criado, compartilhado e utilizado. Para que esse resultado seja atingido e a capacidade científica do país possa aumentar em qualidade e quantidade, são necessários investimentos em infraestrutura, pessoas, integração sistêmica com o mundo e internacionalização da educação superior, pesquisa e inovação tecnológica.

Além da falta de investimento suficiente para o país despontar como potência científica mundial, existe também obsolescência da infraestrutura existente e pouca convergência de opiniões e políticas acerca de questões vitais, tais como a relação entre conhecimento, ciência e técnica, a busca e o sentido da inovação, as relações entre universidade e mercado, a descentralização das estruturas de poder da hierarquia universitária, entre outros problemas que as IES brasileiras atravessam nos últimos anos e que refletem na necessidade de mudanças significativas tanto em nível interno quanto em sua relação com a sociedade. (MELLO, 2011).

No cenário mundial, enquanto países, como o Brasil, ainda carecem de políticas adequadas para o desenvolvimento da pesquisa científica, outros, a exemplo dos EUA, ampliam, cada vez mais, o número de pesquisadores (BERNAL, 2007), por meio de políticas incentivadoras, o que conduz a uma centralização da pesquisa qualificada em poucos países. Segundo Bernal (2007), calcula-se que 150 milhões de pessoas em todo o

mundo estão envolvidas, direta ou indiretamente, com atividades científicas ou tecnológicas e que cerca de 90% estão alocadas nas sete nações mais ricas do mundo, o que significa que a prática de *Brain Draining*³ ainda é intensa.

Os Estados Unidos estão começando a parecer um lugar mais hospitaleiro para cientistas e engenheiros de outros países, diz nota publicada na *internet* pela revista Nature, ao comentar um projeto de lei apresentado por um grupo de senadores que ‘amplia de modo vasto’ o número de vistos oferecidos a trabalhadores qualificados. A Nature lembra, ainda, que o presidente Barack Obama já havia sugerido uma reforma para liberalizar as regras de imigração [...] A proposta acrescenta 50.000 novas concessões às 65.000 anuais já permitidas para os chamados vistos H-1B, usados por empresas para contratar estrangeiros com qualificação técnica. De acordo com a Nature, a área de tecnologia da informação absorveu 42% dos vistos H-1B concedidos entre 2000 e 2009 (INOVAÇÃO UNICAMP, 2013⁴).

Com o decorrer dos anos, as nações ricas investem um maior percentual do seu Produto Interno Bruto (PIB) em pesquisa e desenvolvimento (BERNAL, 2007) e, buscam atrair, para seus sistemas acadêmicos, pesquisadores de nações periféricas, oferecendo emprego e vantagens profissionais desproporcionais às existentes em seus países de origem. Estimativas da Unesco (MELLO, 2011) revelam que, entre as décadas de 1960 e 1980, foram nada menos que 700 mil profissionais de alta qualificação que saíram dos seus países na América do Sul e Central para se instalarem nos EUA, Canadá e Reino Unido. Em 2011, apenas 150 mil pesquisadores encontravam-se em atividade na América Latina, o que representa apenas 3,5% do total de cientistas no mundo (MELLO, 2011, p.44).

Os países que mais investiram em P&D, em percentual do PIB no ano de 2009, segundo os dados da UNESCO (2013) – tabela 01, a seguir –, foram Israel, Finlândia, Suécia, Coreia do Sul e Japão. O Brasil, igualmente à Hungria, foi classificado em 29º lugar, com um percentual de apenas 1,17% do PIB.

Em relação aos países da América Latina, o Brasil é o país com melhor posição no *ranking*. A Argentina vem em segundo lugar (41ª colocação), com investimento de 0,6% do seu PIB. O distanciamento entre os países da América Latina e os países do topo da lista é um fato preocupante, pois a tendência é que o *gap* entre esses dois mundos aumente,

³ O conceito de *Brain Draining*, entendido como fuga de cérebros, ganhou popularidade quando a mão de obra qualificada de certos países emigrou para outros países, em busca de melhores oportunidades (Wikipedia, 2013). http://en.wikipedia.org/wiki/Brain_circulation. Acesso em 25 fev.2013.

⁴ Fonte: Site Inovação UNICAMP. “EUA preparam lei para atrair mais cientistas e engenheiros de fora” <<http://www.inovacao.unicamp.br/notas/eua-preparam-lei-para-atrair-mais-cientistas-e-engenheiros-de-fora>>. Publicado no dia 18 de fevereiro de 2013. Acesso em 18 fev. 2013.

visto que todos os países da América Latina investem, em P&D, percentuais inferiores à média da OCDE, que é de 2,3% do PIB.

Tabela 01- Percentual do PIB destinado ao Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), por país (2009) e Média do Percentual do PIB destinado ao Investimento em P&D, por país (1996-2009)

Classificação	País	Média do P&D/PIB (%)	
		P&D/PIB(%) 2009	1996-2009
1	Israel	4,46	4,09
2	Finlândia	3,93	3,30
3	Suécia	3,60	3,65
4	Coreia do Sul	3,56	2,70
5	Japão	3,36	3,14
6	Dinamarca	3,06	2,41
7	EUA	2,90	2,66
8	Alemanha	2,82	2,48
9	Áustria	2,72	2,17
10	Singapura	2,43	2,04
11	França	2,26	2,17
12	Bélgica	2,03	1,90
13	Canadá	1,92	1,91
14	Eslovênia	1,86	1,44
15	Reino Unido	1,86	1,78
16	Holanda	1,82	1,90
17	Noruega	1,78	1,61
18	Irlanda	1,74	1,26
19	China	1,70	1,09
28	Hungria	1,17	0,88
29	Brasil	1,17	1,00
41	Argentina	0,60	0,46

Fonte: UNESCO (2013)

Nos dias atuais, as economias mais avançadas têm, no investimento em conhecimento (educação), a principal ferramenta e força motriz de sua dinâmica produtiva, do aumento cumulativo de sua riqueza e o principal pilar de sua hegemonia e poder (MELLO, 2011). Nesse aspecto, o Brasil, como mencionado anteriormente, ainda não conseguiu definir políticas efetivas para o desenvolvimento contínuo da educação, ciência e tecnologia no país. Apesar de o investimento do país em P&D, em relação ao PIB, ter crescido nos últimos anos, ainda é pouco expressivo, quando comparado ao investimento realizado pelas grandes potências mundiais.

Quando se analisam os dispêndios brutos em P&D (por setor) entre os países escolhidos e apresentados na Tabela 02, percebe-se que a maior parte do investimento realizado, nos países, é de responsabilidade do setor privado. Os destaques são: Israel

(79,6%), Japão (75,8%), Coreia do Sul (75,4%) e a China (73,2%). Entre os países apresentados, essa realidade só não ocorre na Índia, no Brasil e na Argentina, onde o setor público é responsável, respectivamente, por 61,7%, 51,6% e 44,7% dos dispêndios totais. Especificamente, no Brasil, vale lembrar que as IES, em sua maioria, pertencem aos governos federal e estadual.

Tabela 02- Despesas brutas (em %) em P&D, através da realização de setor, por país selecionado/economia: 2009, ou ano mais recente.

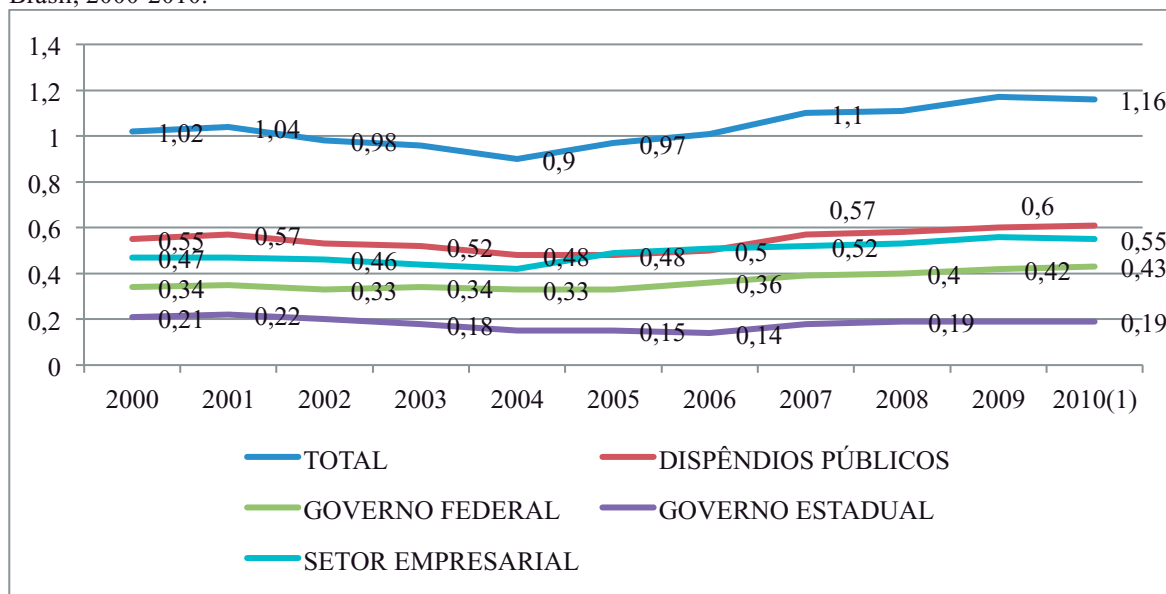
País	Setor Privado	Setor Público	Ensino Superior
Israel (2009)	79,6	4,0	13,2
Japão (2009)	75,8	9,2	13,4
Coreia do Sul (2008)	75,4	12,1	11,1
China (2009)	73,2	18,7	8,1
Finlândia (2009)	71,4	9,1	18,9
Suécia (2009)	70,4	4,4	25,1
USA (2009)	70,3	11,7	13,5
Taiwan (2008)	70,1	16,8	12,8
Dinamarca (2009)	68,0	2,1	29,5
Alemanha (2009)	67,5	14,9	17,6
Rússia (2009)	62,4	30,3	7,1
França (2009)	61,9	16,3	20,6
Reino Unido (2009)	60,4	9,2	27,9
Espanha (2009)	51,9	20,1	27,8
Canadá (2009)	51,7	10,1	37,6
Itália (2009)	51,5	13,9	31,4
Brasil (2009)	46,3	51,6	**
Índia (2007)	33,9	61,7	4,4
Argentina (2009)	22,3	44,7	31,3

** Incluídos em outros setores que executam

Fonte: UNESCO (2013). Para o Brasil, **fonte:** MCT (2012)

No contexto brasileiro, ao se analisar a distribuição dos dispêndios internos, dados do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) revelam que, em relação ao PIB, ao longo do período de 2000 a 2010, o percentual de investimento público sempre foi maior que o investimento privado, conforme o Gráfico 02. No último ano, o de 2010, do total de 1,16% do valor do PIB, 0,61% coube ao setor público e 0,55%, ao privado.

Gráfico 01- Brasil: dispêndios dos setores em P&D (em %), em relação ao produto interno bruto (PIB)– Brasil, 2000-2010.



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da Coordenação-Geral de Indicadores (CGIN) - ASCAV/SEXEC - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)⁵.

(1) Dados Preliminares.

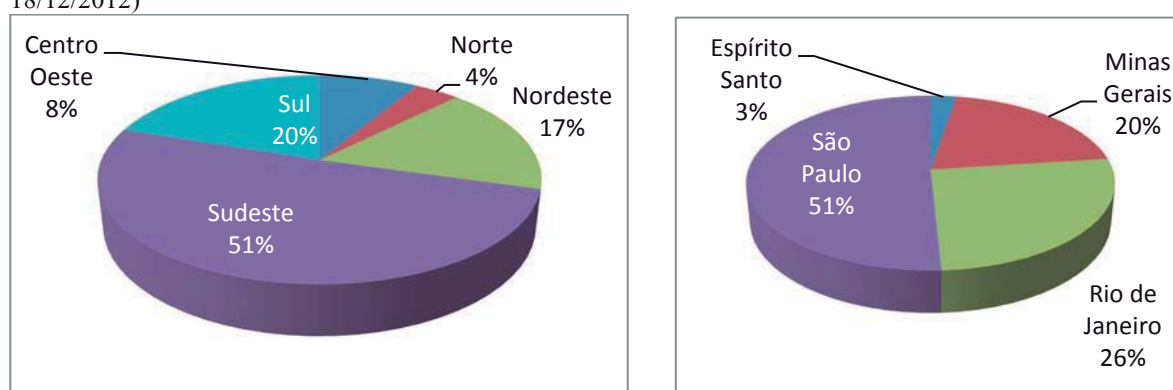
A situação quanto à distribuição dos dispêndios públicos e privados em P&D, no Brasil, aponta para o maior desafio em relação à formação de políticas para Ciência e Tecnologia (C&T) do país: como criar um ambiente que estimule e viabilize o aumento no dispêndio privado. Esse é um objetivo complexo, pois envolve, principalmente, um aumento substancial no investimento privado, por meio de políticas governamentais, o que requer uma política industrial associada à política para C&T e coerente com as mudanças necessárias nas condições macroeconômicas e de infraestrutura existentes no país.

Ao se tratar, especificamente, dos dispêndios em P&D do setor público brasileiro, em 2008, o dispêndio federal nos estados brasileiros, segundo Marques (2012, p. 36), foi superior ao dispêndio realizado pelos próprios estados. A exceção ocorre no estado de São Paulo, onde o gasto estadual correspondeu a R\$ 3,7 bilhões, enquanto que o gasto federal alcançou os R\$ 2 bilhões. O autor também observa que São Paulo é um caso único entre os estados brasileiros, uma vez que o investimento em P&D das empresas supera os investimentos públicos (62% do total) e que, em 2010, esse Estado respondeu por 86% do total de investimentos dos estados brasileiros em P&D, que foi de R\$ 4,5 bilhões.

⁵ Disponível em <http://www.mct.gov.br/>. Acesso em: 12 fev. 2013.

Em relação aos recursos humanos para pesquisa científica, dados apresentados pelo CNPq⁶ revelam que, em 2012, o Brasil contava com 100.739 doutores. Desse total, somente na Região Sudeste, estão alocados 51.061, ou seja, 51% do total de doutores brasileiros. A Região Sul conta com 20.038 doutores (20%), e a Região Nordeste, com 17%, abriga 17.022 doutores. Dos 51.061 doutores da Região Sudeste, simplesmente, 25.942 estão alocados no Estado de São Paulo, o que também representa 51% do total de doutores da Região.

Gráfico 02: Número de doutores, por região brasileira e por estado da Região Sudeste do Brasil (em 18/12/2012)



Fonte: Plataforma *Lattes*, CNPq (2012)

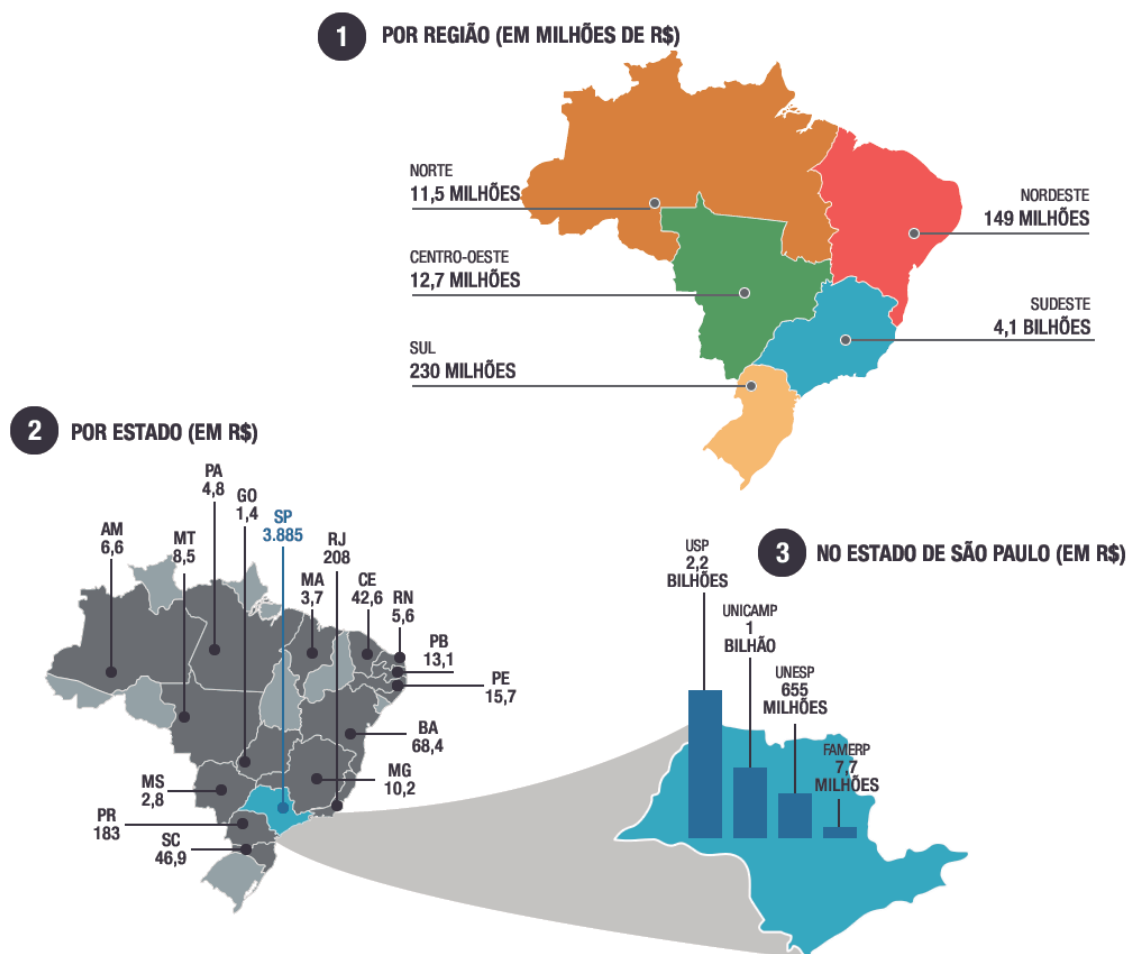
A expressividade do Estado de São Paulo estende-se às suas IES estaduais. Somente a Universidade de São Paulo (USP), segundo Marques (2012), em 2010, gastou R\$ 2,2 bilhões em P&D, conforme figura 02, a seguir. O valor total de previsão de dispêndio de todas as universidades estaduais das Regiões Centro Oeste, Nordeste, Sul e Norte, corresponde a apenas 18,32% do dispêndio previsto para a USP no mesmo ano.

Quanto à formação de recursos humanos e ao orçamento para a pesquisa científica, a USP também se destaca. Segundo reportagem da FAPESP⁷, de 23 de fevereiro de 2012, entre 682 IES pesquisadas no mundo, a USP é a universidade que mais forma doutores. A reportagem também indica a USP como a terceira colocada em orçamento anual para pesquisa entre 637 universidades, a quinta em número de artigos científicos publicados entre 1.181 instituições em todo o mundo, e a 21^a, em porcentagem de professores com doutorado, em um universo de 286 universidades.

⁶ Fonte: <http://estatico.cnpq.br/painelLattes/mapa/>. Acesso em 19/02/2013.

⁷ Fonte: FAPESP. A USP é a universidade que mais forma doutores no mundo. <http://agencia.fapesp.br/15203>. Acesso em 26 fev. 2012.

Figura 02- Estimativa dos dispêndios em P&D das Instituições Estaduais de ensino superior, em 2010



Fonte: Adaptado de Marques (2012).

Além da concentração geográfica de doutores na Região Sudeste, segundo dados da Capes (2013), apresentados na tabela 03, em 2011, 46% das bolsas de pós-graduação, distribuídas para pesquisa no país, foram concedidas para a Região Sudeste – o estado de São Paulo recebeu 16.646 bolsas, o que representa 23% do total brasileiro. Somente a USP recebeu 6.112 bolsas nesse ano, representando 8,48% do total do Brasil e 18,42% da Região Sudeste.

Tabela 03- Distribuição de Bolsas de Pós-graduação no Brasil por Estado (2011)

Região	Mestrado				Pós-Doc	PVNS*	Total
	Mestrado	Doutorado	Profissionalizante				
CENTRO-OESTE	3.417	1.639	125		229	8	5.418
NORDESTE	8716	4890	360		712	26	14.704
NORTE	2099	1142	92		112	16	3.461
SUDESTE	17634	13252	488		1769	33	33.176
SUL	9.188	5.185	150		758	31	15.312

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da CAPES (2013).

*Programa Professor Visitante Nacional Sênior

Os indicadores científicos e tecnológicos apresentados revelam, sem dúvida, um grande desnível da base técnico-científica entre as grandes Regiões que compõem o território brasileiro. Além de concentrar o maior número de doutores brasileiros, o Sudeste é também a Região que vem titulando a maior parte dos novos mestres e doutores no país, o que indica, portanto, que a formação de pesquisadores, em escala regional, está seguindo o mesmo padrão de desigualdade já existente, revelando a tendência de continuidade de um problema incompatível com as condições que favorecem o desenvolvimento técnico-científico em nível nacional.

Para os países periféricos, o desafio de se alcançar uma posição de destaque é grande, devido à diferença existente entre o investimento necessário para cumprir as exigências do desenvolvimento científico e tecnológico de ponta e o investimento realizado na geração desse conhecimento (MELLO, 2011). A respeito dessa desigualdade, Tunnermann, Bernheim e Chauí (2008, p.14) apontam três importantes aspectos:

a) há desigualdade com respeito aos recursos financeiros, instrumentais e técnicos para a pesquisa; b) há desigualdade de oportunidades para divulgar e aplicar os resultados da pesquisa; c) para terem entrada na academia mundial, os membros dos países periféricos dependentes concordam em restringir as suas pesquisas a problemas, assuntos temas, métodos e técnicas definidos nos países centrais hegemônicos. Em vez de defini-los de acordo com as necessidades dos seus países e sociedades, de acordo com a sua tradição teórica, científica, técnica e artísticas, garantindo a permanência de uma história do saber particular e a possibilidade de sua participação no saber universal, eles procuram ingressar nesse universo (ou global) assumindo particularidades alheias.

Em relação à produção científica mundial (tabela 04, a seguir), os EUA são os líderes, seguidos pela China. Considerando apenas artigos das áreas de Ciência e de Engenharia, somente os EUA produziram o equivalente a 87,8% da quantidade total dos países da Comunidade Europeia, entre 1995 e 2009, segundo dados publicados pela

National Science Foundation em seu relatório *Science and Engineering Indicator: Digest 2012*⁸.

Segundo dados disponibilizados na tabela 04, os EUA lideram o *ranking* com 6.149.455 de artigos publicados e indexados pelo *Scopus*, no período de 1996 a 2011. Em termos absolutos, o país também é liderança nos seguintes indicadores: número de artigos citáveis, citações e índice H⁹. Contudo, quando se observam os indicadores em números relativos, como o número de artigos *per capita* e o número de citações por artigo, os EUA assumem a 12^a e 4^a posições, respectivamente.

Ainda na tabela 04, destaca-se que, apesar de o Reino Unido ser o terceiro colocado no *ranking* em quantidade de artigos publicados, o país se encontra no segundo lugar (apenas após os EUA), no mais importante indicador de qualidade (na atualidade) de suas publicações, o Índice H.

Na classificação da *SCImago*¹⁰, o Brasil ocupa a 15^a posição com quase 400.000 artigos publicados e indexados pelo *Scopus*, no período de 1996 a 2011. Em particular, chama a atenção a divergência em relação à trajetória da Coreia do Sul: até 1996, a produção científica brasileira superava a desse país, mas, a partir de 1997, a Coreia do Sul superou o Brasil e, desde então, a diferença entre ambos os países vem aumentando. Deve ser mencionado, porém, que a capacidade de produção científica brasileira excede bastante a dos demais países da América Latina, como Argentina e Chile, classificados como 36^o e 44^o, conforme Anexo A.

Quando se trata da produção científica brasileira, o índice H dos seus artigos é um dos mais baixos entre os 20 países com melhor classificação – só superando os índices de Taiwan, Índia, Turquia e Polônia –, o que reafirma as informações divulgadas pela FAPESP e expostas anteriormente. Nesse aspecto, vale a pena também observar que, apesar de a quantidade de artigos brasileiros publicados e indexados pelo *Scopus* superar o número de artigos da Suíça e da Suécia, no período analisado, a qualidade da produção científica brasileira, medida em termos de índice H, coloca o Brasil abaixo da classificação desses países – enquanto o índice H da Suíça é de 537 e da Suécia, 484, o do Brasil é de apenas 285.

⁸ Fonte: http://www.nsf.gov/statistics/digest12/online_resources.cfm. Acesso em 13 fev. 2013.

⁹ O índice H representa o número de artigos do pesquisador que recebeu pelo menos *h* citações. Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dndice_h Acesso em 09 jun. 2013.

¹⁰ A classificação completa se encontra no anexo F deste trabalho.

A classificação de Israel, por sua vez, torna-o líder mundial na proporção de investimentos em P&D em relação ao PIB. Em número de artigos publicados e indexados pelo *Scopus*, esse país ocupa apenas a 22ª posição, com 204.262 artigos, no período de 1996 a 2011. Entretanto, quando se observa o número de artigos *per capita*, Israel é o oitavo país do *ranking*, após a classificação da Suíça, Suécia, Dinamarca, Finlândia, Holanda, Reino Unido e Austrália. O Brasil assume a 23ª posição.

Tabela 04- 20 Maiores países por número de artigos publicados e indexados pelo *Scopus* (1996-2011)

	País	Número de Artigos	Número de Artigos <i>per capita</i>	Número de Artigos Citáveis	Citações	Citações por Artigo	Índice H
1	EUA	6.149.455	0,0196	5.738.593	114.546.415	20,51	1.305
2	China	2.248.278	0,0017	2.226.529	9.288.789	6,00	353
3	Reino Unido	1.711.878	0,0272	1.550.373	27.919.060	18,03	802
4	Japão	1.604.017	0,0126	1.563.732	18.441.796	12,09	602
5	Alemanha	1.581.429	0,0195	1.490.140	23.229.085	16,19	704
6	França	1.141.005	0,0174	1.073.718	16.068.688	15,58	646
7	Canadá	885.197	0,0258	836.836	13.928.114	18,19	621
8	Itália	851.692	0,0139	803.004	11.279.167	15,00	550
9	Espanha	665.977	0,0142	623.236	7.640.544	13,66	448
10	Índia	634.472	0,0005	602.868	3.860.494	7,71	281
11	Austrália	592.533	0,0269	551.667	8.180.664	16,65	481
12	Rússia	527.442	0,0037	521.993	2.811.862	5,49	308
13	Coreia do Sul	497.681	0,0102	487.459	3.988.716	10,32	309
14	Holanda	487.784	0,0292	457.933	8.928.850	20,82	545
15	Brasil	391.589	0,0020	378.540	2.884.793	9,96	285
16	Taiwan	351.610	0,0151	343.223	2.825.736	10,08	249
17	Suíça	350.253	0,0442	329.198	6.873.551	22,46	537
18	Suécia	337.135	0,0370	321.725	6.111.804	19,78	484
19	Polônia	304.003	0,0079	297.361	2.149.143	8,13	281
20	Turquia	267.902	0,0034	253.876	1.647.043	7,92	193
21	Bélgica	265.913	0,0255	251.632	4.161.308	17,81	428
22	Israel	204.262	0,0269	194.752	3.283.119	17,35	393
23	Áustria	188.440	0,0229	177.324	2.688.324	16,51	355
24	Dinamarca	183.880	0,0332	173.771	3.444.509	21,17	399
25	Finlândia	170.476	0,0324	165.195	2.771.982	18,28	352

Fonte: *SCImago* (2013)

Em comparação aos países da América Latina, o Brasil destaca-se em relação ao número de artigos publicados e indexados pela *Thomson/ISI* e pelo *Scopus*, sendo responsável por quase metade das publicações. Contudo, quando comparado com o número de publicações no mundo, o percentual alcançado é pequeno, não conseguindo atingir 1,5% do total.

Tabela 05- Número de artigos brasileiros, da América Latina e do mundo, publicados em periódicos científicos, indexados pela *Thomson/ISI* e *Scopus*, no período de 1996-2011

<i>Thomson/ISI</i>					<i>Scopus</i> ^(1,2)				
Brasil	América Latina	Mundo	% do Brasil em relação à América Latina	% do Brasil em relação ao Mundo	Brasil	América Latina	Mundo	% do Brasil em relação à América Latina	% do Brasil em relação ao Mundo
164.632	387.323	12.403.655	42,51	1,33	319.159	637.943	23.242.112	50,03	1,37

Fonte: SCImago (2013). Disponível em <http://www.scimagojr.com>. Acesso em 14 mar. 2012

Notas: 1) São incluídos documentos passíveis de citação - "Citable Documents".

2) Dados atualizados em função da indexação de novos documentos na base *Scopus*.

Para finalizar a análise de informações relativas à produção científica no Brasil e no mundo, vale a pena destacar que o Brasil segue a tendência mundial em relação à área com maior número de artigos publicados (tabela 06 e Anexo B). Entre 1996 e 2011, a área de medicina foi a mais expressiva com 20,56% do total das publicações brasileiras, bem à frente da segunda maior área, a de Ciências Agrárias e Biológicas, que alcançou 14% do total.

Tabela 06: Número de artigos brasileiros publicados e indexados pelo *Scopus*, por área (1996-2011)

Classificação	Área	Número de Artigos	% do Total
1	Medicina	94.733	20,56
2	Ciências Agrárias e Biológicas	64.492	14,00
3	Bioquímica, Genética e Biologia Molecular	37.347	8,10
4	Física e Astronomia	34.362	7,46
5	Química	27.556	5,98
6	Engenharia	26.297	5,71
12	Engenharia Química	11.832	2,57
13	Farmacologia, toxicologia e Farmacêutica	10.670	2,32
14	Veterinário	10.532	2,29
15	Ciência da Computação	10.362	2,25
25	Gestão, Administração e Contabilidade	1.938	0,42
26	Economia, Econometria e Finanças	1.857	0,40
27	Ciências da Decisão	1.757	0,38

Fonte: *SCImago* (2013)

No contexto de uma sociedade globalizada e altamente competitiva, alicerçada numa economia de base material tecnologicamente avançada, novas atribuições parecem se acumular às previamente existentes nas IES, para além do ensino – formação de profissionais – e da pesquisa – produção de conhecimento. Cabe também à universidade moderna a função de distribuição do conhecimento e sua aplicação direta na geração de inovação tecnológica, tornando-se também, como afirma Mulet (2006; p.88-9), “fonte de inovação tecnológica e eixo estratégico dinamizador do sistema produtivo e de sua sustentação”.

Trata-se, então, de um novo paradigma institucional, no qual a abertura de estruturas acadêmicas a um relacionamento mais orgânico e de complementaridade com a iniciativa privada e com o governo conduziria a resultados mais positivos na economia de um país ou Região, ao mesmo tempo em que tornaria a universidade parte fundamental de um novo modelo que Etzkowitz *et al.* (2000) chamaram de “infraestrutura do conhecimento”.

Neste capítulo, foi possível constatar e analisar alguns indicadores brasileiros e mundiais. Somente a visão de contexto aqui apresentada permite ver, com clareza, quanto o modelo brasileiro de pesquisa ainda está distante da realidade mundial, assim como do novo paradigma construído em relação à distribuição de responsabilidades e interação entre IES, governo e empresas. Além das dificuldades e limitações econômicas e políticas,

existem entraves de ordem estrutural, como o sistema de avaliação dos programas de graduação e pós-graduação das IES brasileiras, tema que será explorado a seguir.

1.2. Produção científica como elemento de avaliação de desempenho dos programas de pós-graduação no Brasil

No Brasil, os programas de pós-graduação são os grandes responsáveis pelo crescimento, tanto quantitativo quanto qualitativo, da produção científica do país. A dualidade qualidade-quantidade não é somente um desafio para os pesquisadores, considerados como produtores de conhecimento, mas também para as instituições responsáveis pela avaliação da produção científica. Segundo Acedo *et al.* (2006), um dos fatores que vêm desafiando o aumento na quantidade e qualidade da produção científica brasileira são as mudanças nos critérios de avaliação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) de um triênio para o outro.

A CAPES – fundação do Ministério da Educação (MEC) – desempenha, no Brasil, um papel estruturante na expansão e consolidação da pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado), uma vez que sua responsabilidade é avaliá-la por meio de critérios, como acesso e divulgação da produção científica brasileira, investimentos na formação de recursos de alto nível no país e exterior, promoção da cooperação científica internacional, entre outros (CAPES, 2013)¹¹.

O Sistema de Avaliação da Pós-graduação foi implantado pela CAPES, em 1976, e tem como objetivos:

a) estabelecer o padrão de qualidade para cursos de mestrado e de doutorado e identificar os cursos que atendem a tal padrão;

b) fundamentar os pareceres do Conselho Nacional de Educação (CNE) sobre autorização, reconhecimento e renovação de reconhecimento dos cursos de mestrado e doutorado brasileiros, de acordo com a legislação em vigor – a liberação dos cursos pelo CNE é critério de exigência legal para a expedição de diplomas com validade nacional reconhecida pelo Ministério da Educação (MEC);

c) impulsionar a evolução de todo o Sistema Nacional de Pós-graduação, SNPG, e de cada programa em particular, antepondo-lhes metas e desafios que expressam os

¹¹ Fonte: CAPES (2013). <http://www.capes.gov.br/sobre-a-capes/historia-e-missao>. Acesso em 25 jun. 2013

avanços da ciência e tecnologia na atualidade e o aumento da competência nacional nesse campo;

d) contribuir para o aprimoramento de cada programa de pós-graduação;

e) contribuir para o aumento da eficiência dos programas no atendimento das necessidades nacionais e regionais de formação de recursos humanos de alto nível;

f) dotar o país de um eficiente banco de dados sobre a situação e evolução da pós-graduação;

g) oferecer subsídios para a definição da política de desenvolvimento da pós-graduação e para a fundamentação de decisões sobre as ações de fomento dos órgãos governamentais na pesquisa e pós-graduação¹².

O Sistema de Avaliação abrange dois processos conduzidos por comissões de consultores vinculadas a instituições das diferentes regiões do país: a Avaliação dos Programas de Pós-graduação e a Avaliação das Propostas de Cursos Novos de Pós-graduação. Os dois processos são alicerçados em um mesmo conjunto de princípios, diretrizes e normas e, portanto, compõem um único Sistema de Avaliação¹³.

A avaliação dos programas de pós-graduação compreende a realização de acompanhamento anual e a avaliação trienal do desempenho dos programas e cursos que integram o Sistema Nacional de Pós-graduação (SNPG). Os resultados são expressos por meio de uma nota, cuja escala varia entre 1 e 7. A nota alcançada pelos cursos servirá de fundamentação para a deliberação do Conselho Nacional de Educação do Ministério da Educação (CNE/MEC) de quais cursos obterão a renovação do reconhecimento, a vigorar no triênio subsequente. Enquanto os programas que alcançarem nota inferior a três são descredenciados do sistema, aqueles que atingirem nota igual ou superior a três terão a sua renovação e reconhecimento garantidos pelo triênio subsequente.

Resumidamente, o processo de avaliação é composto por cinco etapas:

a) Etapa 1: coleta de informações. A instituição presta informações anualmente para a CAPES;

b) Etapa 2: tratamento de informações. As informações fornecidas pelas instituições são consolidadas pelo corpo técnico da CAPES;

c) Etapa 3: análise pelas comissões de área. As informações são analisadas por comissões de consultores, que emitem relatório com parecer e nota de 1 a 7;

¹² Em <http://www.CAPES.gov.br/avaliacao/avaliacao-da-pos-graduacao>. Acesso em 04 jun. 2013

¹³ Em <http://www.CAPES.gov.br/avaliacao/avaliacao-da-pos-graduacao>. Acesso em 04 jun. 2013.

d) Etapa 4: análise e decisão pelo Conselho Técnico-Científico da Educação Superior (CTC-ES). Os relatórios elaborados pelas comissões de área são analisados por um membro do CTC-ES, que emite um parecer conclusivo (recomendando o curso, ou não) ao colegiado do curso.

e) Etapa 5: deliberação do CNE/MEC. O parecer do CTC-ES é encaminhado ao CNE/MEC para deliberação a respeito do reconhecimento e renovação de reconhecimento dos cursos.

Para cada quesito de avaliação, existe um peso correspondente, conforme apresentado na tabela 07. Como se pode perceber, a produção científica dos docentes e discentes dos programas corresponde a 35% do total avaliado, sendo, portanto, extremamente importante para a nota final do programa.

Tabela 07- Peso do quesito na nota final da avaliação dos programas e cursos que integram o Sistema Nacional de Pós-graduação (SNPG).

Quesito	Peso
Proposta do Programa	0
Corpo Docente	20
Corpo Discente, Teses e Dissertações	35
Produção Intelectual	35
Inserção Social	10
Total	100

Fonte: Elaboração própria, a partir do Documento de Área/ 2009 (CAPES, 2010).

O quesito ‘produção intelectual’ é avaliado, por meio dos seguintes itens e pesos:

Tabela 08- Peso do item na nota final do quesito ‘produção intelectual’ da Avaliação dos programas e cursos que integram o Sistema Nacional de Pós-graduação (SNPG)

Item	Peso
Publicações qualificadas do programa por docente permanente	50
Distribuição de publicações qualificadas em relação ao corpo docente permanente do Programa	40
Produção técnica, patentes e outras produções consideradas relevantes	10
Total	100

Fonte: Elaboração própria, a partir do Documento de Área/2009 (CAPES, 2010).

A avaliação dos programas de pós-graduação pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no Brasil, tem sido tema abordado por alguns autores, a exemplo de Chauí (2003), Nosella (2010) e Devecchi e Dias (2012). A questão central discutida está em torno da avaliação do ‘qualitativo *versus*

quantitativo' da produção científica. Segundo Devechi e Dias (2012, p. 02), pode-se dizer que existem “duas grandes linhas de pensamento sobre esse assunto: uma, que caminha em favor da manutenção da avaliação que vem sendo utilizada e, outra, que a rejeita, por considerá-la excessivamente concentrada na avaliação do aspecto somente quantitativo da produção dos programas”.

Sabe-se que o modelo atual não é satisfatório. A questão do aperfeiçoamento e da criação de uma metodologia mais adequada para a avaliação dos programas de pós-graduação ainda está distante de uma solução. Como citado na subseção anterior, esse é apenas um dos entraves que permeiam todo o sistema educacional brasileiro.

1.3. Bases de dados

A seguir, serão apresentadas, respectivamente, as duas mais importantes plataformas de análises de periódicos científicos, a *Web of Knowledge* e a *SciVerse*. Além delas, apesar da pouca expressividade internacional, também se faz a apresentação da base de dados *SciELO*, por ser representante do projeto latino de pesquisa, com o financiamento da FAPESP e do CNPq.

a) Web of Knowledge (WoK)

A *WoK*, plataforma da empresa Thomson Reuters, possibilita a pesquisa e o acesso a bancos de dados nas áreas de Ciências Tecnológicas, Ciências Sociais, Artes e Humanidade. Atualmente, é a maior plataforma de pesquisa do mundo, reunindo diversos tipos de conteúdo, como artigos de periódicos, anais de conferência, revistas científicas etc. Lançada em 2002, a *WoK* reúne publicações que datam de 1945. Em 2008, aproximadamente 4 mil instituições, distribuídas em cerca de 90 países, já estavam credenciadas junto à plataforma.

Somente entre 2000 e 2011, conforme tabela 09, a *WoK* catalogou cerca de 18.000.000 de artigos em sua base de dados, dos quais a maior parte encontra-se na grande área de Ciências Tecnológicas.

Tabela 09- Distribuição de artigos, segundo Coleções *Web of Knowledge*, por grande área (2000-2011)

Grande área	Número de Artigos
Artes e Humanidades	11.599
Ciências Sociais	499.904
Ciências Tecnológicas	17.597.634
Total	18.109.137

Fonte: Elaboração própria, a partir do *All Databases (Web of Knowledge)*¹⁴.

Várias são as ferramentas disponibilizadas pela *Web of Knowledge*: a ativação de alertas de palavras-chave e assistência linguística são alguns dos exemplos. Dentre os acessos que a rede proporciona, está a *Web of Science* que oferece ferramentas para pesquisa e análise bibliométrica, cobrindo, aproximadamente, 12 mil periódicos. A assinatura da *Web of Science* permite a consulta aos bancos de dados do *Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)*, *Social Sciences Citation Index (SSCI)*, *Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)*, *Conference Proceedings Citation Index- Science (CPCI-S)* e *Conference Proceedings Citation Index - Social Science & Humanities (CPCI-SSH)*.

A *Web of Science*, muito mais conhecida, apesar de ser contida pela *WoK*, segue a mesma tendência de sua congênere e concentra o seu maior acervo na grande área de tecnologia. Entre 2000 e 2011, foram catalogados cerca de 633.000 artigos nessa área (Tabela 10).

Tabela 10- Distribuição de artigos, segundo Coleções da Rede *Web of Science*, por grande área (2000-2011)

Grande área	Número de Artigos
Artes e Humanidades	40.776
Ciências da Vida e Biomedicina	78.668
Ciências Sociais	98.182
Tecnologia	633.111
Ciências Físicas	10.571
Total	861.308

Fonte: Elaboração própria, a partir da *Web of Science*¹⁵.

Além da *Web of Science*, a *Web of Knowledge* ainda engloba o *Derwent Innovations Index*, banco de dados de patentes e o *Journal Citation Reports (JCR)*, base de

¹⁴ Disponível em www.webofknowledge.com. Acesso em 26 fev. 2013.

¹⁵ Disponível em www.webofknowledge.com. Acesso em 26 fev. 2013.

dados que permite avaliar e comparar periódicos, utilizando dados de citações extraídas de mais de 11.000 periódicos acadêmicos e técnicos de mais de 3.300 editores no mundo.

b) *SciVerse*

Gerido pela *Elsevier* e referência no que diz respeito à pesquisa bibliográfica nas áreas de Ciências Sociais, Ciências Físicas e Ciências Biológicas, a plataforma *SciVerse* integra o *Scopus*, o *ScienceDirect* e o conteúdo científico da *web* fornecido pelo *Scirus*. .

No período de 2000 a 2011, o *Scopus*, maior banco de dados científico do mundo, catalogou cerca de 21 milhões de artigos científicos (tabela 11). A maior parte do acervo encontra-se na grande área das ciências físicas, entre as quais a tecnologia é uma subárea. Até novembro de 2012, o *Scopus* possuía 28 milhões de registros posteriores a 1996 e 21 milhões anteriores a 1996, totalizando 49 milhões de registros, disponibilizados em 19.500 periódicos.

Tabela 11: Distribuição de artigos, segundo Coleções do *Scopus*, por grande área (2000-2011)

Grande área	Número de Artigos
Ciências Sociais e Humanidades	1.807.762
Ciências da Vida	4.763.062
Ciências da Saúde	4.587.460
Ciências Físicas	9.957.540
Total	21.115.824

Fonte: Elaboração própria, a partir do *Scopus*¹⁶.

Esse portal permite a gestão de relatórios dinâmicos, com indicadores que classificam o desempenho e o impacto de citações em publicações científicas, além de dispor de funcionalidades que apoiam a bibliometria.

c) *Scientific Eletronic Library Online - SciELO*

A *SciELO* é uma biblioteca eletrônica, composta por publicações científicas, fruto de uma parceria entre a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)

¹⁶ Disponível em www.scopus.com. Acesso em 06 jun. 2013.

e o Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (BIREME) com apoio, desde 2002, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Atualmente, estão disponíveis, no portal, 305 periódicos, separados por ordem alfabética e assunto – e há também disponível uma busca por palavras-chave.

Não seguindo a mesma tendência das demais bases apresentadas anteriormente, a *SciELO*, no período de 2000 a 2011, apresenta sua maior coleção de artigos na área de Ciências da Saúde (129.111).

Tabela 12: Distribuição de artigos, segundo Coleções da *SciELO*, por área (2000-2011)

Áreas	Total
Ciências Agrárias	42.412
Ciências Biológicas	38.699
Ciências da Saúde	129.111
Ciências Exatas e da Terra	24.793
Ciências Humanas	40.091
Ciências Sociais Aplicadas	18.221
Engenharias	14.454
Linguística, Letras e Artes	2.026
Total	309.807

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da *SciELO*¹⁷

No início de 2012, a *SciELO* passou a contar com a *SciELO Livros*, um portal que tem o objetivo de disponibilizar, *on-line*, publicações acadêmicas, aumentando sua divulgação e promovendo uma maior acessibilidade à produção de conhecimento acadêmico, sobretudo, da América Latina. Além de estar na *SciELO Livros*, as obras também são disponibilizadas, por meio de buscadores da *web*, em outros portais e serviços de agregação de conteúdo científico. Em março de 2013, já estavam disponíveis, no portal, 306 títulos, dos quais 253, gratuitos.

Três componentes formam o modelo *SciELO*: o primeiro componente é a metodologia adotada, que permite a publicação completa e eletrônica de periódicos científicos, além da organização de bases de dados e a produção de indicadores estatísticos; o segundo garante a aplicação da Metodologia *SciELO* na operação dos *websites*; e o terceiro tem como objetivo promover a aliança entre atores nacionais e internacionais da comunicação científica, promovendo o acesso às pesquisas desenvolvidas, sobretudo, na América Latina.

¹⁷ Disponível em <http://www.scielo.org>. Acesso em 26 fev. 2013.

As bases de dados descritas apresentam indicadores de qualidade para os periódicos publicados em suas bases. Esses indicadores são conhecidos como fator de impacto (FI) e serão detalhados na subseção seguinte.

1.4. Fator de Impacto como indicador de qualidade

O fator de impacto (FI) é utilizado, internacionalmente, como principal indicador na avaliação de qualidade dos periódicos científicos. Esta medida é calculada pelo número de citações que os artigos publicados e os seus autores receberam em certo ano.

A medida de impacto dos periódicos científicos foi idealizada por Eugene Garfield, em 1955. O objetivo inicial era criar um índice de classificação no *Science Citation Index* (SCI). Com o tempo, o fator de impacto tornou-se um importante indicador para a avaliação da qualidade da produção científica em todo o mundo, além de ser referência para a avaliação acadêmica de pesquisadores, de instituições de ensino e para a concessão de bolsas de ensino e financiamentos de projetos de pesquisa pelo mundo (KIMURA, 2008).

Atualmente, existe uma tendência ao desenvolvimento de métricas de impacto capazes de considerar não apenas o número bruto de citações recebidas por um pesquisador, mas também a importância ou influência dos pesquisadores que emitem as citações (KIMURA, 2008). Essas novas métricas de impacto representam um avanço na avaliação da produção científica mundial, visto que o fator de impacto não será apenas uma função da quantidade de citações recebidas, mas de uma combinação quantidade e qualidade.

O fator de impacto é uma medida que reflete o número médio de citações de artigos científicos publicados em determinado periódico. É empregado, frequentemente, para avaliar a importância de um dado periódico em sua área – aqueles com um maior FI são considerados mais importantes do que aqueles com um menor FI.

O FI de um periódico é calculado, por meio do número médio de citações dos artigos que foram publicados durante o biênio anterior. Por exemplo, o FI de um dado periódico, em 2009, pode ser calculado como se segue:

Sendo A = o número de vezes em que os artigos publicados, em 2007 e 2008, foram citados por periódicos indexados, durante 2009; sendo B = o número total de "itens

citáveis", publicados em 2007 e 2008 ("itens citáveis": geralmente artigos, revisões, resumos de congressos ou notas, não sendo computados editoriais ou cartas ao editor), então, o fator de impacto de 2009 = A/B.

Aplicando-se a equação descrita acima, tem-se: se, no tal periódico, foram publicados 320 artigos científicos no biênio 2007-2008, e se, no ano seguinte, eles receberam 920 citações, seu FI, em 2009, será $920/320 = 2,875$.

Os fatores de impacto de 2009 são publicados, em 2010, e, para tal, eles não podem ser calculados até que todas as publicações de 2009 tenham sido recebidas pelas agências de indexação. Novos periódicos recebem seu respectivo FI apenas após dois anos de indexação. O FI refere-se a um período específico de tempo; logo, é possível calculá-lo para qualquer período desejado, embora o JCR considere apenas o FI dos últimos cinco anos.

Várias críticas têm sido feitas ao uso do FI. Além do debate sobre a real utilidade da métrica das citações, a maioria das críticas é relacionada à própria validade do FI (inclui-se aqui a autocitação), sua possível manipulação e seu uso inadequado. Outro aspecto criticado é o fato de os periódicos que publicam apenas artigos de revisão ou artigos originais e de revisão terem maior FI do que os periódicos que publicam apenas artigos originais. Finalmente, fatores, como o número de periódicos por área de conhecimento, a variação do número de referências por artigo em cada área, ou o regionalismo de algumas áreas e periódicos devem ser discutidos. Logo, diversos aspectos devem ser considerados, ao se interpretar o valor do FI de um dado periódico e utilizá-lo em avaliações de pesquisadores e instituições.

Em dezembro de 2007, foi lançado o portal SJR – *SCImago Journal & Country Rank* por pesquisadores de universidades espanholas, onde estão publicados mais de 15 mil títulos do banco de dados *Scopus*, com o fator de impacto correspondente. O SJR leva em conta, além do número de citações, o prestígio da revista na qual o artigo foi citado.

O indicador SJR é uma variante de medida centralidade *Eigenvalor*, usada na Análise de Redes Sociais (ARS). Tal medida estabelece a importância de um *nó*, em uma rede, baseada no princípio de que as conexões com os *nós* de alta pontuação contribuem mais para a pontuação do *nó*.

O terceiro indicador que é utilizado, principalmente, no Brasil, para avaliação de publicações científicas insere-se no *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*. Este indicador é medido com base nas citações que o periódico recebeu e, na sua avaliação, o

conjunto com os títulos de periódicos da mesma área também é considerado. A permanência do título, na coleção *SciELO*, dependerá do aumento do seu fator de impacto ou da sua estabilização no valor médio dos periódicos da mesma área (*SciELO*, 2013¹⁸).

Nos dias atuais, os três indicadores de fator de impacto divulgados – o JCR, o SJR e o *SciELO* – são os mais utilizados para a avaliação no Brasil. Na avaliação de periódicos brasileiros, entre os três indicadores, há uma maior aproximação nos resultados alcançados quando se utiliza o SJR e o *SciELO* e um maior distanciamento entre os resultados destes e dos periódicos avaliados, segundo os critérios do JCR (ROCHA e SILVA, 2011).

Para alguns periódicos nacionais, o valor do índice SJR diferencia-se bastante do valor publicado para JCR. Esse é um aspecto que tem sido criticado por acadêmicos ao JCR, pois muitos periódicos brasileiros que possuem impacto maior que zero, nos outros indicadores, estão ausentes da tabela JCR. Segundo Rocha e Silva (2011), em 2009, existiram 164 periódicos brasileiros (138 com impacto maior que zero) ausentes da tabela JCR, mas que estavam presentes no SJR e no *SciELO*. Quando se comparam esses dois últimos, nesse mesmo ano, dos 235 títulos brasileiros publicados no *SCImago*, 223 estavam no *SciELO*, apesar de a coleção *SCImago* conter 18.732 periódicos, e o *SciELO* ter apenas 759.

A CAPES, por meio do *Qualis* – conjunto de procedimentos adotados para a estratificação da qualidade da produção científica dos programas de pós-graduação –, classifica os periódicos avaliados em estratos que vão de A1 (o mais elevado), A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C e utiliza as bases de dados dos três indicadores, seguindo critérios de ponderação para a classificação, que é apoiada em dois princípios gerais: circulação e impacto.

Como exemplo dessa classificação, nos programas de Física e Química da UFBA, segundo o Documento de Área do último triênio, 2007-2009¹⁹, a avaliação seguiu o critério de estratificação apresentado abaixo:

Para os programas de Química, no último triênio 2007-2009, foram realizadas as seguintes considerações:

- Em relação aos periódicos *Web-Qualis*, foram considerados periódicos somente os veículos com índice de impacto (I.I.) igual ou superior a 0,1 no JCR/ISI mais atual. De

¹⁸ Fonte <http://www.scielo.org/php/level.php?lang=pt&component=56&item=2>. Acesso em 27 jun. 2013.

¹⁹ http://qualis.CAPES.gov.br/arquivos/avaliacao/webqualis/criterios2007_2009/Criterios_Qualis_2008_22.pdf. Acesso em 07 set. 2011.

acordo com esses índices, serão classificados como (CAPES, 2013²⁰):

- A1 - periódicos com I.I. igual ou superior a 4,0;
- A2 - periódicos com I.I. inferior a 4,0 mas igual ou superior a 3,0;
- B1 - periódicos com I.I. inferior a 3,0 mas igual ou superior a 2,0;
- B2 - periódicos com I.I. inferior a 2,0 mas igual ou superior a 1,5;
- B3 - periódicos com I.I. inferior a 1,5 mas igual ou superior a 1,0;
- B4 - periódicos com I.I. inferior a 1,0 mas igual ou superior a 0,5;
- B5 - periódicos com I.I. inferior a 0,5 mas igual ou superior a 0,1;
- C - os demais periódicos.

Para o programa de Física, foi criado o fator de impacto j , que representa a média dos fatores de impacto JCR do periódico, nos anos de 2005, 2006 e 2007. Em seguida, foram realizadas as seguintes considerações²¹:

A1 – Periódicos, indiscutivelmente, no topo da pirâmide, com fator de impacto j médio superior a 6; são periódicos de amplo espectro nas áreas de Física e de Astronomia, dedicadas a comunicações rápidas ou a artigos gerais de revisão.

A2 - Periódicos também no topo da pirâmide, mas com fator de impacto j médio inferior a 6 e igual, ou superior, a 3,5; são periódicos de espectro mais específico nas áreas experimentais e teóricas de Física e de Astronomia, pesquisadas no País.

B1 – Periódicos com fator de impacto j médio inferior a 3,5 e igual ou superior a 2; são periódicos de espectro mais específico nas áreas experimentais e teóricas de Física e de Astronomia, pesquisadas no País. De acordo com o número de trabalhos publicados no triênio, observa-se uma distinção entre os periódicos classificados nesse estrato com aqueles classificados nos demais estratos da família B2-B5, claramente indicando que esses periódicos estão no topo desses subconjuntos.

B2 – Periódicos com fator de impacto j médio inferior a 2 e igual ou superior a 1,5; são periódicos de espectro mais específico nas áreas experimentais e teóricas de Física e de Astronomia, pesquisadas no País. Nesse estrato, foram incluídos 5 periódicos que estariam

²⁰ Fonte: <http://www.capes.gov.br/avaliacao/qualis>. Acesso em 27 jun. 2013

²¹ Fonte: Documento de área 2010. http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/VisualizadorServlet?nome=/2010/doc_area/2010_003_Doc_Area.pdf&aplicacao=avaliacaotrienalProjetoRelacaoCurso&idEtapa=undefined&ano=undefined&tipo=undefined. Acesso em 01 jun. 2013.

em outros estratos: *Optics Communications*, *Journal of Non-Crystalline Solids*, *Physica A*, *Applied Surface Science* e *Journal of Mathematical Physics*.

B3 – Periódicos com fator de impacto j médio inferior a 1,5 e igual, ou superior, a 1,0; são periódicos de espectro mais específico nas áreas experimentais e teóricas de Física e de Astronomia, pesquisadas no País.

B4 – Periódicos com fator de impacto j inferior a 1,0 e igual, ou superior, a 0,7; são periódicos nas áreas experimentais e teóricas de Física e de Astronomia, pesquisadas no País.

B5 – Periódicos com fator de impacto j inferior a 0,7 (e diferente de 0); são periódicos nas áreas experimentais e teóricas de Física e de Astronomia, pesquisadas no País.

C – Periódicos sem fator de impacto j , identificado nos documentos e bases de dados disponíveis. Não serão considerados.

Para as análises realizadas nesta tese, o fator de impacto publicado no *Journal Citation Reports* (JCR) da Thomson Reuters foi o escolhido, visto que os artigos científicos foram coletados na base de dados da *Web of Science* (WoS).

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Conhecimento científico

Há muitos séculos, conhecimento e informação são alvos de estudos de diversas áreas, a exemplo da sociologia, psicologia, administração e, sobretudo, da ciência da informação. De acordo com Nonaka e Takeuchi (1997), desde a Grécia Antiga, a história da filosofia busca uma resposta sobre o que é conhecimento. Burke (2003) chega a comparar a questão “o que é conhecimento?” a “o que é verdade?”.

Na busca de compreensão desse conceito, a filosofia ocidental propôs duas abordagens: o racionalismo e o empirismo. O racionalismo enxerga o conhecimento por meio da razão e afirma que o verdadeiro conhecimento é fruto de um processo cognitivo ideal, no qual há somente a argumentação racional, baseada em axiomas – negando a experiência sensorial – e se utiliza de métodos dedutivos, recorrentes da construção de conceitos, leis ou teorias. O empirismo, por seu turno, afirma que não há conhecimento *a priori*. A experiência sensorial é a sua única fonte e se utiliza dos métodos indutivos (NONAKA e TAKEUCHI, 1997; HESSEN, 1999; MCGARRY, 1999).

Embora haja diferenças entre as duas abordagens apresentadas pela filosofia ocidental, segundo Nonaka e Takeuchi (1997), elas convergem quando compreendem o conhecimento como a “crença verdadeira e justificada”, conceito que foi introduzido por Platão.

Por muito tempo, o termo conhecimento foi sinônimo de informação. Atualmente, por ser a diferença entre esses termos bastante difundida, é possível identificar várias abordagens e aplicações para a utilização e significado dos conceitos de conhecimento e informação, a exemplo de Dretske (1981), Davenport (1998), Burke (2003), Le Coadic (2004), entre outros. Wersig e Neveling (1975) argumentam que a informação é o conhecimento estruturado, resultado da percepção existente das estruturas do mundo. Para Burke (2003, p.19), a informação refere-se ao que é relativamente “cru”, específico e prático, e o conhecimento denota o que foi “cozido”, processado ou sistematizado pelo pensamento.

Quando se trata da relação entre informação e conhecimento, Le Coadic (2004, p.4) define informação como “um conhecimento inscrito (gravado) sob a forma escrita (impressa ou digital), oral ou audiovisual, em um suporte”. No mesmo sentido, Nonaka e Takeuchi (1997, p. 63) afirmam que a informação é “um meio ou material necessário para extrair e construir o conhecimento”. Segundo Silva (2004, p.144), “uma informação é convertida em conhecimento quando um indivíduo consegue ligá-la a outras informações, avaliando-a e entendendo seu significado no interior de um contexto específico”.

Para Nonaka e Takeuchi (1997), o conhecimento está dividido em dois tipos, intrinsecamente, relacionados. O primeiro deles, tácito, também conhecido como o conhecimento subjetivo, é formado por um sistema de ideias, percepção e experiência, cuja formalização, explicação e transferência são processos difíceis de serem elaborados; o segundo, explícito, é o conhecimento de fácil acesso, visto que é formalizado e publicado, por meio de textos, figuras, tabelas, banco de dados etc.

A abordagem teórica da criação do conhecimento traz, como fundamento básico, a conversão do conhecimento tácito em explícito. Os autores mais relevantes dessa abordagem, Nonaka e Takeuchi (1997), consideram que a formação do conhecimento só é possível caso haja a existência desse fundamento básico, ao qual chamaram de “espiral do conhecimento”. Dentre os quatro modos de conversão (socialização, externalização, combinação e internalização) explicitados nos trabalhos de Nonaka e Takeuchi (1997), a socialização traz a conversão de parte do conhecimento tácito de uma pessoa no conhecimento tácito de outra pessoa. Esse tipo de abordagem é aplicado em trabalhos de grupos, a exemplo das redes de conhecimento e de práticas, nas quais existe uma elevada interação, por meio de ampla troca de conhecimentos tácitos. Segundo Silva (2004), esse conhecimento compartilhado ocorre quando há: a) diálogo frequente entre atores; b) *brainstorming, insights* nos quais o conhecimento é analisado por grupos heterogêneos, sob várias perspectivas; c) valorização do trabalho mestre-aprendiz, em que a observação, imitação e prática acontecem acompanhadas por um tutor; e d) compartilhamento de experiências e modelos mentais, por meio de trabalho grupal.

Davenport e Prusak (1998, p. 06) corroboram e complementam essa ideia ao conceituar o conhecimento como “uma mistura fluida de experiência condensada, valores, informação conceitual e *insight* experimentado, a qual proporciona uma infraestrutura para avaliação e incorporação de novas experiências e informações. Ele tem origem e é aplicado na mente dos conhecedores”.

Segundo esses mesmos autores, a geração intencional de conhecimento pode ser realizada por meio de cinco modos: aquisição, recursos dirigidos, fusão, adaptação e rede de conhecimento. Para Skyrme (2003), o último modo, a rede de conhecimento, pode ser definida como “redes informais e auto-organizadas em torno de pessoas com interesses comuns que se comunicam para compartilhar o conhecimento e resolver problemas em conjunto as quais podem tornar formalizadas com o tempo. É um fenômeno dinâmico e rico no qual o conhecimento é compartilhado, desenvolvido e expandido”.

Ao se tratar especificamente do conhecimento científico, pode-se dizer que o seu desenvolvimento ocorre, essencialmente, por meio de pesquisas científicas realizadas por pesquisadores e/ou docentes, num ambiente científico. Aqui, a produção científica é entendida como o resultado da união de esforços, facilidades e processos socialmente compartilhados, por meio dos quais o conhecimento científico é criado, compartilhado e utilizado.

Assim como qualquer outro tipo de conhecimento, o conhecimento científico também possui suas vertentes tácitas e explícitas. O conhecimento científico explícito é identificado à medida que se torna codificado, facilmente comunicável, a exemplo da literatura científica. O conhecimento científico tácito, por sua vez, refere-se ao que pode ser entendido como o conhecimento ou habilidade que é passada entre cientistas/pesquisadores por contatos pessoais, mas ainda não decifrado e exposto em fórmulas, descrições etc., estando diretamente relacionado às suas competências comunicativas. Quando há interação entre os dois tipos de conhecimento, aí ocorre a geração de um novo conhecimento científico, criando uma dinâmica constante, na qual a transferência de conhecimento é percebida no momento em que há o compartilhamento e assimilação do conhecimento entre os indivíduos. Entretanto, vale ressaltar que sempre restará uma dimensão tácita que nunca será transformada em conhecimento explícito, ou seja, raramente o conhecimento é totalmente tácito ou completamente explícito (SAVIOTTI, 1998).

Norteados pelos conceitos já enfatizados de conhecimento, informação e pesquisa científica, e pelos esclarecimentos a respeito dos tipos de conhecimento (tácito e explícito), para este estudo, definiu-se **conhecimento científico** como a união de saberes resultado das atividades de pesquisa desenvolvidas no ambiente acadêmico. Esse conhecimento apresenta a sua vertente tácita, subjetiva, própria do indivíduo, proveniente da experiência relacionada às suas habilidades e competências; e a vertente explícita (ou codificada),

externa ao indivíduo (relacionada à informação), proveniente da externalização do conhecimento tácito.

Após as definições conceituais apresentadas e do debate acerca da institucionalização do processo de geração do conhecimento científico, no intuito de concluir esta subseção, serão feitas considerações finais sobre a gestão do conhecimento científico e as características singulares do ambiente acadêmico.

Os processos de geração de conhecimento científico, assim como a sua gestão, estão também, necessariamente, relacionados a um determinado contexto e envolvidos por ele – nesse caso, o ambiente acadêmico-científico, que possui características culturais próprias. A cultura e o contexto – onde o conhecimento científico é gerado – moldam as dinâmicas das interações dentro de cada comunidade – aqui tratada como **rede** –, legitimando os seus comportamentos, práticas e processos. Meadows (1999, p. 245) ressalta que, na maior parte do tempo, os pesquisadores trabalham de forma inconsciente, com base nas práticas instituídas na comunidade científica, as quais, entretanto, são construídas a partir da sua história e normas sociais. Por esse motivo, a gestão do conhecimento científico deve levar em conta as características culturais encontradas em cada ambiente.

Segundo Leite e Costa (2007, p. 8), o estudo da gestão do conhecimento científico, no contexto acadêmico, pode ter duas perspectivas: a vertical e a horizontal: a primeira encontra-se no âmbito das **comunidades científicas** – entendidas como “o agrupamento de pares que compartilham um tópico de estudo, desenvolvem pesquisas e dominam um campo de conhecimento específico em nível internacional”, ou seja, a pesquisa não possui um caráter institucional e sim disciplinar; a segunda, perspectiva horizontal, relaciona-se às instituições de ensino e pesquisa, conhecidas como **comunidades acadêmicas** – definidas como “o agrupamento de membros de uma instituição acadêmica envolvidos com atividades de ensino e pesquisa, constituindo os seus recursos humanos para a pesquisa, compartilhando ou não interesses comuns em seus tópicos de estudo”.

Entre essas duas perspectivas, há uma inter-relação, que torna impossível uma abordagem excluir a outra. Segundo os autores, as razões para a existência de uma sobreposição na análise das duas perspectivas apresentadas são que membros de comunidades científicas, na sua maioria, possuem vínculos empregatícios com instituições de ensino e pesquisa e, também, pesquisadores pertencentes a comunidades acadêmicas pertencem, individualmente, a certas comunidades científicas.

A gestão do conhecimento, independente do contexto no qual o conhecimento é gerado, possui diversos conceitos (POLANYI, 1962; HAMEL e PRAHALAD, 1994; DAVENPORT E PRUSAK, 1998). No contexto organizacional, Tarapanoff (2001, p. 312), ao definir a gestão do conhecimento, diz que se trata de “processos sistemáticos, articulados e intencionais, apoiados na identificação, geração, compartilhamento e aplicação do conhecimento organizacional, com objetivo de maximizar a eficiência e o retorno sobre os ativos de conhecimento da organização”. Moresi (2001, p. 137) afirma que a gestão do conhecimento pode ser entendida como “o conjunto de atividades que busca desenvolver e controlar todo o tipo de conhecimento em uma organização, visando à utilização na consecução de seus objetivos”.

Dentro de um contexto mais geral, e com definições mais simples, e talvez mais próxima da realidade da gestão do conhecimento científico, Teixeira Filho (2000, p. 22) diz que se trata “de uma coleção de processos que governa a criação, disseminação e utilização do conhecimento para atingir plenamente os objetivos da organização”. Miranda (2004, p. 50) aprofunda a sua definição ao falar do conhecimento tácito. Para o autor, a gestão do conhecimento é vista como o “processo de criação, captura, assimilação, e disseminação do conhecimento tácito extrínseco individual, integrando-o ao conhecimento organizacional, a fim de que seja utilizado como subsídio útil às diversas atividades desenvolvidas no âmbito da organização”. Por fim, de maneira simples e mais ajustada à gestão do conhecimento científico, encontra-se a definição de Leite e Costa (2007, p. 11), que corresponde “ao planejamento e controle das ações (políticas, mecanismos, ferramentas, estratégias e outros) que governam o fluxo do conhecimento, em sua vertente explícita e em sua vertente tácita”.

Tratando, especificamente, do processo de gestão do conhecimento científico, esses últimos autores o prescrevem em cinco fases:

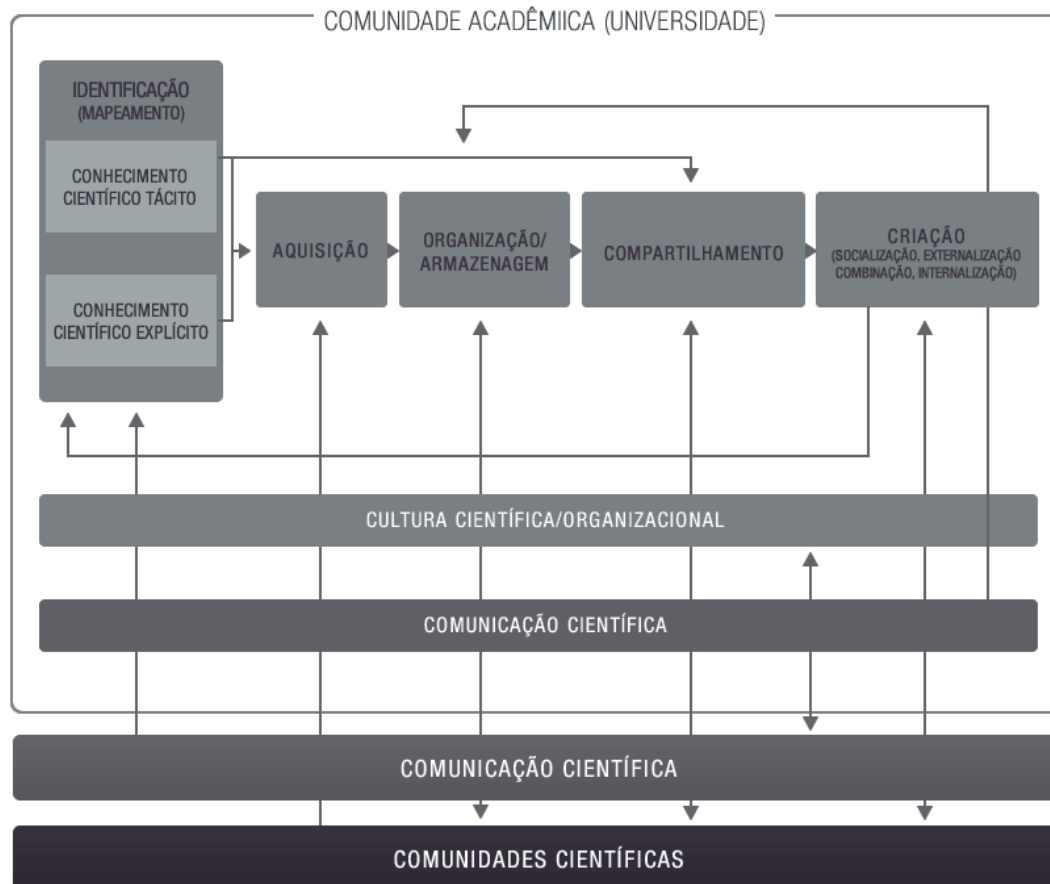
- a) Identificação: corresponde ao processo de mapeamento dos conhecimentos tácito e explícito, interna (na comunidade acadêmica) e externamente (na comunidade científica), identificando as fontes de informação, as produções, competências e habilidades científicas, ou seja, à procura de quem pesquisa, o quê, e onde. Essa fase do processo prevê pesquisa bibliográfica e entrevistas;
- b) Aquisição: trata da aquisição dos conhecimentos tácitos e explícitos mapeados anteriormente, que serão necessários para criar e manter o conhecimento e as competências científicas da comunidade acadêmica;

- c) Armazenagem/organização: relacionado apenas ao conhecimento explícito, essa fase tem como objetivo torná-lo facilmente recuperável. A aquisição do conhecimento científico, em sua vertente tácita, não é possível de ser armazenada, pois é diretamente compartilhado, sem possibilidade de armazenagem e recuperação.
- d) Compartilhamento: trata-se da etapa na qual o conhecimento explícito é compartilhado por meio da comunicação formal, e o conhecimento tácito, de maneira informal; e
- e) Criação: relaciona-se à criação de novas habilidades, competências e conhecimentos na instituição e envolve, numa comunidade acadêmica, outros elementos iniciais ao processo de pesquisa científica, a exemplo do ensino e da orientação de trabalhos.

O processo de geração de conhecimento científico é, dessa forma, cíclico, pois, após a sua criação, haverá a realimentação, iniciando-se, assim, um novo mapeamento de novos conhecimentos tácito e explícitos, presentes na comunidade acadêmica.

Ao integrar conceito e etapas do processo de geração do conhecimento científico à cultura científica e organizacional, e à inter-relação entre as comunidades científica e acadêmica, o modelo de gestão do conhecimento científico, proposto por Leite (2006) e exposto na Figura 03, a seguir, amplia-se, criando indícios da existência de redes sociais colaborativas, cujo resultado é a geração de conhecimento, fruto do tempo e do espaço, conforme proposto pela sociologia do conhecimento científico.

Figura 03 - Modelo conceitual de gestão do conhecimento científico no contexto acadêmico



Fonte: Adaptação de Leite (2006, p. 194)

Nesse modelo, é possível se perceber que:

- a) a gestão do conhecimento científico ocorre nos limites da comunidade acadêmica, a qual cria leis, normas, padrões que irão definir esse processo e influenciar pesquisadores;
- b) a cultura científica também influencia os processos de geração e gestão do conhecimento, podendo ocorrer de maneira distinta nas diversas áreas do conhecimento existentes numa comunidade acadêmica;
- c) a comunicação científica é fundamental para a consolidação dos processos de gestão do conhecimento – identificação, aquisição, armazenagem/organização e criação; e,
- e) a principal função da comunidade científica é fornecer conhecimento explícito para a comunidade acadêmica, por meio, por exemplo, de anais de congressos, livros e periódicos. Em outras palavras, sua principal função é gerar conhecimento não-redundante para outros grupos de pesquisadores, atividade de suma importância para o desenvolvimento científico.

A criação do conhecimento, bem como o comportamento e a cultura que envolve os atores pertencentes a esse ambiente, são pré-requisitos necessários para o entendimento da dinâmica da produção científica no meio acadêmico. Como já explicitado anteriormente, a ciência no mundo contemporâneo não é feita de forma isolada, mas sim como uma atividade coletiva, cujo desenvolvimento está relacionado às formas de manutenção das relações, assim como as mais variadas formas de compartilhamento de capital social (BARABASI, 2005).

Para um melhor entendimento sobre a construção do conhecimento, vista como um processo social, a seguir, será discutida a visão sociológica do conhecimento.

2.1.1. Visão sociológica do conhecimento

O entendimento da ciência, a partir do olhar sociológico, trouxe importantes contribuições para a consolidação de um campo investigativo, capaz de descrever a atividade científica e a formação do conhecimento e, ao mesmo tempo, incluir a esfera social como cenário para o desenvolvimento desse processo. Tanto a sociologia do conhecimento quanto a sociologia da ciência, e a sociologia do conhecimento científico, partem do princípio de que a ciência nunca é realizada de forma absolutamente neutra. Ela é o resultado da interação social em um determinado espaço e tempo.

A sociologia do conhecimento, desenvolvida por Karl Mannheim, no início do século XX, ainda hoje, é ponto relevante de apoio para a investigação da ciência. Esse fato se deve ao pressuposto de que a realidade social pode ser entendida como alicerce para a construção do pensamento e, por isso, a atividade humana é, essencialmente, uma atividade social condicionada, inerente a temporalidades e espacialidades delimitadas.

Como a realidade é construída socialmente, a sociologia do conhecimento analisa não somente a multiplicidade empírica do conhecimento nas sociedades, mas também o processo de construção social do conhecimento e de como ele se estabelece na “realidade”. Para Mannheim (1976, p.288), a Sociologia do Conhecimento “parte de uma investigação puramente empírica, através da descrição e análise estrutural das maneiras pelas quais as relações sociais influenciam, de fato, o pensamento”. Como o pensamento é socialmente condicionado, ele pode se apresentar de dois modos distintos, e até mesmo antagônicos: (1) como uma representação ideológica da realidade social que se preocupa com a manutenção

da situação vigente ou, (2) no âmbito do pensamento, como uma inadequação com as condições sociais vigentes, que produz um desejo utópico como caminho para a superação e, por certo, para o extermínio das formas ideológicas. Para Mannheim, então, “o conflito social, apreendido por meio da sociologia do conhecimento é também seu próprio ponto de sustentação, onde a expressão da cultura se faz presente como uma forma delimitada de pensamento (ideológico ou utópico), mesmo que nem sempre seja fácil separar com total segurança uma de outra dentro do movimento social” (FETZ, DEFACCI e NASCIMENTO, 2011, p. 291).

De forma mais ampla, Camic (2001) diz que a sociologia do conhecimento trata das origens, transformações e consequências socioculturais das diversas formas de manifestação do conhecimento, expressas por meio de ideias, teorias científicas, ideologias, visões de mundo, doutrinas políticas e religiosas, normas sociais, entre outras. Já para Berger e Luckmann (2007, p. 29), “a sociologia do conhecimento deve ocupar-se com tudo aquilo que é considerado conhecimento na sociedade”.

A sociologia do conhecimento teve origem em uma particular situação da história intelectual alemã e em determinando contexto filosófico. Os antecedentes intelectuais imediatos da sociologia do conhecimento são três criações do pensamento alemão do século XIX: o pensamento marxista, o nietzschiano e o historicista. Na proposição marxista, a consciência do homem é determinada por seu ser social. As ideias de Nietzsche não estavam, explicitamente, na sociologia do conhecimento, mas participam muito de seus fundamentos intelectuais gerais. O anti-idealismo de Nietzsche acrescentou novas perspectivas ao pensamento humano como instrumento na luta pela sobrevivência e pelo poder. Por fim, o historicismo hermenêutico, expresso especialmente na obra de Wilhelm Dilthey tinha como tema dominante o sentido da relatividade de todas as perspectivas sobre os acontecimentos humanos, isto é, da inevitável historicidade do pensamento humano, na qual sempre vigora uma situação social, um contexto para o pensamento. Certos conceitos historicistas, tais como ‘determinação situacional’ (*Standortsgebundenheit*) e ‘sede na vida’ (*Sitz im Leben*) poderiam ser diretamente traduzidos como se referindo à ‘localização social’ do pensamento (BERGER e LUCKMANN, 2007).

O mais importante sociólogo norte-americano que se dedicou à sociologia do conhecimento e, posteriormente, à sociologia da ciência foi Robert Merton. Embora Merton se concentrasse na obra de Mannheim – considerado por ele o sociólogo do

conhecimento por excelência –, acentuou a importância da escola de Émile Durkheim e dos trabalhos de Pitirim Sorokin, assim como de Karl Marx e Max Scheler. Juntamente com Thomas Kuhn, ele foi responsável por um movimento teórico indispensável para se entender a sociologia do conhecimento. Ambos, em seus trabalhos, afirmaram que “os condicionantes externos ao âmbito racional da produção científica têm um lugar privilegiado na configuração da lógica da descoberta científica, bem como na validação dos produtos da ciência” (FETZ, DEFACCI e NASCIMENTO, 2011, p. 286). Por meio dessa abordagem, denominada ‘estrutural funcionalista’, Merton conseguiu tornar a ciência um fenômeno palpável do ponto de vista da sociologia (*idem*, 2011).

A partir desse ponto, cujos resultados foram reflexões teóricas e principalmente investigações empíricas, no primeiro quartel do século XX, surge a sociologia da ciência, como subdisciplina da sociologia do conhecimento, com concepções distintas, que traz, na sua essência, segundo Fetz, Defacci e Nascimento (2011,p.287), “a radicalização da desconfiança tanto em relação à ciência como na emancipação humana através da razão”, buscando desvendar a lógica que rege a atividade científica e, também, a ciência em sua totalidade.

Segundo esses últimos autores, a procura pela lógica da descoberta científica, vista como reflexo do ambiente social, aparecerá em dois níveis: o primeiro, quando a construção do conhecimento científico ocorrer por meio de técnicas e de procedimentos; e segundo, na articulação do conhecimento com outros sistemas discursivos que influenciam a ciência a partir das tendências sociais mais amplas e, ao mesmo tempo, delimita o seu movimento dentro de um sistema regulatório, fornecido pela lógica de mercado e do Estado. Esse movimento é percebido nos escritos de Merton, quando, em seu livro ‘Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations’, de 1973, ele demonstra como os valores e o sistema de compensação da ciência, com sua ênfase patogênica na originalidade, ajudam a compreender certos comportamentos desviantes dos cientistas. Nesse momento, ele corrobora com o fato de que a instituição científica possui regras e normas socialmente convencionadas e que responde a uma dinâmica social como qualquer outra instituição.

Ao tratar do fenômeno social como um elemento fundamental para suas análises da realidade, Merton (1973) não o toma como estático, demonstrando que o seu pensamento estrutural funcionalista apresenta certo dinamismo capaz de explicar a mudança social. Devido a essa própria dinâmica, a mudança social e a realidade, por sua vez, só podem ser

explicadas por meio de uma teoria de médio alcance, na qual haja um estudo de variáveis que fundamentem, empiricamente, a relação entre ciência e sociedade. Nesse ponto, Merton afasta-se da sociologia do conhecimento – que é uma meta-teoria²² – e parte para acumular uma quantidade de observações empíricas acerca da estrutura da ciência – considerada como instituição social –, visando viabilizar o desenvolvimento de estudos de caráter macrossocial com alto grau de generalização.

Dessa forma, a sociologia da ciência estrutural-funcionalista tem como sua unidade empírica a própria ciência como instituição social e se debruça no estudo dos fenômenos sociais empíricos, característicos da organização interna da instituição científica, assim como se preocupa com os limites entre a ciência e a sociedade. A principal questão do tradicional pensamento estrutural-funcionalista recai sobre a compreensão de como a instituição se organiza, visando cumprir a sua função de produção do conhecimento.

Posteriormente à sociologia do conhecimento e à sociologia da ciência, surge uma terceira tradição do pensamento: a sociologia do conhecimento científico que, segundo Fetzer, Defacchi e Nascimento (2011, p.302),

se distingue qualitativamente das duas anteriores em vários sentidos, se caracterizando, particularmente, por certo ecletismo teórico-metodológico, sendo difícil a sua qualificação sob um núcleo explicativo/compreensivo unívoco [...]. A passagem de uma tradição à outra, de certa forma, marca um processo de radicalização do pessimismo sobre a atividade científica e a razão.

Na sociologia do conhecimento científico, o contexto (a comunidade científica) é, metaforicamente, imaginado como um campo de batalha, e a negociação entre os pesquisadores são fundamentais para o desenvolvimento da ciência.

Diferentemente da visão estrutural-funcionalista de Merton, na sociologia do conhecimento científico, o próprio conhecimento é o fenômeno a ser estudado, fruto do tempo e do espaço, tido como uma construção contingencial da sociedade. Dessa forma, o foco aqui passa a ser a ciência em construção e não a dinâmica, as normas sociais e cognitivas e o padrão de desenvolvimento no interior da comunidade científica.

Thomas Kuhn²³ foi o autor que se destacou nessa fase da história social do conhecimento, buscando entender como o empreendimento científico é compreendido de

²² A meta-teoria pode ser definida como área do conhecimento que teoriza sobre a própria teoria de uma dada ciência. Pode ser considerada como o equivalente à epistemologia. (*Wikipedia*, acesso em 19 set. 2012).

²³ Maiores referências a esse importante autor na Stanford Encyclopedia of Philosophy em <http://plato.stanford.edu/entries/thomas-kuhn/> Acesso em 30 dez. 2012.

forma social e histórica. Para o autor, a formação do conhecimento é de caráter contínuo e cumulativo e não obedece às regras do método científico racional.

Segundo Fetz, Defacci e Nascimento (2011, p.306), nesse sentido, a sociologia do conhecimento científico

busca dar fundamentação epistemológica ao debate proposto por Kuhn. Ao viés histórico e processual de Kuhn, a sociologia do conhecimento científico tenta atribuir fixidez, através do acréscimo de um novo pressuposto teórico-normativo, capaz de reorientar a interpretação da ciência e do tipo de conhecimento produzido em seu ambiente social. A neutralidade axiológica é deixada de lado, não sendo, portanto, mais do que um elemento representativo para que se faça a compreensão dos fatos científicos.

A visão sociológica do conhecimento contribuiu para o entendimento da sua formação, considerando-a em sua construção social e histórica. Os marcos teóricos da sociologia do conhecimento científico reforçaram a convicção de que o conhecimento é resultado da construção social e também fruto do tempo e do espaço que, nos dias atuais, se realiza por meio de redes de colaboração científica presentes nas comunidades acadêmicas. Essas comunidades, por sua vez, são formadas por instituições que possuem regras e normas socialmente convencionadas e que respondem às dinâmicas sociais como quaisquer outras instituições.

Juntas, as comunidades acadêmicas formam a comunidade científica que pode ser compreendida como uma grande rede de conhecimento, responsável pela constante troca de conhecimento (redundante, ou não) e pelo caráter contínuo e cumulativo da formação do próprio conhecimento. Nas redes formadas pelas comunidades científicas, o conhecimento é um fluxo que trafega entre os laços formados pelos pesquisadores, considerados *nós*, ou atores da rede.

Após esclarecimento acerca do conhecimento científico, a seguir, serão apresentadas as bases teóricas relativas à formação das redes sociais de conhecimento científico.

2.2. Redes sociais

2.2.1. Redes sociais de conhecimento científico

No âmbito das ciências sociais, o termo ‘redes sociais’ começou a ser utilizado nos anos 30, nos EUA, com os trabalhos de Jacob Moreno. Em 1940 e 50, psicólogos sociais utilizaram matrizes e gráficos para formalizar os conceitos sócio-psicológicos fundamentais, como grupos e círculos sociais, tornando possível pesquisar dados em rede. O grande impulso nos estudos desse tema ocorreu nos anos 70, na Universidade de Harvard e, a cada dia, novos estudos são divulgados (BORGATTI e OFEM, 2010).

O conceito de redes sociais contribui para a compreensão dos processos de interação entre os atores e da própria geração do conhecimento. De forma ampla, Borgatti e Hangin (2011, p.01), definem rede como “um conjunto de atores ou *nós*, juntamente com um conjunto de laços de um tipo específico (por exemplo, amizade) que os ligam”. Sebastián (1999, p. 309) aprofunda esse conceito, trazendo-o para o campo da pesquisa científica como “modalidade de redes de cooperação (...) [que] se definem pela associação de grupos de pesquisa para a realização de trabalhos conjuntos, geralmente através de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento”.

Outros autores, a exemplo de Didriksson (2003) e Tomaél e Marteleto (2006) também contribuíram com suas definições conceituais. Para Didriksson (2003), considera-se **rede** um conjunto de *nós* e suas relações, que proporciona interações e organizações sociais, nas quais a informação e o conhecimento são elementos-chave desse processo. **Rede social**, dessa forma, representa um conjunto de pessoas, instituições ou organizações que, por possuírem afinidades, compartilham, por exemplo, trabalho e/ou informações e, por meio dessas ligações, constroem e reconstróem uma estrutura social (TOMAÉL e MARTELETO, 2006).

Para Castells (2005, p.566), o fluxo de informação que caracteriza os processos de comunicação é o cerne da compreensão da dinâmica das redes – eleitas como novas formas de morfologia social e definidas como “... estruturas abertas capazes de expandir de forma ilimitada, integrando novos *nós* desde que consigam comunicar-se dentro da rede, ou seja, desde que compartilhem os mesmos códigos de comunicação”. Nessa definição de Castells, a rede tem como característica a possibilidade de ser aberta e infinita, diferentemente dos grupos, que possuem limites. Uma rede desconectada ocorre quando

alguns *nós* não podem atingir outros por qualquer caminho, o que significa que a rede está dividida em fragmentos conhecidos como **componentes**.

O foco na análise de redes sociais é o relacionamento entre organizações e/ou indivíduos. Para tanto, apoia-se na análise da estrutura e nas próprias relações para compreender uma ampla gama de aspectos. As relações podem ser econômicas, políticas, interacionais, afetivas etc, e são expressas através de conexões (*linkages*) ou ligações entre os atores. Através dos *linkages*, fluem recursos materiais e não materiais, interação física entre os atores e relações formais de autoridade (WASSERMAN e FAUST, 1994).

Um importante aspecto da concepção, na análise de redes sociais, é que essas relações são concretas, e os *nós* não são tratados isoladamente, o que se traduz num mecanismo onde a movimentação de um ator influencia direta, ou indiretamente, outro ator. Alguns atores serão mais importantes e se movimentarão mais na rede do que outros, ao longo do tempo. Dessa forma, pode se afirmar que a posição estrutural do *nó* (ator) na rede determina parte das possibilidades ou restrições que serão encontradas por cada ator (BORGATTI e OFEM, 2010, p.20).

Estruturalmente, o número de laços está relacionado com o número de colaboradores (coautores) sem considerar o número de vezes que houve colaboração (DE NOOY; MRVAR e BATAGELJ, 2005). A principal propriedade estrutural da rede é a densidade que, segundo Gnyawali e Madhavan (2001), pode ser entendida por meio da extensão da interconexão entre os atores, ou seja, quanto maior a interconexão, maior a densidade.

As medidas de centralidade, densidade e transitividade (probabilidade de duas pessoas estarem conectadas), compõem algumas das principais propriedades estruturais de uma rede. Além das centralidades de grau (*degree*), de intermediação (*betweenness*) e de Bonacich – já apresentadas anteriormente–, a centralidade de proximidade (*closeness*) também compõe essa medida e é a função da proximidade ou distância de um ator em relação a todos outros numa rede. A ideia percebida na análise desse indicador é que um autor com elevada centralidade de aproximação é aquele que possui maiores condições de interagir rapidamente com todos os outros (HANNEMAN e RIDDLE, 2005; SCOTT, 2000; WASSERMAN e FAUST, 1994).

Em suas estruturas, as redes podem ser densas ou difusas e, quanto às suas relações, elas podem ter conexões fortes ou fracas. Conexões fracas e redes difusas são mais típicas aos ambientes instáveis, pois permitem maior fluxo de novas informações. Já conexões

fortes e redes densas são propícias aos ambientes estáveis, pois a troca de informações é refinada e há um alto nível de confiança, cooperação, reciprocidade e controle social entre os atores (ROWLEY, BEHRENS e KRACKHARDT, 2000). Nesse caso, pode haver dificuldade de acesso desses atores a novas informações que circulam fora daquele ambiente restrito.

Gnyawali e Madhavan (2001) destacam três características das redes densas: primeiro, facilitam o fluxo de informação e outros recursos; segundo, funcionam como sistemas fechados de confiança e normas divididas, nos quais as estruturas de comportamento em comum se desenvolvem mais facilmente; e terceiro, as redes densas facilitam a atribuição de sanções. No caso das redes difusas, quando os atores se ligam a grupos desconectados, há uma redução da centralidade de grau e um maior acesso às informações disponíveis, diminuindo a redundância dos dados, o que permite um melhor aproveitamento em relação à difusão do conhecimento. Sendo assim, uma diversidade de competências, experiências e informações pode aprimorar a capacidade criativa dos membros pertencentes à rede. Para Powell e Smith-Doer (1994), as redes difusas contribuem para desempenho positivo das firmas.

A coesão das relações é uma propriedade relacional e ocorre entre os atores da rede. Ela é compreendida por meio da intensidade do relacionamento (forte ou fraco). A coesão relaciona-se com a densidade – que é uma propriedade estrutural –, pois é fundamental para a presença de maior densidade na rede. Entretanto, podem existir relações coesas dentro de redes difusas. Na visão de Rowley, Behrens e Krackhardt (2000), a densidade e a coesão devem ser tratadas conjuntamente, uma vez que a intensidade de relacionamento (forte ou fraco) é dependente da estrutura da rede (densa ou difusa).

Redes de conhecimento, assim como a maioria das redes sociais, têm na coesão um dos seus principais elementos de análise (BORGATTI e OFEM, 2010). Assim, no comportamento coletivo dos atores de um mesmo grupo, a coesão serve de base para a solidariedade e identidade do grupo, o que se conceitua como uma característica de homofilia (DE NOOY; MRVAR e BATAGELJ, 2005). A presença da homofilia é relativamente comum, gerando subgrupos (cliques) que, por vezes, possuem suas próprias normas, subculturas e valores. Cliques são definidos como uma rede composta de três ou mais *nós*, conectados diretamente (SCOTT, 2000; WASSERMAN e FAUST, 1994). Segundo alguns autores, a exemplo de Rossoni e Machado-da-Silva (2007a), a homogeneização de práticas e a presença de um sistema de significados comuns são tão

fortes que, nessa coesão, pode ser também percebida uma grande tendência ao isomorfismo²⁴, quando

as práticas são compartilhadas e reproduzidas a partir dos programas de pós-graduação, dos encontros acadêmicos formais e informais, e dos sistemas de avaliação instaurados na pós-graduação, seja de avaliação da qualidade dos programas, seja na avaliação dos artigos submetidos para periódicos e anais de eventos científicos (LIBERMAN e WOLF, 1997 *apud* ROSSONI e MACHADO-DA-SILVA, 2007a, p. 3).

Tratando das relações entre indivíduos, Borgatti e Ofem (2010) apresentam uma tipologia que ajuda a compreender melhor o motivo que une os atores em uma rede social. Eles sugerem cinco tipos básicos de relações (Tabela 13): similaridades, relações sociais, relações mentais, interações e fluxo.

Tabela 13- Tipologia das relações estudadas em análise de redes sociais

Tipos de Relações	Exemplos
Similaridades	
Localização	Mesmo espaço/ espaço temporal
Membros	Mesmo clube/mesmo evento
Atributos	Mesmo sexo/ mesma atitude
Relações Sociais	
Parentesco	Mãe, pai, tios
Outros papéis	Chefe, estudante, amigo
Relações Mentais	
Afetivas	Gostar, detester
Cognitivas	Conhecer, Ver como
Interações	Prejudicado, ajudado, aconselhado
Fluxo	Informação, conhecimento, dinheiro, crenças

Fonte: Borgatti e Ofem (2010, p.22). Tradução nossa.

O grupo de Similaridades inclui as relações com proximidade temporal, ou espacial, como a coparticipação em grupos e eventos e a utilização de mesmo atributo social, como raça ou classe. As Relações Sociais são laços, como amizade e parentesco, e são direitos institucionalizados e/ou relações de obrigações com os atores da rede. Relações Mentais são “percepções de” ou “atitudes para outros”, tais como

²⁴ Entende-se por isomorfismo a tendência de homogeneidade de estruturas e ações. O processo de isomorfismo pode ser desenvolvido por meio de mecanismos coercitivos, miméticos ou normativos. Para o aprofundamento sobre o assunto, indica-se a leitura de POWELL, W. W.; DIMAGGIO, P. J. *The New Institutionalism in Organizational Analysis*. London: University of Chicago, 1991 e MEYER, John W; SCOTT, W. Richard (org). *Organizational Environments: ritual and rationality*. London: Sage, 1992.

reconhecimento, gostar, ou não, de alguém ou percepção sobre algo ou alguém. Interações podem ser consideradas como acontecimentos distintos que podem ser contados ao longo do tempo. E o tipo de relações de Fluxo é caracterizado pela transmissão (ou transferência) de coisas tangíveis, ou intangíveis, como ideias e conhecimentos, por meio de interações entre os atores da rede. No modelo de fluxo, numa estrutura de rede, destaca-se também a existência de atores que, por terem maior domínio do conhecimento e *expertise*, terão uma posição na rede que permitirá maior poder e controle sobre o fluxo.

Nas redes de pesquisadores analisadas nesta tese, existe a predominância de relações do tipo ‘fluxo’, já que se trata de uma pesquisa na qual o conhecimento é o fenômeno estudado. Entretanto, nas redes de pesquisadores também são encontradas relações, pertencentes ao grupo ‘relações mentais’, visto que são frequentes as ligações afetivas e cognitivas entre os atores no meio acadêmico.

Outra contribuição interessante para a análise de redes sociais é apresentada por Borgatti e Hagin (2011) e diz respeito ao comportamento da relação existente entre os *nós*. Para os autores, na prática, a relação pode envolver laços sociais que representam ‘estados’ e laços sociais que representam ‘eventos’. A diferença entre eles está na continuidade ao longo do tempo. Os laços ‘estados’ são contínuos, o que não quer dizer que eles são permanentes. Eles podem ser dimensionados em termos de **força, intensidade e duração**. Exemplos desse tipo de laço são os de parentesco, amigo ou chefe, de relações perceptivas – por exemplo, reconhece ou conhece as habilidades cognitivas – e as relações afetivas – por exemplo, gosta ou odeia. Uma ligação “evento”, por sua vez, tem uma natureza transitória e pode ser contada ao longo de períodos de tempo. Acumulados ao longo do tempo, as ligações podem ser dimensionadas em termos de **frequência de ocorrência** – por exemplo, o número de e-mails trocados. Segundo os autores, é esse tipo de laços que alguns autores têm em mente quando definem as redes como um "padrão recorrente de laços" (DUBINI e ALDRICH, 1991; EBERS, 1997 *apud* BORGATTI e HALGIN, 2011).

Os laços podem ser, metaforicamente, vistos como estradas ou tubos que permitem (ou não) algum fluxo entre os *nós*. No caso da construção do conhecimento, tema desta tese, a informação e o conhecimento são considerados fluxos que transitam nos laços existentes entre os pesquisadores (*nós* da rede). Borgatti e Kidwell (2009, p. 2) corroboram essa ideia, ao afirmar que “networks are seen as systems of pipes through which information flows”.

O trabalho desenvolvido por pesquisadores nas comunidades acadêmicas tem sido, cada vez mais, reconhecido como necessário para a criação de conhecimento, assim como na busca por soluções dos problemas cotidianos da sociedade. Na maior parte da produção científica, gerada em instituições de ciência e tecnologia – entre elas, as universidades –, esses atores buscam compor redes de relacionamentos interpessoais, intra e interinstitucionais, a fim de compartilhar seu aprendizado, otimizar os recursos humanos, tecnológicos e a infraestrutura, acelerar a difusão do conhecimento científico por eles gerado, além de obter recursos para pesquisa.

Segundo Wuchty *et al.* (2007), a produção de conhecimento em rede tem sido mais frequente, nas últimas cinco décadas, nas mais diversas áreas de pesquisa, a exemplo da ciência e engenharia e das ciências sociais. Essa nova forma de geração do conhecimento, segundo os mesmos autores, traz vantagens e desvantagens. Como pontos positivos, eles reforçam o maior acesso ao financiamento e a troca de conhecimento entre os pesquisadores, o que pode elevar a qualidade das pesquisas. Entretanto, os grupos possuem dificuldades na coordenação dos trabalhos e pouca experiência em trabalho em rede, o que conduz a eventuais perdas de desempenho.

Tratando-se da produção científica, o processo de construção do conhecimento, por meio das redes sociais, tende a tornar-se ainda mais dinâmico e regenerativo. Para Gibbons *et al.* (1994), nesse campo, a geração de conhecimento dá-se de forma não-linear, e suas principais características são a transdisciplinaridade da criação do conhecimento e a relação social entre os atores como ponto de partida. Na percepção desse autor, no contexto de aplicação do conhecimento, originado a partir de um ambiente heterogêneo, os grupos de pesquisas constituídos estabelecem redes que são dissolvidas a partir do surgimento de novos objetivos que levaram à sua criação. Dessa forma, ao se associar o pensamento de Gibbons *et al.* (1994) e a contribuição de Borgatti e Hagin (2011) sobre o comportamento das relações existentes entre os *nós*, pode-se imaginar que os laços sociais existentes, no processo de construção do conhecimento, comportam-se como ‘eventos’, ou seja, têm uma natureza transitória e podem ser contados (por meio do número de publicações de artigos científicos) ao longo de períodos de tempo.

Segundo Casas *et al.* (2001), as redes formam espaços (grupos) de conhecimento que são configurados por meio de relações intrainstitucionais, construídas no interior dos centros de pesquisas e das universidades (comunidades acadêmicas), e de relações interinstitucionais estabelecidas entre atores pertencentes à mesma atividade, ou mesmo a

diferentes áreas de atuação (comunidade científica). As redes de conhecimento são, portanto, uma construção de fluxos e processos de aprendizagem que constituem um conjunto rico e diverso de relações intra e interinstitucionais.

Outra visão a respeito da discussão sobre redes de conhecimento e sua relação com aprendizagem é dada por Lave e Wenger (1991), quando articulam os conceitos de comunidade de prática ao conceito de aprendizagem, destacando a importância de um processo fundamental ao seu funcionamento, a *participação periférica legítima*. Tal processo trata da relação entre novatos e veteranos, nessas redes, e suas respectivas atividades, identidades, artefatos e comunidades. A participação periférica legítima pode ser entendida como o processo através do qual os novatos tornam-se membros definitivos de uma comunidade e obtêm legitimação, por meio da participação e da ajuda dos veteranos.

Ao compartilharem ideias, equipamentos, métodos e técnicas, os atores adotam critérios para escolha dos pares, selecionando-os, de acordo com abordagens de seu interesse e que lhes sejam acessíveis, ao tempo que tenham afinidades e detenham determinado grau de legitimidade, perante a comunidade científica. Em outras palavras, o sucesso da rede formada por pesquisadores, aqui percebidos enquanto autores e coautores da produção científica, dependerá também do conjunto de regras básicas construídas e legitimadas em suas comunidades acadêmicas. Além disso, o resultado da dinâmica da relação entre eles irá tanto influenciar quanto ser influenciada pelas práticas institucionalizadas de pesquisa.

Diante da crescente institucionalização da pesquisa científica, alguns autores sugerem um debate sobre a importância da liberdade para a construção do conhecimento e envolvem temas como a autonomia dos pesquisadores, a coordenação e a liderança de grupos de pesquisa. Polanyi (1962), por exemplo, defende que, assim como Adam Smith utilizou o termo “mão invisível” para descrever o processo de coordenação da oferta e da demanda de mercado, no campo científico, parece existir o que ele chamou de “coordenação espontânea de iniciativas independentes” (*idem*, p. 54). O autor acredita que a busca da ciência por independentes auto-iniciativas coordenadas é que assegura a organização mais eficiente do progresso científico. Qualquer autoridade que queira orientar o trabalho do cientista criará um impasse para o progresso da ciência, ou seja, ele defende a livre construção do saber, na qual o cientista fará a sua própria escolha de problemas, persiga-os à luz do seu próprio julgamento pessoal e se coloque apenas como membro de

uma rede onde há uma organização.

Contudo, se o conhecimento é formado por meio de um processo social, ele também está sujeito à avaliação e enquadramento daquilo que é valorizado por sua comunidade – nesse caso, a científica. Salomon (1970, p.30) diz que a pesquisa científica é guiada por estratégias muito mais complexas do que a simples busca neutra de conhecimento, o que torna evidente a contradição existente entre o “fazer ciência pura” e o “fazer ciência sob influência e considerações de ordem prática”, contando com uma série de incentivos materiais e institucionais, além de linhas de pesquisas determinadas, institucionalmente, por interesses de diversas grandezas.

2.2.2. Colaboração científica como redes sociais

Na busca de um melhor entendimento sobre como a ciência está sendo produzida, a colaboração em pesquisa científica tem sido um tema de grande interesse para pesquisadores, instituições de ensino, empresas e governos. Segundo Balancieri *et al* (2005, p.66), o início dos estudos sobre colaboração científica ocorreu na década de 60, quando Price e Beaver, em 1966, trataram dos “colégios invisíveis”, uma rede de colaboração informal. No ano seguinte, Milgram (1967) apresentou um modelo de colaboração chamado “mundos pequenos” (*small worlds*), na qual cada ator, em uma rede, é capaz de alcançar outro autor com apenas seis passos em média, os amplamente reconhecidos “seis graus de separação”.²⁵

Em torno do tema redes sociais, existem algumas questões importantes que, para os propósitos da análise desta pesquisa, merecem ser destacadas, entre elas: uma definição mais apurada do que é colaboração; quais as suas modalidades e níveis; como exatamente os pesquisadores têm trabalhado em conjunto (como a colaboração acontece); e a relação existente entre coautoria em artigos científicos e colaboração.

De modo geral, a definição apresentada por alguns autores, a exemplo de Newman (2001), Otte e Rousseau (2002), Barabasi *et al.* (2002), Borgatti e Foster (2003), Moody (2004), Wagner e Levdesdorff (2005), Wuchty, Jones e Uzzi (2007), sugere que colaboração é o trabalho em conjunto, realizado por indivíduos a fim de alcançarem

²⁵ Sobre seis graus de separação, consultar WATTS, D.J. *Six Degrees: the science of a connected age*. New York, W.W.Norton, 384 p. 2004.

objetivos comuns. Assim, a colaboração em pesquisa científica pode ser imaginada como o trabalho conjunto de pesquisadores para atingirem um objetivo comum, no caso, a produção de novos conhecimentos científicos. Balancieri *et al* (2005, p.64) acrescentam, ainda, o importante papel da coordenação da equipe, ao definirem a colaboração científica como “um empreendimento cooperativo que envolve metas comuns, esforço coordenado e resultados ou produtos (trabalhos científicos) com responsabilidade e mérito compartilhados”.

Na realização de pesquisa, o grau de cooperação varia de acordo com a área do conhecimento, devido às características cognitivas, de infraestruturas e organizacionais específicas de cada uma. Além disso, a colaboração entre pesquisadores apresenta diferentes intensidades, o que, sutilmente, permite um descolamento entre as definições de colaboração e coautoria de artigos. Para Stefaniak (1982, *apud* BALANCIERI, 2005, p.67),

“a relação direta entre colaboração e coautoria tem sido questionada com base em evidências de que diferentes países, áreas do conhecimento, instituições, grupos de pesquisa e indivíduos têm tradições e critérios significativamente diferentes para qualificar alguém como coautor”.

Em 1966, Price e Beaver, a partir de estudos sobre a colaboração entre pesquisadores, concluíram que a maior parte da colaboração científica inicia-se com relações informais, várias delas ocorridas em conferências, reuniões sobre determinadas especialidades, totalmente fora dos limites dos departamentos das universidades. Também é possível que a colaboração informal aconteça como um aconselhamento ou devido à *expertise* de algum pesquisador em determinado assunto. Burt (2005, p.3) lembra que “When people are confused, they turn to friends and colleagues for advice. When authority is unclear, people turn to friends and colleagues for support”. Entretanto, existem pesquisadores que colaboram intensamente, desenvolvendo a pesquisa com maior dedicação. Percebe-se, então, que a colaboração ocorre durante o processo de elaboração da pesquisa e apresenta diferentes intensidades. Além disso, se reconhece que, em alguns casos, nem todos os coautores citados no artigo foram os únicos que participaram do processo de colaboração científica e desenvolvimento da pesquisa.

Devido à natureza complexa da interação humana e por existirem diversas maneiras e intensidades de colaboração, a tarefa de mensurá-la é um grande desafio, não sendo facilmente determinada pelos métodos usuais de observação, entrevistas ou questionários.

Além disso, a natureza e a magnitude da contribuição de cada colaborador são susceptíveis a mudanças durante o curso de um projeto de pesquisa (SUBRAMANYAM, 1983, p.35).

Apesar da possível participação informal de outros atores no processo de colaboração científica – que não serão, necessariamente, coautores das publicações –, a coautoria é amplamente utilizada como indicador de colaboração. Importantes estudos foram realizados na tentativa de identificar as mudanças sociais ocorridas no processo de desenvolvimento do conhecimento científico, a partir da análise de coautorias. Por exemplo, o físico Derek John de Solla Price, em 1966, foi um dos primeiros defensores do uso de análises de coautorias em artigos como uma medida de colaboração. Solla Price produziu provas para apoiar a observação de Smith (1958) de que múltiplas coautorias eram uma tendência e que a produção de conhecimento ocorria em grupo. Posteriormente, outros autores, a exemplo de Merton (1965), Beaver e Rosen (1978, 1979) e Balog (1980) também se manifestaram a favor desse pensamento.

A mensuração da colaboração científica, por meio da coautoria dos artigos publicados, apresenta algumas vantagens, segundo Subramanyam (1983). A primeira vantagem diz respeito à facilidade do acesso ao mesmo conjunto de dados por qualquer investigador, o que torna os resultados verificáveis e replicáveis. Em segundo lugar, o custo da pesquisa tende a ser mais baixo. Adicionalmente, é possível se trabalhar com uma grande amostra, ou até mesmo a população e resultados devem, portanto, ser, estatisticamente, mais significativos do que os resultados apresentados em pequenos estudos de caso.

Sob a ótica da coautoria, resultados de pesquisas sobre a colaboração científica têm merecido a atenção da comunidade científica. Segundo alguns autores, como Meadows e O'connor (1971) e Stefaniak (1982), a taxa de crescimento de coautoria varia, consideravelmente, com a área de pesquisa. Mais recentemente, Wuchty, Jones e Uzzi (2007), em pesquisa realizada na *Web of Knowledge*, em três grandes áreas (Ciência e Engenharia, Ciências Sociais e Arte e Humanidades), também chegaram a essa conclusão ao verificar que, para as áreas de Ciência e Engenharia e Ciências Sociais, tem havido uma mudança substancial com a tendência à pesquisa em grupo.

Segundo a pesquisa citada, nas áreas de Ciência e Engenharia e Ciências Sociais, o tamanho da equipe tem crescido a cada ano e quase dobrou, passando de, aproximadamente, 1,9 para 3,5 autores por artigo no período de 1955 e 2000. Nessas áreas e em suas subáreas, como medicina, biologia e física foi possível perceber, pelo menos,

uma duplicação no número médio de autores ao longo do mesmo período. Surpreendentemente, até mesmo a subárea de matemática, tida como “domínio do cientista solitário” (WUCHTY, JONES e UZZI, 2007) e menos dependente que as ciências duras em, por exemplo, escala de laboratórios, e uso de equipamentos, mostrou um aumento marcante na fração do trabalho realizado em grupo (de 19% para 57%), com significativo aumento do número de autores por publicação (de 1,22 para 1,84). A exceção foi a área de Artes e Humanidades, na qual os autores, ainda, produziram mais de 90% dos seus artigos de forma isolada, entre os anos de 1975 e 2000.

O estudo apontou também que cientistas sociais, em 1955, escreveram 17,5% de seus trabalhos em grupo; no ano de 2000, o percentual aumentou para 51,5%. No mesmo período, em relação ao número de coautores por publicação, as subáreas das ciências sociais citadas na pesquisa (psicologia, economia e ciência política) mostram mudanças significativas, sendo que a psicologia teve o maior crescimento, cerca de 75,1% (WUCHTY, JONES e UZZI, 2007).

O processo de colaboração traz benefícios para a comunidade científica. O primeiro benefício é a **partilha** de conhecimentos, habilidades e técnicas. A colaboração, ainda, possibilita uma utilização mais eficaz dos talentos e *expertises* dos pesquisadores. Além disso, a atividade de pesquisa exige não apenas conhecimentos técnicos, mas também habilidades sociais e de gestão, necessárias para o trabalho em equipe. O segundo benefício, intimamente relacionado com o primeiro, é a **transferência** de conhecimento ou habilidades. Grande parte do conhecimento é tácito (COLLINS, 1974; SENKER, 2008; NONAKA e TAKEUCHI, 1997) e, assim, permanece até que, no caso, os pesquisadores o compartilhe com seus colegas e o tornem explícito. Em terceiro lugar, a colaboração pode trazer um confronto de pontos de vista, uma fertilização cruzada de ideias que, por sua vez, pode gerar novos conhecimentos ou perspectivas (MULKAY, 1972; HOCH, 1987). Um quarto benefício a ser apontado é que a colaboração favorece o companheirismo intelectual. A pesquisa pode ser uma profissão solitária. Entretanto, um indivíduo pode, em parte, superar esse isolamento intelectual, por meio da colaboração com os outros, formando relações de trabalho e, também, relações pessoais.

Além das vantagens apontadas, os benefícios de trabalhar com outros pesquisadores não estão limitados às ligações com os colaboradores imediatos. A colaboração também tem o efeito de conectar um investigador a uma ampla rede de contatos na comunidade científica, o que contribui para a visibilidade do seu trabalho.

O ato de colaboração pode ser, assim uma fonte de estímulo e criatividade. Tais benefícios podem ser maiores quando a colaboração envolve parceiros de diversas formações científicas. O incentivo à colaboração entre pesquisadores individuais e à formação de redes interdisciplinares de pesquisa tem sido crescente, por meio de políticas de ciência e tecnologia, principalmente, entre a academia e as indústrias. O artigo intitulado “Revistas científicas brasileiras ainda têm baixo impacto internacional”, divulgado no *site* da Agência de Notícias da Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP), em outubro de 2012, traz uma análise comparativa sobre a rota de publicação de artigos científicos em 12 países – seis desenvolvidos (Inglaterra, França, Canadá, Holanda, Suíça e Espanha) e seis emergentes (Brasil, Rússia, Índia, China, África do Sul e Coreia do Sul). A pesquisa²⁶ tem como base publicações indexadas na *Web of Science*, em 2010, e citações correspondentes até setembro de 2012 e ressalta que os artigos em colaboração internacional recebem, em média, mais citações do que aqueles produzidos por autores do mesmo país. No caso do Brasil, o percentual de aumento da citação de artigos produzidos em colaboração internacional chega a atingir 97,8% em relação aos artigos produzidos apenas por autores brasileiros. Esse percentual é o segundo maior entre os países emergentes e está atrás apenas da Rússia, onde o acréscimo atingiu 125%.

Outro artigo²⁷ também divulgado pela Agência FAPESP e intitulado “Brasil integra o novo mapa da ciência” cita

As fronteiras nacionais estão sendo superadas por rede de colaboração em pesquisa e ‘circulação de cérebros’, que possibilitam que os cientistas se movam de forma muito mais fluida em todo o mundo do que no passado. Uma edição da *Nature* hoje tem um número similar de artigos científicos das edições de 60 anos atrás, mas eles têm pelos menos quatro vezes mais autores [...] Esse movimento de pessoas e ideias deve mudar a forma como a ciência é feita, como é financiada e as questões que aborda, vaticina o editorial da revista.

As redes sociais são disseminadoras de informação, oportunidade e influência (LAZZARINI, 2007). Por isso, a criação de redes de colaboração bem estruturadas entre pesquisadores permite o desenvolvimento de ideias e conhecimentos, capazes de alavancar a produção e o desenvolvimento científico de um país. Entretanto, para a formação das redes sociais com capacidade para tal, se faz necessária a presença de capital humano

²⁶ Fonte: www.agencia.fapesp.br/16332. “Revistas científicas brasileiras ainda têm baixo impacto internacional”. 16 de outubro de 2012. Acesso em 16 out.2012.

²⁷ Fonte: www.agencia.fapesp.br/16351. “Brasil integra o novo mapa da ciência” de 19/10/2012. Acesso em 30 out. 2012.

qualificado, além da formação de capital social, tema que será explorado na próxima subseção.

2.2.3. A presença do capital humano e a formação de capital social nas redes de conhecimento científico

O interesse da sociologia e da economia, no estudo de redes sociais, deve-se ao fato de as redes sociais serem o *locus* da formação do capital social. O capital social constitui-se nas relações (laços) com outros atores e está presente tanto em redes densas como também em redes difusas.

Em uma rede, há a formação de capital social individual e de capital social grupal (BORGATTI e OFEM, 2010) que são características endógenas às redes sociais. O capital humano, cuja formação é exógena à rede,

“engloba as habilidades e conhecimentos dos indivíduos que, em conjunto com outras características pessoais e o esforço despendido, aumentam as possibilidades de produção e de bem-estar pessoal, social e econômico. Parte desse capital está associada ao processo, formal ou informal, de aprendizagem pelo qual todos passam, mas tanto a sua aquisição quanto o seu uso são processos que dependem do indivíduo” (MARTELETO E SILVA, 2004,p.44).

O modo como o indivíduo se comporta é determinado por suas relações passadas ou atuais com as outras pessoas. E a interdependência das funções humanas sujeita e molda, de forma profunda, o indivíduo.

O capital humano possui diferenças quando comparado entre indivíduos. A explicação para a desigualdade do capital humano repousa na ideia de que as pessoas que fazem melhor são os indivíduos mais capazes (BURT, 2005). A maior capacidade individual está associada a diversos motivos, como desenvolvimento cognitivo, psíquico ou simplesmente, melhores condições de trabalho e disponibilidade de infraestrutura, que é o conjunto de instalações e meios para que a produção se realize e se distribua.

No momento em que se discute a complexidade de uma rede de colaboração, pressupõe-se a formação de relações sociais, nas quais o capital social é um recurso disponibilizado. O capital social também apresenta diferenças quando se trata da sua

formação nos grupos. O capital social grupal não representa a soma do capital social individual, e sim o resultado da interação entre o capital humano e a disponibilidade de infraestrutura. Por ter uma natureza complexa e ser difícil de reprodução, o capital social desenvolvido, em redes sociais, pode constituir uma fonte de vantagem competitiva para aquele grupo que apresentar melhor desempenho.

Tratando-se, especificamente, do conceito de capital social, segundo Durston (2002), existem três teóricos que se destacam: James Coleman, Robert Putman e Pierre Bourdieu. Todos eles partem do princípio de que o capital social é um recurso, resultante da estrutura social. Entretanto, os dois primeiros tratam o capital social como um recurso coletivo, baseado nas normas e redes de intercâmbio entre os indivíduos. Coleman (1999) aplica o conceito de capital social na área da educação e analisa o seu papel no crescimento do capital humano, em uma abordagem baseada na escolha racional. Para esse autor, o capital social é um recurso do indivíduo que pertence a uma determinada estrutura. O capital social – um conjunto de relações horizontais entre atores que formam redes sociais imbuídas de normas com efeito na produtividade de uma comunidade – deve ser entendido como um recurso para as pessoas e, sendo assim, ele é produzido a partir das mudanças das relações interpessoais que facilitam determinadas ações. Dessa forma, o capital social depende da ação individual para a produção de um bem coletivo e é sustentado por dois pilares, a confiança e a reciprocidade. Putnam (1993), ainda, aplica o conceito de capital social na compreensão da participação e engajamento da sociedade e os seus efeitos nas instituições democráticas e na qualidade do governo em algumas Regiões da Itália.

O terceiro teórico, Bourdieu, segundo Durston (2002), trata o capital social como a soma dos recursos disponíveis (concretos ou virtuais), em uma rede de relações, institucionalizada, existente em um campo social. Nessa rede, existe o reconhecimento mútuo e o campo social caracteriza-se como um espaço onde se manifestam relações de poder. Isso significa dizer que os campos sociais estruturam-se a partir da distribuição desigual de um **quantum** social que, por sua vez, determina a posição que cada agente específico ocupa em seu interior. Esse **quantum** é chamado de capital social. Além disso, o autor diz que a hierarquia social, formada no campo social, é resultado da interação entre o indivíduo e a estrutura.

Outros autores também se destacam, ao analisar a formação do capital social em suas teorias. Burt (2005), quando trata de buracos estruturais, analisa o capital social por meio da presença de *nós* e de laços em torno de um único *nó*. A vantagem gerada pela

localização de um indivíduo, na estrutura de relacionamento, é reconhecida pelo autor como **capital social individual** (BURT, 2005, p.4). Nesse caso, o capital social remete ao número, à força e aos recursos dos contatos (FLAP, 1991), ao posicionamento privilegiado (BURT, 1992) e ao grau de imersão nas relações (UZZI, 1996).

Analisar imersão social (*embeddedness*) significa entender o papel do ator, bem como a estrutura na qual ele está inserido. Por meio da análise de redes, é possível descrever e analisar os aspectos estruturais e a dinâmica de relacionamento entre atores sociais, o que vem sendo apontado como elementos de fundamental importância para entendimento dos processos de imersão social.

Para Granovetter (1992), a imersão social se refere às relações diádicas dos atores e à estrutura da rede de relações como um todo. Quando se trata do campo econômico, a imersão social refere-se ao inter-relacionamento entre estrutura social e atividade econômica, ou seja, refere-se à forma como a atividade econômica é constituída pela estrutura social (POLANYI, 1947; GRANOVETTER, 1985; ZUKIN e DIMAGGIO, 1990).

No campo do conhecimento e de forma similar ao campo econômico, a imersão social também se refere ao relacionamento com a estrutura social. A formação do conhecimento científico é um processo social, caracterizado pela dinâmica contínua entre as dimensões social e intelectual, no qual diferentes mecanismos relacionais, cognitivos e políticos/intelectuais estão envolvidos. Os laços sociais entre pesquisadores representam a afinidade intelectual, evidenciando a participação de mecanismos atrelados à difusão de ideias e formação de um quadro interpretativo compartilhado, aspectos também associados à imersão social no âmbito dos agrupamentos de pesquisadores (GARRIDO FILHO, 2008) que acabam por afetar a colaboração entre eles.

Para Lin (2001), a imersão social nas redes se faz necessária devido a quatro motivos: em primeiro lugar, há maior facilidade no fluxo de informação por causa da melhor disposição dos contatos pessoais, o que leva o indivíduo a ter acesso a oportunidades com menores custos; segundo, os laços sociais dão ao indivíduo uma posição privilegiada, favorecendo a ação de mecanismos de influência; terceiro, os laços sociais podem facilitar o acesso a recursos de terceiros; por fim, as relações aumentam a identidade e o reconhecimento, uma vez que a participação de atores, em alguns grupos, pode significar mérito, assim como direito de usufruir de recursos exclusivos.

Segundo Granovetter (1985), existem dois tipos de *embeddedness*: o estrutural e o relacional. O autor diferencia o *embeddedness* estrutural do relacional, quando diz que o estrutural foca no **como** a posição de um ator na rede afeta o seu comportamento, e o relacional busca uma explicação (**o porquê**) da dependência do comportamento dos atores com a estrutura.

Também tratando de imersão social, Uzzi (1997) destaca três tipos genéricos de redes: a pouco imersa (*underembedded*), a muito imersa (*overembedded*) e a integrada. A rede pouco imersa (*underembedded*) tem relações fracas entre os atores. A rede muito imersa (*overembedded*) tem relações fortes e coesas. A rede integrada apresenta-se como a maneira ótima de configuração de uma rede, pois combina relações coesas e fracas. Na rede integrada, não há uma dependência exclusiva entre os atores e ainda há possibilidades de receber informações não redundantes. O autor destaca que o grau das relações fortes e fracas depende da qualidade das conexões, da posição e da arquitetura de rede.

A partir da interação entre indivíduos, o capital social, segundo Marteleto e Silva (2004, p.44) é definido como “as normas, valores e nos relacionamentos compartilhados que permitem a cooperação dentro ou entre os diferentes grupos sociais”. Assim, fica claramente definida uma estrutura de redes por trás do conceito de capital social grupal, que pode ser entendido também como um recurso da sociedade, construído pelas suas redes de relações.

A construção de redes sociais e a conseqüente aquisição de capital social estão condicionadas, então, a fatores culturais, políticos e sociais da estrutura na qual a rede está inserida. Mas, segundo Lin (2001), há controvérsias sob as formas estruturais adequadas para a aquisição de capital social. Alguns autores defendem a ideia de fechamento e densidade como mecanismo para a formação de capital social (BOURDIEU, 1985; COLEMAN, 1990). Nesse caso, os benefícios podem ser proporcionados pelo tamanho da rede e pelo volume de capital disponível (BOURDIEU, 1985), em que estruturas sociais densas e coesas acomodam meios de manter e reproduzir o capital do grupo (COLEMAN, 1990); outros defendem a ideia de que, em redes abertas, a formação do capital social é mais significativa (GRANOVETTER, 1973; BURT, 1992).

Para Burt (1992), em uma rede onde existem vários grupos que estão ligados entre si por poucos atores (por pontes), o capital social grupal será maior, pois há buracos estruturais. O autor, em seu livro *Brokerage & Closure*, de 2005, reafirma a importância da formação do capital social a partir da existência de buracos estruturais, ao citar que: “the

social capital of structural holes comes from the opportunities that holes provide to broker the flow of information between people, and shape the projects that bring together people from opposite sides of the hole” (BURT, 2005, p.18).

Para Borgatti e Halgin (2011), em redes coesas, onde todos os atores estão diretamente ligados entre si, o capital social grupal será menos expressivo. Esse pensamento é corroborado com a relação que Granovetter (1973) faz entre transitividade²⁸, laços fracos e homofilia²⁹ (consequência dos laços fortes). Para esse autor, quanto mais fraco for o laço e menos transitividade existir em uma relação entre atores, maior o capital social.

Tanto as redes que apresentam alta densidade quanto às com baixa densidade formam capital social, e seja qual for a perspectiva, é sabido que a imersão social dos atores nas redes pode aumentar o sucesso das suas ações. Redes densas e coesas conseguem compartilhar melhor os recursos, e, por outro lado, redes mais abertas (menos densas) tendem a aumentar o acesso a recursos distintos e a informações não redundantes.

Ao se tratar de setores dinâmicos, como os de pesquisa, são necessárias informações não redundantes, as quais são promovidas geralmente por redes difusas (menos densas e mais abertas) que propiciam a entrada de novos conhecimentos. Contudo, em diversas áreas do conhecimento, segundo Rossoni e Machado-da-Silva (2007b, p.2), “o campo científico apresenta um coeficiente de agrupamento alto, mas a distância entre os pesquisadores é pequena, o que se leva a entender que tais atores isolados operam como mundos pequenos”.

Milgram (1967) utilizou o termo “mundos pequenos” (*small worlds*) para descrever a tendência de as pessoas diminuírem a distância entre elas por meio de poucos atores intermediários. Nessa abordagem, atores de uma rede conectam-se a partir de um pequeno número de intermediários, bastante agrupados, e com pouca variância na distância média entre os *nós* (NEWMAN, 2004; WATTS e STROGATZ, 1998). Segundo Newman (2004), o pressuposto fundamental do fenômeno de mundos pequenos é de que os atores presentes

²⁸ Uma tríade envolvendo atores i, j, k é considerada transitiva se sempre $i \rightarrow j$ e $j \rightarrow k$, então $i \rightarrow k$ (WASSERMAN e FAUST, 2004, p.243). Nesse exemplo, i tem alguma relação com j e j tem alguma relação com k . A tríade é transitiva, pois supõe-se que i possui alguma relação com k .

²⁹ Entende-se por homofilia, a tendência das pessoas formarem (positivamente) laços com outros que elas possuem identidades/afinidade (DE NOOY, MRVAR e BATAGELJ, 2005).

numa grande rede podem se conectar, a partir de um pequeno número de intermediários, tipicamente seis³⁰.

A presença da dinâmica do *small worlds* em uma rede é, em boa parte, determinada pela tendência dos seus atores em reproduzirem propriedades estruturais, existentes nas relações sociais locais. Essa coesão contribui para a construção de estruturas globais, que, por sua vez, irão dar suporte às estruturas locais (ROSSONI e MACHADO-DA-SILVA, 2007b). Se, por um lado, se tem, estruturalmente, grupos locais coesos que compartilham laços fortes, diretos, intensos e frequentes (WASSEMAN e FAUST, 1994), por outro, eles não se encontram totalmente isolados, apresentando ligações, ainda que fracas. Nesse momento, destaca-se o importante papel de alguns atores, os intermediadores, responsáveis pela manutenção desses laços e pelo fluxo de informação, tornando-a não redundante.

Para Watts e Strogatz (1998), em uma estrutura “mundos pequenos”, diferentemente de redes aleatórias, a distância entre os *nós* não aumenta com o aumento da rede. Essas redes tendem a apresentar uma alta reciprocidade e coesão social local entre os atores. Entretanto, a simples ideia de coesão, “não é suficiente para compreender os mecanismos de geração do conhecimento por parte dos pesquisadores, pois em ambientes de alta densidade de relacionamentos, seu conteúdo torna-se cada vez mais redundante” (*idem*, p.3), o que não é a tendência, ao se tratar de comunidades acadêmicas. Em redes com essas características – grupos com alta coesão local imersos em redes com baixa coesão global –, a formação do capital social ocorre influenciada pelas duas formas de estrutura citadas acima, ou seja, não só redes densas e coesas promovem o compartilhamento de recursos como também as redes mais abertas são importantes, visto que propiciam o acesso a recursos distintos e a informações privilegiadas.

Os trabalhos de dois autores, Burt e Granovetter, também são importantes para a análise da dinâmica de *small worlds* e para o estudo das dinâmicas das redes. Burt (2005) traz a discussão de “buracos estruturais” para descrever a separação entre contatos não redundantes: “Structural holes are the empty spaces in social structure. The value-potential of structural holes is that they separate nonredundant source of information, sources that are more additive than overlapping.” (BURT, 2005, p.16). Entretanto, o autor lembra que “the value of a contact in terms of the information he or she provides depends on the

³⁰ Nesse momento, vale a pena lembrar a definição utilizada por Uzzi (1997), ao tratar da imersão social no modelo de ‘rede integrada’. A dinâmica dos mundos pequenos (*small worlds*), proposta por Milgram (1967), pode ser visualizada neste modelo, pois não há uma dependência exclusiva entre os atores e, ainda, há possibilidades de receber informações não redundantes.

information you already have. If a new person provides information that you already have, the new person adds coordination cost but no value” (*idem*, p.19). Em outras palavras, mesmo existindo contexto e estrutura favoráveis, o valor do capital social formado está relacionado à qualidade da informação que é trocada na rede. A essência do argumento de Burt (2005) reside na ideia de que pontes são valiosas para a criação de conhecimento não redundante, enquanto que os vínculos são valiosos na medida em que filtram e eliminam informações inconsistentes de modo a protegerem as pessoas conectadas.

Granovetter (1973), ao tratar da Teoria dos Laços Fracos, demonstra a importância desse tipo de ligação para a formação da coesão social e do fenômeno dos “mundos pequenos”. As suas conclusões indicam que indivíduos com maior número de ligações fracas possuem maiores oportunidades de mobilidade, autonomia, flexibilidade cognitiva e capacidade de atuar em conjunto, ao contrário das ligações fortes que, apesar de formarem maior coesão local, tendem a fragmentar a rede global. Segundo o autor, a força de um laço é a combinação (provavelmente linear) da quantidade de tempo, a intensidade emocional, a intimidade (confiança mútua) e a troca de serviços e favores entre os atores que caracterizam o laço.

Para Rossoni e Machado-da-Silva (2007b, p. 03), “diante da relação entre estrutura local de relacionamento com a estrutura global, espera-se que o campo de produção científica seja um sistema auto organizado, no qual os mecanismos de afiliação entre pesquisadores em nível micro repercutem na estruturação da rede global (nível macro)”. Nessa relação (local-global), acredita-se que a ideia de *small worlds*, desenvolvida por Watts e Strogatz (1998), integre os conceitos de coesão, buracos estruturais (BURT, 1992, 2005) e laços fracos (GRANOVETTER, 1973). Em uma rede onde esteja presente a dinâmica do *small worlds*, no nível global, há troca de informação não redundante, devido à presença de buracos estruturais na rede e de laços fracos entre atores; entretanto, no nível local, há coesão necessária para que o relacionamento entre os atores se torne familiar (UZZI; SPIRO, 2005).

Para Uzzi e Spiro (2005), no nível local, o comportamento dos pesquisadores inseridos em uma rede considerada *small worlds*, caracterizado pelo aumento da familiaridade e da proximidade entre eles, pode ser influenciado por meio de dois mecanismos: um estrutural, e outro, relacional. O primeiro, estrutural, indica que quanto maior o Q (coeficiente de *small worlds*), maior o número de ligações e, conseqüentemente, maior a probabilidade de troca de experiências entre os atores; o segundo, relacional,

demonstra que quanto maior o Q, maior a quantidade de laços redundantes, o que leva ao aumento da coesão local e da colaboração entre grupos de pesquisas. Tal condição corrobora os argumentos de Merton (1973) do “colégio invisível”, no qual a conectividade entre autores promove o compartilhamento de ideias, informações e recursos. Além disso, a imersão relacional tende a gerar maior confiança entre os pesquisadores.

Segundo Rossoni (2009, p. 05), os mecanismos citados anteriormente,

sugerem que quando o coeficiente Q é baixo, a capacidade de pesquisadores serem produtivos é menor, já que apresentam poucas ligações que podem promover a troca de experiência e a complementaridade de habilidades. Por outro lado, se o Q começa a aumentar, a rede mais conectada e coesa pode facilitar as relações entre autores, permitindo a colaboração entre diferentes grupos.

Contudo, alguns trabalhos, a exemplo de Burt (1992) e Kogut e Walker (2001), sugerem que uma alta coesão na rede provoca alta conectividade entre os atores, o que torna o fluxo de conhecimento mais intenso, entretanto composto por informações cada vez mais redundantes.

Dessa maneira, existe a ideia de que altos ou baixos coeficientes de *small worlds* (Q) não são bons indicadores de produtividade científica. Os coeficientes intermediários poderão estar mais bem relacionados à maior quantidade e melhor qualidade da produção de conhecimento científico por parte dos pesquisadores da rede (ROSSONI, 2009).

Diante do exposto nesta subseção, é possível se perceber o desafio que esta pesquisa apresenta a reflexão de cenários a partir de conceitos expostos por autores. Esses conceitos são fundamentais para a consolidação de uma possível Teoria de Redes Sociais, que vem sendo proposta por alguns autores, a exemplo de Borgatti e Ofem (2010). A seguir, a fim de dar continuidade à construção de um marco teórico para esta investigação, será discutida a proposta de um modelo teórico para pesquisa em redes sociais, a *network theory*.

2.2.4. Modelo teórico para pesquisas em redes sociais: *Network Theory*

Muitos autores, a exemplo de Degenne e Forse (1994), Marteleto (2001) e Rossoni e Machado-da-Silva (2007a, 2007b, 2008) utilizam a Análise de Redes Sociais (ARS) como ferramenta de análise para discussão de casos. Outros autores, como Brass e

Burkhardt (1992), Borgatti e Foster (2003), Borgatti e Ofem (2010), Borgatti e Hangin (2011) e Borgatti e Kidwell (2011), defendem, em seus trabalhos, que a ARS é um conjunto de teorias consolidadas.

Segundo Marteleto (2001), a ARS caracteriza-se mais como uma ferramenta de análise do que como uma teoria propriamente dita. Segundo a autora, sua utilização necessita ser complementada com dados empíricos que permitam a identificação e análise das relações entre atores. Além disso, trata-se de um conceito que pode ser associado a diversas teorias sociais.

Desde os estudos clássicos de redes sociais até os mais recentes, concorda-se que não existe uma “teoria de redes sociais” e que o conceito pode ser empregado com diversas teorias sociais, necessitando de dados empíricos complementares, além da identificação dos elos e relações entre indivíduos, estudo de diferentes situações e questões sociais (MARTELETO, 2001, p 72).

Para Degenne e Forse (1994, p. 07), a análise de redes não constitui um fim, e sim um meio. Ela é o caminho para que uma análise estrutural seja realizada. Para estudar como os comportamentos ou as opiniões dos indivíduos dependem das estruturas nas quais eles se inserem, a unidade de análise não são os atributos individuais (classe, sexo, idade, gênero), mas o conjunto de relações que os indivíduos estabelecem por meio das suas interações uns com os outros. A estrutura é apreendida concretamente como uma rede de relações e de limitações que pesam sobre as escolhas, as orientações, os comportamentos, as opiniões dos indivíduos.

Borgatti e Halgin (2011) discordam dessa linha de pensamento e diz que, apesar da popularidade da Análise de Redes Sociais (ARS), existe uma considerável confusão sobre ‘teorização de rede’. “In this view, SNA³¹ is just a methodology, and what theory there is belongs to other fields, such as social psychology. Moreover, as the term social network gains *caché*, it is increasingly applied to everything from a trade association to a listserv to a social media website such as Facebook” (BORGATTI e HALGIN, 2011, p. 01).

Em seus trabalhos, Borgatti e Ofem (2010) e Borgatti e Lopez-Kidwell (2011) contribuem para a discussão em torno da ‘teorização de rede’, ao destacar que existe distinção entre *network theory* e *theory of network*, considerados domínios teóricos. Enquanto que *network theory* traz a formação da rede como antecedente do fenômeno estudado, a *theory of network* utiliza a rede para explicar as consequências de um fato em

³¹ SNA - Social Network Analysis. Em português, é traduzido por Análise de Redes Sociais (ARS).

análise. *Theory of network* procura explicar por que as redes ou os *nós* têm a estrutura ou posições que se apresentam. “Trata-se apenas de um estudo da evolução das redes” (BORGATTI e OFEM, 2010, p. 20, [tradução nossa]). Já o domínio da *network theory* envolve os processos e os mecanismos que relacionam as propriedades das redes com os retornos obtidos, ou seja, com os resultados alcançados (BORGATTI e LOPEZ-KIDWELL, 2011).

In reality, however, the choice of nodes should not generally be regarded as an empirical question. Rather, it should be dictated by the research question and one’s explanatory theory. For example, we may be interested in how centrality in an organizational communication network is related to work performance. Therefore, we study all communication ties among all members of the organization. In making this choice, no claim is made that only ties with other members of the organization exist or matter, but rather that position in the network defined by this kind of tie among this set of actors has a measurable effect on performance. (BORGATTI e HALGIN, 2011, p.02)

Buscar uma relação significativa entre capital social e a produção científica dos pesquisadores – objetivo desta tese – segue as indicações de um estudo cujo domínio teórico é *network theory*. A partir das propriedades relacionais e estruturais das redes de colaboração e das características do capital humano dos pesquisadores, é possível buscar um entendimento acerca dos resultados alcançados por esses pesquisadores em relação à sua produção científica.

Na proposta apresentada por Borgatti e Ofem (2010), na qual os autores discutem uma tipologia de pesquisa em redes (Tabela 14), além dos domínios acima apresentados, existem três níveis de análise para as redes: o *nó* (ator), a *díade* e a *própria rede*. Quando se trata da análise do *nó*, se observa **onde** e **como** esse *nó* está relacionado aos outros, ou seja, o foco são as características relacionais e de posição do ator na rede. Em relação à *díade*, consideram-se as propriedades dos pares de atores, como a análise da distância geodésica. E, finalmente, quando se analisa a rede como um todo, é possível identificar o comportamento da rede por meio de indicadores agregados, como a densidade e a centralização³², por exemplo.

Diante dos três níveis de análise de redes (*nó*, *díade* e *rede*) e os dois domínios (*network theory* e *theory of network*) apresentados anteriormente, Borgatti e Ofem (2010) apresentam a seguinte tipologia para o estudo de redes:

³² Sobre as métricas de rede, ver capítulo 4, que trata da Metodologia de Pesquisa.

Tabela 14- Tipologia de pesquisa em redes, organizada por domínio e nível de análise.

Nível de Análise	Domínio <i>Theory of Network</i> (antecedente)	Domínio <i>Network Theory</i> (consequente)
Díade		
Força dos Laços		
Distância Geodésica	Seleção de Parceiros	Contaminação/Difusão
Equivalência Estrutural	(Tipo 1)	(Tipo 2)
Nó		
Tamanho da Rede		
Buracos Estruturais	Obtenção de Posição	Capital Social Individual
Centralidades	(Tipo 3)	(Tipo 4)
Grupo/Rede		
Densidade	Estruturação de Rede	Capital Social Grupal
Centralização	(Tipo 5)	(Tipo 6)

Fonte: Borgatti e Ofem (2010, p.22). Tradução nossa.

Na análise de díades, no tipo 1 (tabela 14), seleção de parceiros, o objetivo é explicar o relacionamento entre pares de atores, como eles se formam e como eles se afastam. Um dos melhores conhecimentos resultantes dessa análise é a homofilia. O tipo 2, contaminação ou difusão, inclui pesquisas entre laços sociais de pares de *nós* para explicar os resultados decorrente de similares atitudes políticas – por exemplo, tomar uma decisão por impulso, apenas porque o melhor amigo decidiu assim também – ou, no caso de organizações, explicar a formação de características estruturais similares.

Na análise dos *nós*, encontram-se os tipos 3 e 4 (tabela 14). O tipo 3, obtenção de posição, busca explicar as propriedades estruturais dos *nós*, como buracos estruturais – o número de *nós* com o qual o ator possui contato que não é diretamente ligado com outro *nó* – ou a centralidade de proximidade (*closeness*), que se refere à interação entre atores não adjacentes. A preocupação aqui é entender a posição estrutural dos indivíduos, já que alguns possuem melhor posição que outros devido às suas características. O tipo 4, capital social individual, trata das consequências das diferentes posições estruturais ocupadas pelos atores na rede. Segundo Borgatti e Ofem (2010, p. 07), o capital social individual é um importante determinante dos resultados alcançado pela rede de atores, e sua análise tem sido referência para explicar o desempenho de funcionários em trabalhos e o desempenho organizacional.

Em relação ao grupo ou à rede, os autores sugerem a existência dos tipos 5 e 6 (Tabela 14). O estudo relacionado ao tipo 5, estruturação de rede, busca explicar características da rede em sua totalidade, como a densidade dos laços nos grupos. Nessa

categoria, a pesquisa preocupa-se com o **como** (e o **porquê**) se formam estruturas diferentes. Segundo Borgatti e Ofem (2010), pesquisas que são bem conhecidas, nessa área de investigação, tratam da emergência de redes ‘sem escala’, ou seja, redes em que alguns *nós* têm um enorme número de laços, enquanto a maioria dos *nós* têm muito poucos. Para esses estudos, as redes ‘sem escala’ emergem do simples processo da formação dos laços nos quais novos laços chegam numa cena social e tendem a formar laços com os *nós* que já têm muitos laços, um processo que leva a um aumento da desigualdade na centralidade.

Finalmente, o tipo 6, capital social grupal, procura examinar as consequências das diferentes estruturas de redes. Busca explicar resultados de grupos – como o desempenho – como função da coesão ou da configuração da estrutura de rede de cada grupo. Por exemplo, grupos coesos são mais satisfeitos, porque possuem maior afinidade e identidade entre os atores. Por outro lado, grupos menos coesos colhem maior benefício em relação à heterogeneidade de ideias, ou seja, os atores possuem maior possibilidade de troca de conhecimentos não-redundantes, que, evidentemente, são importantes para o desenvolvimento de novos conhecimentos e para o progresso da ciência.

A fundamentação teórica utilizada fornece uma importante orientação para a compreensão dos dados coletados na pesquisa que será analisada após o capítulo referente às Orientações Metodológicas. Acredita-se que a tipologia de pesquisa apresentada por Borgatti e Ofem (2010) oferece um instrumental de grande alcance para a compreensão do desempenho das redes de colaboração científica dos pesquisadores, medida por meio da sua produção científica, servindo como impulsionador deste e de estudos futuros, tal o seu poder inspirador. Em resumo, a presente pesquisa foi delimitada nos seguintes pontos, seguindo as orientações de Borgatti e Ofem (2010):

- o domínio teórico refere-se à *network theory*, pois envolve processos e mecanismos que relacionam as propriedades das redes com retornos obtidos, no caso, o desempenho das redes de colaboração, medido por meio da produção científica dos seus pesquisadores;
- as categorias de análise para o capital social envolvem ‘capital social individual’ e ‘capital social grupal’. O capital social individual trata das consequências das diferentes posições estruturais ocupadas pelos atores na rede. Segundo Borgatti e Ofem (2010, p.7), o capital social individual é um determinante dos resultados alcançados pela rede de atores de grande relevância, e sua análise tem servido de referência para explicar o desempenho de funcionários em trabalhos e o

desempenho organizacional. Já o capital social grupal procura examinar as consequências das diferentes estruturas de redes. Busca explicar resultados de grupos – como o desempenho –, em função da coesão ou da configuração da estrutura de rede de cada grupo.

- perante os três níveis de análise das redes – o *nó* (ator), a díade e a própria rede –, a tese se limita à análise do *nó* e da rede. Tal enfoque se deve à identificação das categorias de análise como ‘capital social individual’ e ‘capital social grupal’. Por meio dessas categorias, a pesquisa procura observar **onde** e **como** um *nó* está relacionado aos outros – características relacionais e de posição do ator na rede – e identificar o comportamento da rede por meio de seus indicadores e as consequências para o seu desempenho.

Ademais, o conjunto de conceitos aqui reunidos serve de substrato para o esclarecimento das forças que regem a produção científica nas redes de pesquisadores, presentes nas comunidades acadêmicas.

2.2.5. A Relação entre os Indicadores de Capital Social e a Produção Científica

Os indicadores de capital social individual e grupal selecionados para serem testados nos modelos que serão apresentados no capítulo 5, serão descritos a seguir. Para cada um deles, buscou-se também a sua relação de influência sobre a produção científica dos pesquisadores.

2.2.5.1. Indicadores de capital social em grupo

a) Small Worlds

Indica que os atores, presentes numa rede dispersa, reúnem-se em grupos que, por sua vez, podem se conectar a partir de um pequeno número de intermediários, tipicamente seis (WATTS e STROGATZ, 1998).

A dinâmica do *small worlds* é identificada por meio da análise de três variáveis: o coeficiente de agrupamento (CC), que é uma medida de densidade local e indica como os contatos de um ator estão recursivamente ligados entre si; a distância média (PL) em

relação a redes aleatórias de mesmo tamanho (WATTS, 1999; WATTS e STROGATZ, 1998) e o coeficiente de *small worlds* (Q).

Watts e Strogatz (1998) definiram que seria relevante comparar redes observadas com redes aleatórias³³ do mesmo tamanho, mais precisamente com suas medidas de agrupamento e de distância. Seguindo esses autores, Rossoni (2009) adotou o coeficiente de agrupamento aleatório como nk e a distância média aleatória como $\ln(n) \ln(k)$, em que n é o número de pesquisadores e k é a quantidade de laços. A presença da dinâmica de *small worlds* é identificada se a *PL taxa* ($PL \text{ real} / PL \text{ aleatório}$) e a *CC taxa* ($CC \text{ real} / CC \text{ aleatório}$) apresentem seus resultados maiores do que 1. Por fim, seguindo Uzzi e Spiro (2005), Rossoni (2009) adotou o coeficiente de *small world* (Q) como $CC \text{ taxa} / PL \text{ taxa}$. Quanto maior o valor de Q, mais intensa é a presença da dinâmica na rede.

Sumariamente, *Small Worlds* (SW) pode ser definido como:

$$SW = \frac{cc \text{ taxa}}{pl \text{ taxa}}$$

Onde:

$$pl \text{ taxa} = \frac{pl \text{ real}}{pl \text{ esperado}} = \frac{pl}{\ln(s) / \ln(k)}$$

$$cc \text{ taxa} = \frac{cc}{k/s}$$

k = média de laços por autor do componente principal

s = número de autores do componente principal

Segundo Uzzi e Spiro (2005), redes *small worlds* (Q) aumentam a incidência de alguns mecanismos que facilitam a geração de capital social.

Entretanto, segundo Uzzi e Spiro (2005) apud Rossoni (2009), existe um efeito parabólico para Q (em forma de U invertido). Quando o valor do Q é baixo, existem poucos laços entre grupos, tendendo a ser esparsos e não redundantes, levando ao

³³ Watts (1999a, 1999b, 2004) cita os trabalhos de Paul Erdős e Alfred Rényi, entre os quais se destaca a sua teorização sobre “grafos randômicos” (*random graphs*). Esses autores acreditavam que o processo de formação dos grafos era randômico, ou seja, que esses nós agregavam-se aleatoriamente. Dessa premissa, Erdős e Rényi concluíram que todos os nós, em uma determinada rede, deveriam ter mais ou menos a mesma quantidade de conexões, ou a mesma probabilidade de receber novos *links*, constituindo-se, assim, como redes igualitárias (BARABÁSI, 2002, p. 9-24). Para os autores, quanto mais complexa era a rede analisada, maiores as probabilidades de ser aleatória.

isolamento dos pesquisadores com diferentes habilidades e capacidades. À medida que o coeficiente Q aumenta de valor, grupos separados são ligados por pesquisadores que se conhecem, possibilitando a troca de experiências e de conhecimento. No entanto, depois de certo ponto, o aumento da conectividade e da coesão aumenta a redundância das habilidades, homogeneizando o conhecimento produzido, em que significados compartilhados e convenções tendem a imperar nos grupos (Moody e White, 2003).

Dessa maneira, existe a ideia de que altos ou baixos coeficientes de *small worlds* (Q) não são bons indicadores de produtividade científica. Os coeficientes intermediários poderão estar mais bem relacionados à maior quantidade e melhor qualidade da produção de conhecimento científico por parte dos pesquisadores da rede (ROSSONI, 2009).

b) Densidade

Segundo Wasserman e Faust (1994, p.101), a densidade para grafos e subgrafos é a relação entre o número de laços presentes na rede e a máxima possibilidade de laços e é calculada por:

$$\Delta = \frac{L}{g(g-1)/2} = \frac{2L}{g(g-1)}$$

Onde:

Δ = Densidade

g = número de nós (tamanho da rede)

L = número de laços presentes

$\frac{g(g-1)}{2}$ = máxima possibilidade de laços entre pares

Por ser um indicador que trata da quantidade de laços existente entre atores numa rede, a sua relação com a produção científica poderá ser positiva ou não, visto que o número de relação não está relacionado diretamente com o número de artigos publicados.

c) Centralização da Rede em relação ao *Degree*

As medidas de centralização da rede estão sempre relacionadas a medidas de centralidade individuais (BUSKENS, 1996) e indica o quanto a população se comporta de forma homogênea, ou heterogênea, em posições estruturais. Além disso, o indicador de centralização também pode exprimir a intensidade da relação de poder existente na rede. As medidas de centralização de Freeman (1979) comparam a rede estudada com uma rede estrela perfeita de mesmo tamanho (uma rede em que todos os *nós* se ligam e, por isso, é centralizada).

A centralização da rede em relação à centralização de grau dos atores (*degree*) indica a existência de concentração de atores que desempenham papéis centrais na rede. Para Freeman (1979), se a centralidade de grau de saída do gráfico é, por exemplo, 51%, e a centralidade de grau de entrada do gráfico é 38%, poder-se-á chegar à conclusão de que há uma quantidade substancial de concentração ou centralização de toda esta rede. Em outras palavras, o poder de cada um dos atores varia, e isso significa que, de forma global, as vantagens posicionais são distribuídas desigualmente nessa rede (HANNEMAN e RIDDLE, 2005).

Quanto maior a centralização da rede, há menos desigualdade, ou seja a centralidade de grau é equilibrada entre os atores. Quanto menor o índice, mais concentrado em alguns atores está a centralidade de grau, ou seja, há poucos atores centrais, o que torna a rede desequilibrada (HANNEMAN e RIDDLE, 2005).

Segundo Wasserman e Faust (1994, p.180), a centralização da rede em relação ao *degree* quantifica a variabilidade das centralidades de grau dos indivíduos e é calculada por:

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^g (C_D(n^*) - C_D(n_i))}{\max \sum_{i=1}^g (C_D(n^*) - C_D(n_i))} = \frac{\sum_{i=1}^g (C_D(n^*) - C_D(n_i))}{(g-1)(g-2)}$$

Onde:

C_D = Centralidade de Grau

n = *nó*

$C_D(n^*)$ = valor observado do *degree* mais distante

g = número de *nós* (*tamanho da rede*)

Por esse indicador mensurar a homogeneidade da rede em relação à centralidade de grau, a sua relação com a produção científica poderá ser positiva ou não. Não necessariamente, uma maior homogeneidade da rede está associada a um alta produção dos seus atores. Informa apenas que há um equilíbrio na quantidade de coautoria existentes entre os atores.

d) Centralização da Rede em relação ao *Betweenness*

A centralização da rede em relação à centralidade de intermediação dos atores (*betweenness*) indica a existência de maior ou menor concentração no número de atores na rede, que desempenham o papel de intermediários de informações. Assim como na centralização em relação à centralidade de grau, a desproporcionalidade em relação aos índices de entrada e de saída indica desigualdade ou maior concentração na rede.

É o indicador que mede a heterogeneidade da rede em relação à centralidade de intermediação dos atores. Segundo Wasserman e Faust (1994, p.191), a centralização da rede em relação ao *Betweenness* corresponde a:

$$C_B = 2 \frac{\sum_{i=1}^g (C_B(n^*) - C_B(n_i))}{(g-1)^2(g-2)}$$

Onde:

C_B = centralização de intermediação

n = nó

$C_B(n)$ = centralidade de intermediação (*betweenness*)

$C_B(n^*)$ = valor observado do *betweenness* mais distante

g = número de nós (*tamanho da rede*)

Quanto maior a centralização da rede, há menos desigualdade, ou seja a intermediação é equilibrada entre os atores. Quanto menor o índice, mais concentrado em alguns atores está a intermediação, ou seja, para acessar outros atores, mais pessoas precisam passar por um número concentrado de atores (Hanneman e Riddle, 2005).

Por esse indicador apresentar a maior ou menor homogeneidade da rede em relação ao indicador de centralidade de intermediação dos atores, a relação entre ele e a produção

científica poderá ser positiva ou não. Não necessariamente, uma maior homogeneidade da rede está associada a uma alta produção dos seus atores. Informa apenas que há um equilíbrio no número de atores que desempenham o papel de intermediário da informação.

2.2.5.2. Indicadores de capital social individual

a) Centralidade de Grau (*degree*)

A centralidade de grau (*degree*) expressa o número de laços adjacentes que um ator possui com outros participantes de uma mesma rede (WASSERMAN e FAUST, 1994, p. 169). Em termos absolutos, um ator inserido em uma rede composta por n atores, só pode alcançar no máximo $(n-1)$ laços. Segundo Borgatti e Hangin (2011), um princípio básico da centralidade é que, se o ator está conectado a outros que também estão bem conectados, implica uma maior centralidade. Porém, em fenômenos de energia, essa lógica pode ser o contrário: estar ligado a outros atores fracos, torna-o poderoso, e estar ligado a atores poderosos, fazem-no fraco (BONACICH, 1987; MARKOVSKY *et al.* 1988; MARSDEN, 1983).

Segundo Wasserman e Faust (1994,p.169), o *degree* é definido como:

$$C_d(n_i) = \frac{d(n_i)}{g - 1}$$

Onde:

C_d = centralidade de grau (*degree*)

$d(n_i)$ = centralidade de grau possível do ator

g = número de nós (*tamanho da rede*)

A produtividade acadêmica apresenta forte relacionamento com o número de colaboradores que um pesquisador detém (Rossoni e Hocayen-da-Silva, 2008; Lee e Bozeman, 2005). Quanto mais central for um ator, mais produtivo ele será, o que indica uma forte relação entre essa variável e a produção científica.

b) Centralidade de Intermediação (*betweenness*)

Indica a possibilidade que um ator tem para intermediar as comunicações entre pares de *nós* e formar, assim, uma ponte.

Um ator pode não ter muitos contatos, estabelecer elos fracos, mas ter uma importância fundamental na mediação das trocas de informação na rede. O papel de mediador traz em si, portanto, a possibilidade de controle das informações que circulam na rede, assim como do trajeto que elas podem percorrer (FREEMAN, 1979; KRACKHARDT, 1990; BRASS E BURKHARDT, 1992). A posição de intermediário pode ser derivada da capacidade do ator em otimizar os contatos, agindo assim, de forma estratégica. “A intermediação de um ponto em presença de dois outros atores se define por sua faculdade de se situar sobre o caminho ou os caminhos geodésicos (isto é, de menor distância) ligando estes dois pontos” (DEGENNE e FORSÉ, 1994, p.158).

Segundo Wasserman e Faust (1994,p.190), o *Betweenness* é definido por:

$$C_b(n_i) = \frac{b(n_i)}{(g-1)(g-2)/2}$$

Onde:

C_b = centralidade de intermediação (*betweenness*)

$b(n_i)$ = centralidade de intermediação possível do ator

g = número de *nós* (*tamanho da rede*)

Atores que são intermediários numa rede podem controlar o fluxo de informação daqueles que estão isolados, pois são o único ponto de ligação destes com a rede. Esses pesquisadores contribuem para que a rede não se torne ainda mais fragmentada, o que indica existir uma relação entre a centralidade de intermediação e a produção científica. Entretanto, a relação entre esse indicador e a produção científica pode ser positiva ou não, visto que a intermediação de conhecimento não representa volume de produção científica.

Interessante observar que, segundo Newman (2004), quando a correlação entre indicadores de centralidade de grau (*degree*) e de intermediação (*betweenness*) é alta,

indica que cientistas influentes estão colaborando com outros cientistas influentes de outros grupos, o que demonstra que há grande compartilhamento do conhecimento.

c) Centralidade de *Bonacich*

Também conhecido como centralidade de poder. Considerando a existência de uma relação de dependência com a sua vizinhança, o indicador mede a centralidade de um ator em relação a essa vizinhança. Um ator pode obter poder ao se manter conectado a muitos outros com poucas conexões (BONACICH, 1987; WASSERMAN e FAUST, 1999).

Wasserman e Faust (1994) definem a centralidade de *Bonacich* como:

$$C_i(\alpha, \beta) = \sum_j (\alpha - \beta C_j) R_{i,j}$$

Onde:

R = matriz adjacente

C = indicador de poder

α = fator de escala

A ideia básica da centralidade de *Bonacich* é que atores que estão mais próximos de atores com grande centralidade são mais “poderosos”, ou seja, a centralidade de *Bonacich* é também uma medida de hierarquia (HANNEMAN e RIDDLE, 2005). O aumento do potencial explicativo da centralidade de *Bonacich*, indica que os autores em posições mais altas nas redes hierarquizadas apresentam maior probabilidade de produção, apresentando assim uma relação positiva entre essas variáveis.

d) Indicador de Buracos Estruturais (*Structural Holes*) - *Efficiency*

Burt (1992) utiliza o termo buracos estruturais (*structural holes*) para se referir a aspectos importantes relacionados à vantagem ou à desvantagem posicional do indivíduo em relação aos atores pertencentes a sua rede ego.

Há evidências na literatura que os buracos estruturais estão associados a benefícios individuais, como criatividade, aprendizagem, avaliações positivas, promoções, maiores compensações e desempenho (Burt, 1992, 2002). Por isso, espera-se que a relação entre produção científica e buracos estruturais seja positiva.

Entre as medidas de avaliação de lacunas estruturais, a eficiência dos laços - EffSize - (Burt, 1992, p. 52), mensura o número de contatos não redundantes em relação ao total de contatos n de um ator i . Como nessa tese, os dados são binários, será utilizada a forma simplificada da equação desenvolvida por Borgatti (1997). Formalmente, considerando que um ator i apresenta n número de contatos, pode-se avaliar o número de contatos redundantes por meio da equação $D_{\text{alters}} = 2l$, em que l é o número de laços entre n (alters). Já que D_{alters} indica o total de laços não redundantes, considera-se como laços não redundantes (EffSize), $n - D_{\text{alters}}$. Dessa forma, a proporção de laços não redundantes (Efficiency) é dado por $\text{EffSize}/n$. Essa medida, segundo Granovetter (1973) não apresenta alta correlação com o número de contatos e é representatividade em relação ao engajamento nos laços fracos.

Para exemplificar, suponha-se que A tenha laços com outros três atores e que nenhum destes três tenha vínculos entre eles. A eficiência da rede ego (*effective size of ego's network*) é três. Alternativamente, suponha que A tenha ligações com outros três e que exista ligação entre eles. O tamanho da rede (*network size*) é três, mas os laços são "redundantes", porque A pode atingir qualquer um dos três atores por meio de um deles. O grau de centralidade (*degree*) médio dos atores, nesse caso, é o 2 (cada ator está ligado a dois outros atores). Assim, a eficiência da rede ego (*the effective size of ego's network*) corresponde ao tamanho real (3) menos o número de ligações redundantes (2), ou seja, 1.

Matematicamente, Burt (1992,p.52) define Effsize (*the effective size of ego's network*) como:

$$\text{Effsize} = \sum_j (1 - \sum_q p_{iq} m_{jq})$$

Onde:

$q \neq i, j$

p_{iq} = proporção do tempo e energia investida por i em sua relação com q

m_{jq} = força marginal da relação de j com q

$$\sum_q p_{iq} m_{jq} = \text{contato redundante}$$

A seguir, serão apresentadas as orientações metodológicas que norteiam a pesquisa.

CAPÍTULO 3

ESCOLHAS METODOLÓGICAS

Em seu sentido mais elementar, o desenho de uma investigação consiste na sequência lógica que liga os dados empíricos às questões iniciais da pesquisa e, em última análise, às suas conclusões. A esse respeito, Yin (1989, p. 28) diz o seguinte: “o desenho de investigação é um plano de ação para chegar aqui, ali, onde ‘aqui’ pode ser definido como o conjunto inicial das questões de pesquisa e ‘ali’ como o conjunto de conclusões (respostas) sobre estas questões”. Neste ponto da tese, no qual são apresentadas as orientações metodológicas, busca-se mostrar o caminho percorrido e justificar as opções que foram feitas.

Com o objetivo de responder às questões de pesquisa, a estratégia metodológica escolhida foi o estudo de casos. As razões dessa escolha foram impulsionadas pelo desejo de empreender uma investigação que permitisse entender em que medida o capital social explica o desempenho das redes de colaboração científica dos Programas de Pós-graduação em Química e Física da UFBA, no período de 1998 a 2009. De acordo com Patton (1988, p. 19),

Os estudos de casos tornam-se particularmente úteis quando alguém precisa compreender algum problema particular ou alguma situação em profundidade e esses casos podem ser uma pessoa, um evento, uma instituição, um Programa ou uma comunidade.

Por muitos anos, o estudo de caso foi considerado apenas uma ferramenta exploratória e não podia ser utilizada para descrever ou testar proposições. Segundo Yin (2005), essa limitação pode ser questionada porque o estudo de caso está muito longe de ser apenas uma estratégia descritiva ou exploratória. “O estudo de caso mostra as funções explanatórias e não apenas descritivas ou exploratórias de estudos de caso único[...]. Assim um estudo de caso único pode ser a base para explicações e generalizações significativas” (YIN, 2005, p. 22). Segundo Joia (2004), o estudo de caso possui três classificações básicas. Ele pode ser:

- a) **Descritivo**, quando envolve apenas a descrição em profundidade de uma situação por meio da maior quantidade de informações e dados disponíveis;
- b) **Explanatório**, quando o objetivo é explicar o relacionamento entre componentes do caso, buscando avaliá-lo por meio de relações causais;
- c) **Exploratório**, quando a situação é nova, recente, e o objetivo é gerar hipóteses que possam ser testadas por investigações futuras.

Esta pesquisa configura-se com um estudo de caso **explanatório**, pois o seu objetivo metodológico é entender a importância do capital social e a influência das suas dimensões – individual e em grupo – para a produção científica de pesquisadores de programas de Pós-graduação.

Para validação e controle da qualidade do estudo, serão realizados testes estatísticos, triangulações de informações e delimitações de modelos. Segundo Yin (2005), a validação do estudo explanatório pode ser de caráter interno, “já que busca relacionar causa e efeito no estudo de casos; nesse momento, triangulação, testes estatísticos, reconhecimento de padrões, entre outros podem ser usados” (JOIA, 2004, p. 128).

Para Yin (2005), os estudos de caso são generalizáveis a proposições teóricas e não apenas a populações e universos. Ainda para o autor (idem, p. 32), “[...] um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Morra e Friedlander (1999, *apud* JOIA, 2004, p. 128) complementam a definição de Yin (2005), quando afirmam ser o estudo de caso um “método de aprendizagem a cerca de uma instância complexa, baseado num amplo entendimento dessa instância, obtido por uma descrição extensiva e análise dessa instância como um todo e no seu contexto”.

Os estudos de caso contam com muitas técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas e são caracterizados “pela sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências – documentos, artefatos, entrevistas e observações –, além do que pode estar disponível no estudo histórico convencional” (YIN, 2005, p. 27). Além disso, alguns autores, a exemplo de Campbell e Stanley (1963) e Ibrahim (1979), ressaltam que é concebível observar um comportamento no seu contexto natural, criar experimentos que utilizem o sujeito como seu próprio controle, bem como realizar entrevistas, aplicar questionários ou administrar testes.

Percebe-se, então, claramente, a adequação de aplicação dessa estratégia metodológica na análise que foi desenvolvida no percurso desta investigação, considerando que o estudo de caso caracteriza-se ainda por seu caráter indutivo que se coaduna com uma abordagem quantitativa. Outra razão para a adequação da utilização do estudo de casos nesta pesquisa está relacionada, naturalmente, aos tipos de questões da pesquisa. Um estudo de caso é, especialmente, adequado quando as questões de pesquisa se prendem com o “como” e o “porquê” de determinado fenômeno e, de fato, neste estudo, são exatamente questões dessa natureza que interessa analisar. Entretanto, a estratégia de estudo de caso ainda é passível de algumas críticas exatamente na limitação de generalização de resultados, apesar dos avanços que se têm verificado nesse sentido.

Feitos os esclarecimentos acerca da estratégia de pesquisa que orientou o estudo, a seguir será apresentado o *locus* de investigação: os Programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA.

3.1. *Locus* de Investigação: os programas de Pós-graduação em Química e em Física da Universidade Federal da Bahia (UFBA)

3.1.1. O Programa de Pós-graduação em Química da UFBA

O Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal da Bahia iniciou suas atividades em 1968, com o curso de Mestrado. Durante a sua fundação, o curso foi implantado com recursos provenientes do Programa MEC-BID e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), através do Programa de Reforço ao Ensino de Ciências Básicas na UFBA. Em 1992, o Programa foi ampliado com a implantação do curso de Doutorado e, desde a formação do Programa, mais de 340 alunos já obtiveram o título de mestre e cerca de 140 teses de doutoramento já foram defendidas.

Situado no prédio do Instituto de Química da UFBA, o Programa tem, à disposição, laboratórios e bibliotecas, dentre os quais se destacam: o Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Química, o Laboratório de Química Analítica Ambiental (LAQUAM), o Laboratório Interdisciplinar da Zona Costeira (LINC), o Laboratório de

Informática de Química (LABINQUI) e a Biblioteca Setorial de Química Prof. José Carlos Reis³⁴.

Segundo dados do Diretório de Pesquisa e Pós-graduação da UFBA³⁵, desde a sua formação, o Programa de Química possui 19 grupos de pesquisa cadastrados no CNPq (cuja atualização mais recente é datada de 2005). São eles:

- CETA – Centro Tecnológico da Argamassa (ano de formação: 1994)
- Cinética e Dinâmica Molecular (ano de formação: 1994)
- Estudo Ambiental da Bacia do Rio Subaé / Meio Ambiente (ano de formação: 1998)
- Grupo de Catálise e Polímeros - GCP (ano de formação: 2002)
- Grupo de Energia e Ciência dos Materiais (ano de formação: 2004)
- Grupo de Estudos de Substâncias Naturais Orgânicas - GESNAT (ano de formação: 1997)
- Grupo de Oceanografia da Bahia (ano de formação: 1999)
- Grupo de Otimização da UFBA (ano de formação: 2002)
- Grupo de Pesquisa em Catálise e Materiais (ano de formação: 1991)
- Grupo de Pesquisa em Polímeros (ano de formação: 1992)
- Grupo de Pesquisa em Química Analítica (ano de formação: 1990)
- Grupo de Pesquisa em Síntese Química e Bioatividade Molecular (ano de formação: 2002)
- Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Química (ano de formação: 1984)
- Laboratório de Química Analítica Ambiental - LAQUAM (ano de formação: 1989)
- Laboratório Interdisciplinar da Zona Costeira - LINC (ano de formação: 2004)
- Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente - NIMA (ano de formação: 1988)
- Química de Coordenação (ano de formação: 1995)
- Química de Produtos Naturais (ano de formação: 1991)
- Topologia de Dimensão Baixa (ano de formação: 2004)

No período de 1998 a 2009, as linhas de pesquisa existentes no Programa foram: catálise, cinética e dinâmica moleculares, química de polímeros, química ambiental, química analítica aplicada, oceanografia química, química de produtos naturais, sistema de compostos orgânicos e sistemas de compostos inorgânicos. Todas essas linhas de pesquisa

³⁴ Fonte: Disponível em: <<http://www.twiki.ufba.br/twiki/bin/view/Quimica>. Acesso em 22/04/2013.

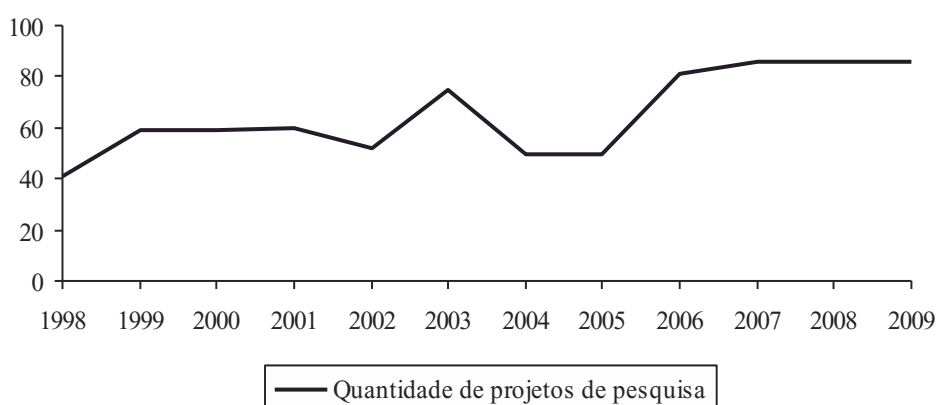
³⁵ Fonte: Disponível em: <http://www.prppg.ufba.br/sisgrupos/grupos_unidades/unidade28.html>. Acesso em: 13/04/2013.

encontram-se distribuídas em 04 (quatro) áreas de concentração no curso de mestrado. São elas: Química analítica, Química inorgânica, Química orgânica e Físico-química, e em 02 (duas) áreas no curso de doutorado: Química analítica e Química orgânica.

De acordo com a avaliação da CAPES, referente ao triênio 2007/2009, o Programa de Pós-graduação em Química da UFBA manteve a nota 5 obtida desde a avaliação do triênio 1998/2000, tanto para o curso de Mestrado quanto para o curso de Doutorado.

No decorrer do período de 1998 a 2009, foram registrados 188 projetos (Anexo C). No entanto, nem todos foram concluídos até o final de 2009. Em relação ao número de projetos, conforme pode ser visualizado na Figura 4, é perceptível um crescimento irregular. O triênio 2007-2009 é o mais expressivo, com 86 projetos registrados no sistema de indicadores da CAPES.

Figura 04 – Quantidade de projetos apresentados no Programa de Pós-graduação em Química da UFBA, entre os anos de 1998 e 2009.



Fonte: Programas (Síntese e Indicadores), disponibilizados pela CAPES/MEC (1998-2009).

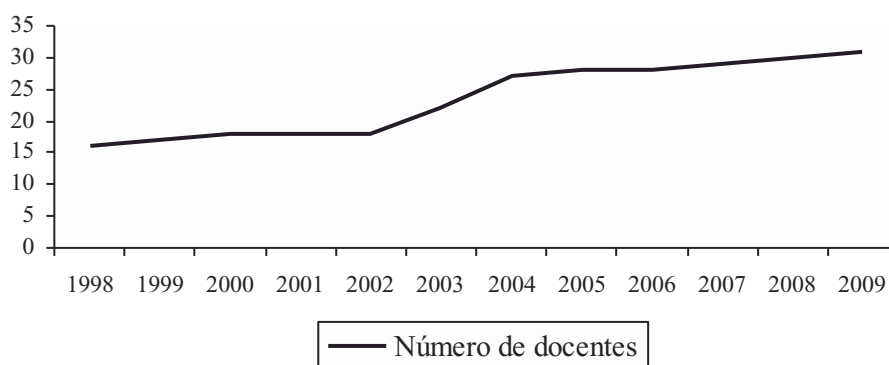
Quanto ao fluxo do corpo discente do Programa, entre os anos de 1998 e 2006 (Tabela 15), percebe-se um crescimento contínuo no curso de Doutorado (considerando aqui o início e o final do ano base) e, no curso de Mestrado, o crescimento é desordenado: é decrescente no triênio 2001/2003, e ascendente, no triênio seguinte, de 2004/2006. Em decorrência de os dados anuais, divulgados nos cadernos de indicadores da CAPES, estarem incompletos, só foi possível catalogar as informações referentes ao fluxo de discentes até o ano de 2006.

Tabela 15 - Levantamento do fluxo de discentes no Programa de Pós-graduação em Química da UFBA

	No início do ano base		Novos		Com mudança de nível		Titulados		Com abandono		No final do ano base		Desligados	
	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D
1998	34	23	15	8	0	0	7	0	2	1	37	29	3	1
1999	40	28	27	14	0	0	16	4	4	1	45	35	2	2
2000	44	36	9	12	0	0	10	6	1	2	42	40	0	0
2001	42	38	13	11	0	0	14	6	1	1	38	41	2	1
2002	36	41	20	32	0	0	18	2	0	0	36	70	2	1
2003	35	68	25	28	0	0	11	8	1	0	46	88	2	0
2004	39	70	20	17	0	6	8	9	0	0	51	84	0	0
2005	52	84	34	11	0	12	15	14	0	2	69	90	2	1
2006	66	90	26	14	3	14	23	7	0	1	68	107	1	0

Fonte: Caderno de Indicadores da CAPES – Programa de Química (1998 – 2006).

Segundo os relatórios de avaliação da CAPES (2010), além do aumento no número de docentes do Programa de Química, no período de 1998 a 2009, houve uma melhoria na capacitação do corpo docente, por meio da realização de atividade de pós-doutoramento e pelo maior número de artigos científicos publicados, assim como pela maior participação dos discentes nas publicações de artigos científicos.

Figura 05 – Número de docentes do Programa de Pós-graduação em Química da UFBA, entre os anos de 1998 e 2009.

Fonte: Indicadores de Corpo Docente – CAPES/MEC.

Além dos docentes permanentes, o Programa de Pós-graduação em Química também conta com professores colaboradores e visitantes (Tabela 16). Entre 1998 a 2009, eles participaram das redes de colaboração científica do Programa, sendo coautores em diversas publicações, como apresentado no capítulo 4 desta tese.

Tabela 16: Vínculo institucional do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Química da UFBA no período de 1998 a 2009.

Docente	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Antonio Celso Spínola Costa	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Artur José Santos Mascarenhas	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	C	C
Cristina Maria Assis Quintella	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Dirceu Martins	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	C	–
Djane Santiago de Jesus	–	–	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Emerson Andrade Sales	–	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Eudes da Silva Velozo	–	–	–	–	–	–	C	C	C	C	–	–
Frederico Guaré Cruz	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Gisele Olímpio da Rocha	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	P
Heloyza Martins C. Andrade	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Jailson Bittencourt de Andrade	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Jorge Mauricio David	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
José Carlos Netto Ferreira	–	–	–	–	–	–	V	V	V	V	V	V
Juceni Pereira de Lima David	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Kleber Queiroz Ferreira	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	C
Leonardo Sena Gomes Teixeira	–	–	–	–	–	–	C	C	C	P	P	P
Luciana Almeida da Silva	–	–	–	–	–	–	P	C	C	P	P	P
Maria das Graças A. Korn	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Maria do Carmo Rangel Santos	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Mauricio Moraes Victor	–	–	–	–	–	–	–	–	–	P	P	C
Mauro Korn	–	–	–	–	–	–	C	C	C	C	C	C
Nidia Franca Roque	V	V	V	P	P	P	C	C	C	C	C	C
Pedro Afonso de Paula Pereira	–	–	–	–	–	P	P	P	P	P	P	P
Ramon dos Santos ElBachá	–	–	–	–	–	C	C	C	C	–	–	–
Roberto Rivelino de Melo Moreno	–	–	–	–	–	–	–	–	–	P	P	P
Sergio Luis Costa Ferreira	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Sílvio do Desterro Cunha	–	–	–	–	–	P	P	P	P	P	P	P
Soraia Teixeira Brandão	–	–	–	–	–	–	P	P	P	P	P	P
Tania Mascarenhas Tavares	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Vanessa Hatje	–	–	–	–	–	P	P	P	P	P	P	P
Vania Palmeira Campos	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Vera Lucia C. Souza Santos	P	P	P	P	P	P	P	P	P	C	C	C
Walter Nei Lopes dos Santos	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	C	C
Zenis Novais da Rocha	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
TOTAL PERMANENTES (P)	15	16	16	17	17	20	22	20	20	22	22	22
TOTAL COLABORADORES(C)	0	0	1	1	1	2	4	7	7	6	7	8
TOTAL VISITANTES(V)	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
TOTAL DE DOCENTES	16	17	18	18	18	22	27	28	28	29	30	31

Fonte: Elaboração própria, a partir dos Indicadores de Corpo Docente – CAPES/MEC, e do Currículo *Lattes* de cada docente, disponibilizado pelo CNPq.

Legenda: P (Docentes Permanentes) / C (Docentes Colaboradores) / V (Docentes Visitantes).

Segundo os registros do Programa de Pós-graduação em Química da UFBA, nos anos de 1998 a 2003, na área de Catálise heterogênea, têm sido realizados trabalhos de pesquisa em colaboração com o Instituto de Pesquisas em Catálise com a Villeurbane (França) e com o Instituto de Investigaciones en Catalisis y Petroquímica (Argentina). Além disso, o Instituto de Química participa da rede ‘Catálise para descontaminação ambiental’, do Programa Iberoamericano de Ciência y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), da Rede CT–PETRO/FINEP, do Instituto do Milênio no Semi-Árido (IMSEAR), de colaborações bilaterais com o Instituto Superior Técnico (Portugal) e a

Universidade de Honte-Alsale (França). Na área de Química analítica aplicada, o Programa possui parcerias com a Universidade de Valência (Espanha) e Universidade do Porto (Portugal).

Em nível nacional, o Programa mantém, segundo a mesma fonte citada acima, intercâmbio regular de pesquisa com o Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Departamento de Química da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ); Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe (UFSE); Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Instituto de Química e Centro de Energia Nuclear para a Agricultura da Universidade de São Paulo (USP); Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal Fluminense (RECAT/UFF) e Comissão Nacional de Energia Nuclear do Rio de Janeiro. Em seu próprio Estado, o Programa mantém uma interação regular com a Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e a Universidade do Sudoeste da Bahia (UESB), tanto no desenvolvimento de pesquisas quanto no ensino (qualificação de professores).

No que tange à interação com o setor privado, o Programa manteve, entre os anos de 1998 e 2003, convênios permanentes com indústrias da região, a exemplo de BRASKEM, OXITENO, PETROBRÁS, POLIALDEN, CEPED e CETREL. Os projetos de pesquisas do interesse das empresas são desenvolvidos nos laboratórios do instituto de química ou nos próprios laboratórios das organizações – todo o processo é orientado pelos professores do Programa de Pós-graduação.

3.1.2. O Programa de Pós-graduação em Física da UFBA

O Programa de Pós-graduação em Física da Universidade Federal da Bahia iniciou suas atividades, em 1975, contando apenas com o curso de Mestrado e uma única área de concentração: Física do estado sólido. Somente em 2006, através da reformulação do Programa, foi proposta a criação do curso de Doutorado, iniciado no ano seguinte, em 2007.

Desde o início, o Programa tem como sede o Instituto de Física da UFBA que, por sua vez, originou-se do antigo Instituto de Matemática e Física da Universidade da Bahia.

No ano de 1975, segundo histórico do Programa³⁶, diante de um processo de reestruturação, foram criados os atuais departamentos de Física da Terra e Meio Ambiente, de Física Geral e de Física do Estado Sólido, onde são lecionadas disciplinas de Graduação e Pós-graduação para os cursos de Física e outros das áreas de ciências exatas e ciências biológicas.

No campo da pesquisa, o Programa conta com os seguintes laboratórios: propriedades óticas (LaPO), fotoacústica, física nuclear aplicada e, o mais recente, isótopos estáveis, além da Biblioteca Prof^a Antonia Maria Rodrigues de Azevedo³⁷.

Segundo dados do Diretório de Pesquisa e Pós-graduação da UFBA³⁸, desde a sua formação, o Programa de Física conta com 10 grupos de pesquisa cadastrados no CNPq (cuja atualização mais recente é datada de 2005). São eles:

- Física não nuclear (ano de formação: 1992)
- Física estatística e sistemas complexos (ano de formação: 1988)
- GECCAT – Grupo de Estudos em Cinética e Catálise (Ano de formação: 1991)
- Geoambiental (Ano de formação: 2000)
- Grupo de espalhamento de raios-x em estruturas deformadas (ano de formação: 2004)
- Grupo de física básica e aplicada em materiais semicondutores (ano de formação: 2002)
- Grupo de física de superfícies e materiais (ano de formação: 2000)
- Grupo de pesquisa em educação física e saúde – GEFIS (ano de formação: 2004)
- História, filosofia e ensino de ciências (ano de formação: 1995)
- Teoria de Campos / Física Matemática (ano de formação: 1995)

De acordo com os dados disponibilizados pela CAPES³⁹, no período de 1998 a 2009, as seguintes linhas de pesquisa foram desenvolvidas no Programa: Biofísica; Cristalografia por Raios-X; Física atômica e molecular; Estrutura eletrônica de átomos e moléculas; Propriedades óticas, térmicas e magnéticas de materiais; Teoria Matemática – Teoria de Campos; Interação de fótons e elétrons com átomos e moléculas; Superfícies de

³⁶ Fonte: <http://www.pgif.ufba.br/>. Acesso em 20 abr.2013

³⁷ Fonte: <https://www.ufba.br/contatos/635>. Acesso em 20 aabr.2013.

³⁸ Fonte: Disponível em: <http://www.prppg.ufba.br/sisgrupos/grupos_unidades/unidade24.html> Acesso em: 13 abr.2013.

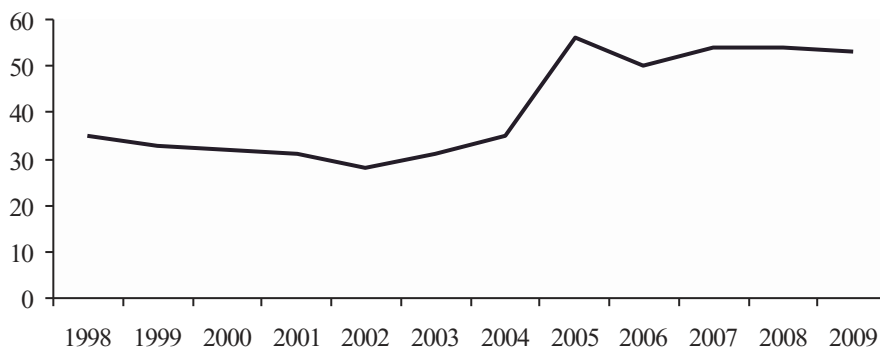
³⁹ Fonte: CAPES. Disponível em <http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/ProjetoRelacaoCursosServlet?codigoPrograma=28001010002P5&acao=detalhamentoPrograma&siglaIes=UFBA>. Acesso em 13 abr. 2013.

energia potencial e dinâmica de núcleos de moléculas, Física estatística; Fenômenos não lineares; Sistemas complexos; Aplicação de óxidos e semicondutores à conversão da energia solar; Propriedades óticas, térmicas, morfológicas, de condução, magnéticas e estruturais de materiais; Física de semicondutores; Física de superfícies; Gravitação e Cosmologia e Teoria de Campos.

Todas essas linhas de pesquisa estão distribuídas em 07 (sete) áreas de concentração no curso de Mestrado. São elas: Física clássica e estatística; Física da matéria condensada; Física atômica e molecular; Física matemática – Teoria de Campos; Física estatística; Física de sólidos e materiais, e a Teoria quântica de campos, gravitação e cosmologia.

De acordo com o relatório de avaliação mais recente da CAPES⁴⁰, referente ao triênio 2007/2009, o Programa de Pós-graduação em Física da UFBA alcançou nota 4, tanto para o curso de Mestrado quanto para o curso de Doutorado. No período de 1998 a 2009, foram registrados 83 projetos realizados pelo Programa (Anexo B). Ao analisar o número de projetos por ano, (Figura 06), é possível verificar que 2005 foi o ano com maior produtividade, com 56 projetos registrados.

Figura 06- Número de projetos apresentados no Programa de Pós-graduação em Física da UFBA, entre os anos de 1998 e 2009.



Fonte: Elaboração Própria a partir dos Programas (Síntese e Indicadores), disponibilizados pela CAPES/MEC (1998 – 2009).

No que se refere ao fluxo de discentes, entre os anos de 1998 e 2009 (Tabela 17), percebe-se que, no curso de Mestrado, o crescimento é descontínuo. Como o curso de

⁴⁰ Fonte: CAPES. <http://www.capes.gov.br/component/content/article/44-avaliacao/4355-planilhas-comparativas-da-avaliacao-trienal-2010>. Acesso em 13 abr.2013.

Doutorado só foi implantado em 2007, o número de alunos ainda é pequeno nos últimos dois anos do triênio avaliado.

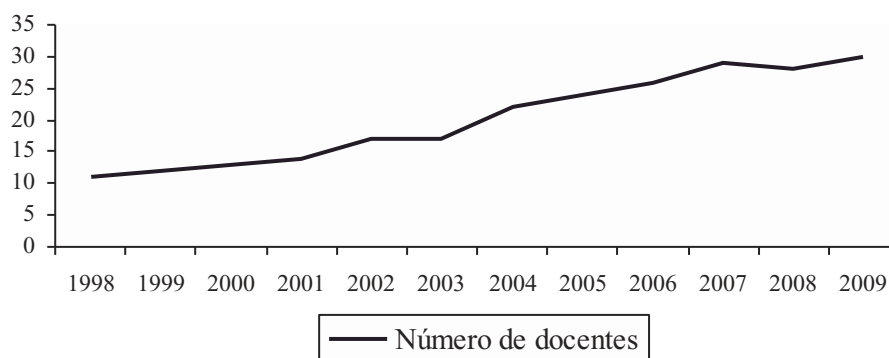
Tabela 17 - Levantamento do fluxo de discentes no Programa de Pós-graduação em Física da UFBA.

	No início do ano base		Novos		Com mudança de nível		Titulados		Com abandono		No final do ano base		Desligados	
	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.
1998	21	0	5	0	0	0	5	0	3	0	18	0	0	0
1999	18	0	5	0	0	0	7	0	0	0	15	0	1	0
2000	15	0	3	0	0	0	3	0	0	0	15	0	0	0
2001	15	0	8	0	0	0	3	0	0	0	18	0	2	0
2002	18	0	12	0	0	0	5	0	1	0	23	0	1	0
2003	23	0	10	0	0	0	3	0	1	0	29	0	0	0
2004	28	0	3	0	0	0	5	0	2	0	23	0	1	0
2005	23	0	9	0	0	0	3	0	0	0	27	0	2	0
2006	27	0	10	0	0	0	9	0	0	0	25	0	3	0
2007	25	0	9	5	0	5	10	0	0	0	19	10	5	0
2008	19	10	14	3	1	4	4	0	0	0	27	16	1	1
2009	27	16	18	2	0	7	11	0	1	1	32	24	1	0

Fonte: Caderno de Indicadores da CAPES – Programa de Química (1998-2006) e dados disponibilizados pela instituição (2007-2009).

Assim como no Programa de Química, segundo informações apresentadas nos relatórios de avaliação da CAPES (2010), além do aumento no número de docentes no período de 1998 a 2009, houve uma melhoria na capacitação do corpo docente por meio da realização de estágios de pós-doutoramento e pelo maior número de publicação de artigos científicos, assim como pela maior participação dos discentes nas publicações de artigos científicos.

Figura 07 – Número de docentes do Programa de Pós-graduação em Física da UFBA entre os anos de 1998 e 2009



Fonte: Indicadores de Corpo Docente – CAPES/MEC.

Deste modo, além dos docentes permanentes, o Programa de Pós-graduação em Física também conta com professores colaboradores e visitantes (Tabela 18). Entre 1998 a 2009, eles participaram das redes de colaboração científica do Programa, sendo coautores em diversas publicações, como apresentado no capítulo 4 desta tese.

Tabela 18- Vínculo institucional do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Física da UFBA, no período de 2004 a 2009.

Nome do Docente	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Anderson Barbosa Lima	-	-	-	-	-	-	-	-	C	C	-	-
Angelo Marconi Maniero	-	-	-	-	-	-	C	C	C	C	C	C
Antonio M. Cerqueira Sobrinho	-	-	-	-	-	-	-	P	P	P	P	P
Antonio Ferreira da Silva	-	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Antonio Sergio Esperidião	P	P	P	P	P	P	P	-	-	-	-	-
Arthur Matos Neto	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Aurino Ribeiro Filho	P	P	P	P	P	P	P	P	P	C	C	C
Caio Mário Castro de Castilho	-	-	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Daniele Toniolo Dias	-	-	-	-	-	-	-	-	P	P	P	P
Denis Gilbert Francis David	-	-	-	-	-	-	-	P	P	P	P	P
Edmar Moraes do Nascimento	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Edvaldo Nogueira Júnior	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Esdras Santana dos Santos	-	-	-	-	-	-	-	C	C	C	C	P
Fernando de Brito Mota	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Frederico V. Prudente	-	-	-	-	P	P	P	P	P	P	P	P
Hebe Queiroz Plácido	-	-	-	-	-	-	P	P	P	-	-	-
Iuri Muniz Pepe	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Ivan Costa da Cunha Lima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V
Jailton Souza de Almeida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	P	P
Jorge Mário C. Malbouisson	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
José David Mangueira Vianna	-	-	-	-	-	-	V	V	V	V	V	V
José Garcia Vivas Miranda	-	-	-	-	-	-	C	P	P	P	P	P
Luciano Melo Abreu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	C	P
Luiz Augusto C. Malbouisson	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Maria das Graças Reis Martins	-	-	-	-	-	-	P	P	P	P	P	P
Ossamu Nakamura	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Raimundo M. Teixeira Filho	-	-	-	-	P	P	P	P	P	P	P	P
Ricardo dos Reis T. Marinho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	C	C
Roberto Fernandes S. Andrade	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Roberto Rivelino de M. Moreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	P	P
Saulo Carneiro de Souza Silva	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Sergio André Fontes Azevedo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C
Suani Tavares Rubim de Pinho	-	-	-	-	P	P	P	P	P	P	P	P
TOTAL PERMANENTES (P)	11	12	13	14	17	17	19	21	22	21	22	24
TOTAL COLABORADORES (C)	0	0	0	0	0	0	2	2	3	7	5	4
TOTAL VISITANTES (V)	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2
TOTAL DE DOCENTES	11	12	13	14	17	17	22	24	26	29	28	30

Fonte: Elaboração própria, a partir dos Indicadores de Corpo Docente – CAPES/MEC e do Currículo *Lattes* de cada docente, disponibilizado pelo CNPq.

Legenda: P (Docentes Permanentes) / C (Docentes Colaboradores) / V (Docentes Visitantes).

Quanto às parcerias institucionais, o Programa de Física desenvolve atividades conjuntas e sistemáticas com pesquisadores de outros institutos, universidades e centros de pesquisa no Estado da Bahia, tais como o Instituto Federal da Bahia (IFBA), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), além de estabelecer também convênios com instituições situadas em outros estados, como a Universidade de Brasília (UnB), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). No exterior, o Programa mantém convênios com a Universidade de Alberta (Canadá); Universidade de Linköping (Suécia); Universidade de Perugia (Itália); Universidade de Coimbra (Portugal)

e Fermilab (EUA). Essas atividades envolvem a orientação conjunta de estudantes, a estada de professores do Programa como visitantes em outros centros e a realização de artigos científicos.

3.2. Definição das dimensões, categorias de análise e indicadores

Os dados coletados para o estudo de casos foram classificados e alocados em categorias e dimensões de análise. Foram consideradas duas dimensões de análise: a primeira dimensão, capital social, é composta por duas categorias (grupais e individuais); e a segunda dimensão, capital humano, não apresenta nenhuma categoria de análise.

Para cada categoria de análise, foram escolhidos indicadores, que são apresentados na Tabela 19, a seguir.

Tabela 19- Dimensões, categorias de análise, indicadores da pesquisa

Dimensão	Categoria	Indicador	
Capital Social	Grupais	Densidade da rede	-
		Centralização da rede	<i>Degree</i> <i>Betweenness</i>
		<i>Small worlds</i>	-
	Individuais	Centralidade de Grau (<i>degree</i>)	-
		Centralidade de Intermediação (<i>betweenness</i>)	-
		Centralidade de Poder (<i>Bonacich</i>)	-
		Buracos Estruturais	<i>Efficiency</i>
Capital Humano	-	Tempo de Doutorado	-
		Número de Orientandos de Doutorado	-
		Número de Publicações Anteriores na WoS	-

Fonte: Elaboração própria (2013)

A escolha das dimensões ‘capital social’ e ‘capital humano’ baseia-se na fundamentação teórica discutida no capítulo 2. O capital social é formado a partir da interação entre pessoas e é sustentado por dois pilares: a confiança e a reciprocidade (COLEMAN, 1999). O capital humano, por sua vez, engloba as habilidades e conhecimentos dos indivíduos que, em conjunto com outras características pessoais e o esforço despendido, aumentam as possibilidades de produção e de bem-estar pessoal, social e econômico. Parte desse capital está associada ao processo, formal ou informal, de aprendizagem pelo qual todos passam, mas tanto a sua aquisição quanto o seu uso são

processos que dependem do indivíduo. O modo como o indivíduo se comporta é determinado por suas relações passadas ou atuais com as outras pessoas (MARTELETO E SILVA, 2004).

Conforme mencionado no capítulo 2, o domínio teórico da pesquisa é a *network theory*, e as categorias de análise para o capital social são ‘capital social individual’ e o ‘capital social em grupo’. O conceito de ‘capital social individual’ correlaciona-se aos desdobramentos das diferentes posições “estruturais” assumidas pelos atores na rede, enquanto que a ideia de ‘capital social em grupo’ apoia a compreensão das consequências das diferentes estruturas de redes. Ainda em relação ao ‘capital social em grupo’, resultados da atuação dos grupos (tais como, o desempenho) podem ser entendidos como função da coesão ou da configuração da estrutura de rede de cada grupo (BORGATTI e OFEM, 2010).

Os oito indicadores selecionados para avaliar a dimensão ‘capital social’ foram apresentados na subseção 2.2.5, ao se tratar da relação entre capital social e a produção científica, tema relacionado ao marco teórico dessa tese.

Quanto aos indicadores de ‘capital humano’ (Apêndices A a L), foram selecionados três características individuais de cada pesquisador dos programas de pós-graduação de Física e de Química. São eles:

a) Tempo de Doutorado

Corresponde ao número de anos contados a partir da conclusão do doutorado do pesquisador até o ano do início da formação da rede de colaboração científica.

b) Número de orientandos de Doutorado

Corresponde ao número de alunos de doutorado orientados por pesquisador.

c) Número de artigos publicados encontrados na *Web of Science*

Corresponde ao número de artigos publicados pelo pesquisador em periódicos indexados pela *ISI Web of Science*, em anos anteriores ao início da formação da rede de colaboração científica, na qual o pesquisador está inserido.

Esses indicadores foram utilizados como variáveis de controle das regressões de dados em painel, tema que será explorado na subseção 3.3.2.4.

3.3. Delimitação da pesquisa

Para esta pesquisa, foram realizados levantamentos bibliográficos e documentais a respeito das questões gerais, ligadas ao tema ‘redes sociais de conhecimento científico’, por meio de livros, periódicos, jornais, *sites* e publicações especializadas da área. Por se tratar de um tema ainda sem uma teoria consolidada, foi necessária a associação de conceitos e teorias - *Network Theory* (BORGATTI e LOPEZ-KIDWELL, 2011), Teoria dos Laços Fracos (GRANOVETTER, 1973), Buracos Estruturais (BURT, 1992), Capital Social, Capital Humano, dentre outros – capaz de fornecer uma orientação teórica para a discussão dos casos.

Ainda nesta pesquisa, optou-se por analisar a população, e não apenas uma amostra representativa. A população é composta por 63 pesquisadores que participaram dos Programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA, no período de 1998 a 2009. Esses pesquisadores produziram 898 artigos que foram publicados em periódicos indexados na *ISI Web of Science*, entre os quais 443 artigos, elaborados por 32 pesquisadores de Química e 455, por 31 pesquisadores do Programa de Física. Os pesquisadores cadastrados em cada Programa naquele período são listados, a seguir.

- Programa de Física

Tabela 20- Relação dos autores do Programa de Pós-graduação em Física da UFBA

Pesquisador	Autor
Anderson Barbosa Lima	Lima, AB
Angelo Marconi Maniero	Maniero, AM
Antônio Ferreira da Silva	Silva, AF
Antônio Moreira de Cerqueira Sobrinho	Sobrinho, AMC
Arthur Matos Neto	Neto, AM
Aurino Ribeiro Filho	Ribeiro, A
Caio Mário Castro de Castilho	Castilho, CMC
Daniele Toniolo Dias	Dias, DT
Denis Gilbert Francis David	David, DGF
Edmar Moraes do Nascimento	Nascimento, EM
Edvaldo Nogueira Junior	Nogueira, E
Esdras Santana dos Santos	Santos, ES
Fernando de Brito Mota	Mota, FD
Frederico Vasconcellos Prudente	Prudente, FV
Hebe Queiroz Plácido	Plácido, HQ
Iuri Muniz Pepe	Pepe, IM
Jailton Souza de Almeida	Almeida, JS
Jorge Mário Carvalho Malbouisson	Malbouisson, JMC
José David Mangueira Vianna	Vianna, JDM
José Garcia Vivas Miranda	Miranda, JGV
Luciano Melo Abreu	Abreu, LM
Luiz Augusto Carvalho Malbouisson	Malbouisson, LAC
Maria das Graças Reis Martins	Martins, MGR
Ossamu Nakamura	Nakamura, O
Raimundo Muniz Teixeira Filho	Teixeira, RM
Ricardo dos Reis Teixeira Marinho	Marinho, RRT
Roberto Fernandes Silva Andrade	Andrade, RFS
Roberto Rivelino de Melo Moreno	Rivelino, R
Saulo Carneiro de Souza Silva	Carneiro, S
Sergio André Fontes Azevedo	Azevedo, S
Suani Tavares Rubim de Pinho	Pinho, STR

Fonte: Elaboração própria (2013)

- Programa de Química

Tabela 21- Relação dos autores do Programa de Pós-graduação em Química da UFBA

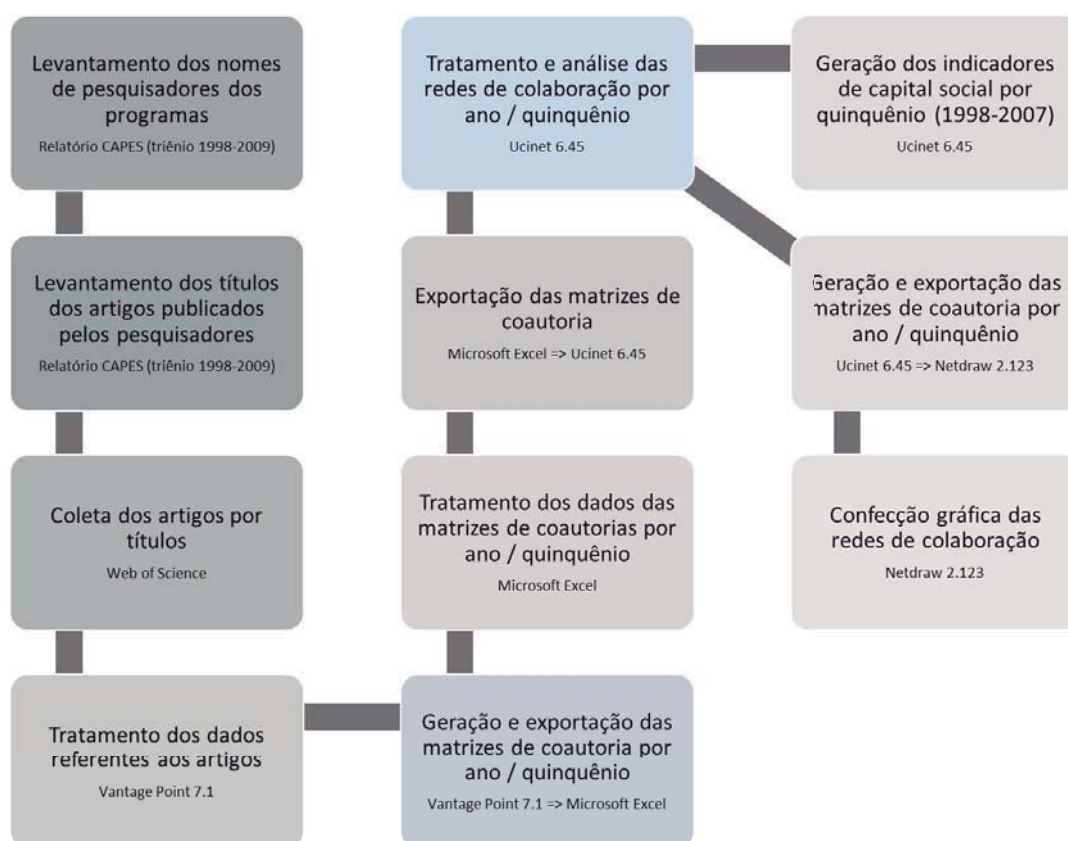
Pesquisador	Autor
Antonio Celso Spinola Costa	Costa, ACS
Cristina Maria Assis Lopes Tavares da Mata Hermida Quintella	Quintella, CM
Dirceu Martins	Martins, D
Djane Santiago de Jesus	Jesus, DS
Emerson Andrade Sales	Sales, EA
Eudes da Silva Velozo	Velozo, ES
Frederico Guare Cruz	Cruz, FG
Gisele Olímpio da Rocha	Rocha, GO
Heloyza Martins Carvalho Andrade	Andrade, HMC
Jailson Bittencourt de Andrade	Andrade, JB
Jorge Mauricio David	David, JM
Juceni Pereira de Lima David	David, JP
Kleber Queiroz Ferreira	Ferreira, KQ
Leonardo Sena Gomes Teixeira	Teixeira, LSG
Luciana Almeida da Silva	Silva, LA
Maria das Gracas Andrade Korn	Korn, MGA
Maria do Carmo Rangel Santos Varela	Rangel, MC
Mauricio Moraes Victor	Victor, MM
Mauro Korn	Korn, M
Nidia Franca Roque	Roque, NF
Pedro Afonso de Paula Pereira	Pereira, PAP
Ramon dos Santos ElBacha	El-Bacha, RS
Roberto Rivelino de Melo Moreno	Rivelino, R
Sergio Luis Costa Ferreira	Ferreira, SLC
Silvio do Desterro Cunha	Cunha, SD
Soraia Teixeira Brandao	Brandao, ST
Tania Mascarenhas Tavares	Tavares, TM
Vanessa Hatje	Hatje, V
Vania Palmeira Campos	Campos, VP
Vera Lucia Cancio Souza Santos	Santos, VLCS
Walter Nei Lopes dos Santos	Santos, WNL
Zenis Novais da Rocha	Rocha, ZN

Fonte: Elaboração própria (2013)

Para a coleta, tratamento e análise de dados, três caminhos foram percorridos. Na parte introdutória da subseção, será apresentada uma visão sucinta desses três processos. Nas subseções 3.3.1 e 3.3.2, respectivamente, Coleta e Tratamento dos Dados e Análise dos Dados, que virão a seguir, os caminhos serão detalhados.

O primeiro caminho, representado pela Figura 08, a seguir, diz respeito à formação do indicador de capital social das redes de colaboração científica dos Programas. O processo de coleta de dados iniciou-se com o levantamento dos nomes dos pesquisadores dos Programas e de seus artigos avaliados e publicados nos relatórios CAPES correspondentes, nos anos 1998-2000, 2001-2003, 2004-2006 e 2007-2010. Em seguida, foi realizada a coleta dos artigos por títulos na *Web of Science*. Após o tratamento dos dados, referentes aos artigos, realizado no *software* Vantage Point 7.1, a matriz de coautoria foi formada e exportada para o Ucinet 6.45, onde foram gerados os indicadores de capital social das redes de colaboração científica. Por fim, houve a confecção gráfica das redes no *software* Netdraw 2.123.

Figura 08- Caminho metodológico para a formação dos indicadores de capital social e confecção gráfica das redes de colaboração científica dos Programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA.



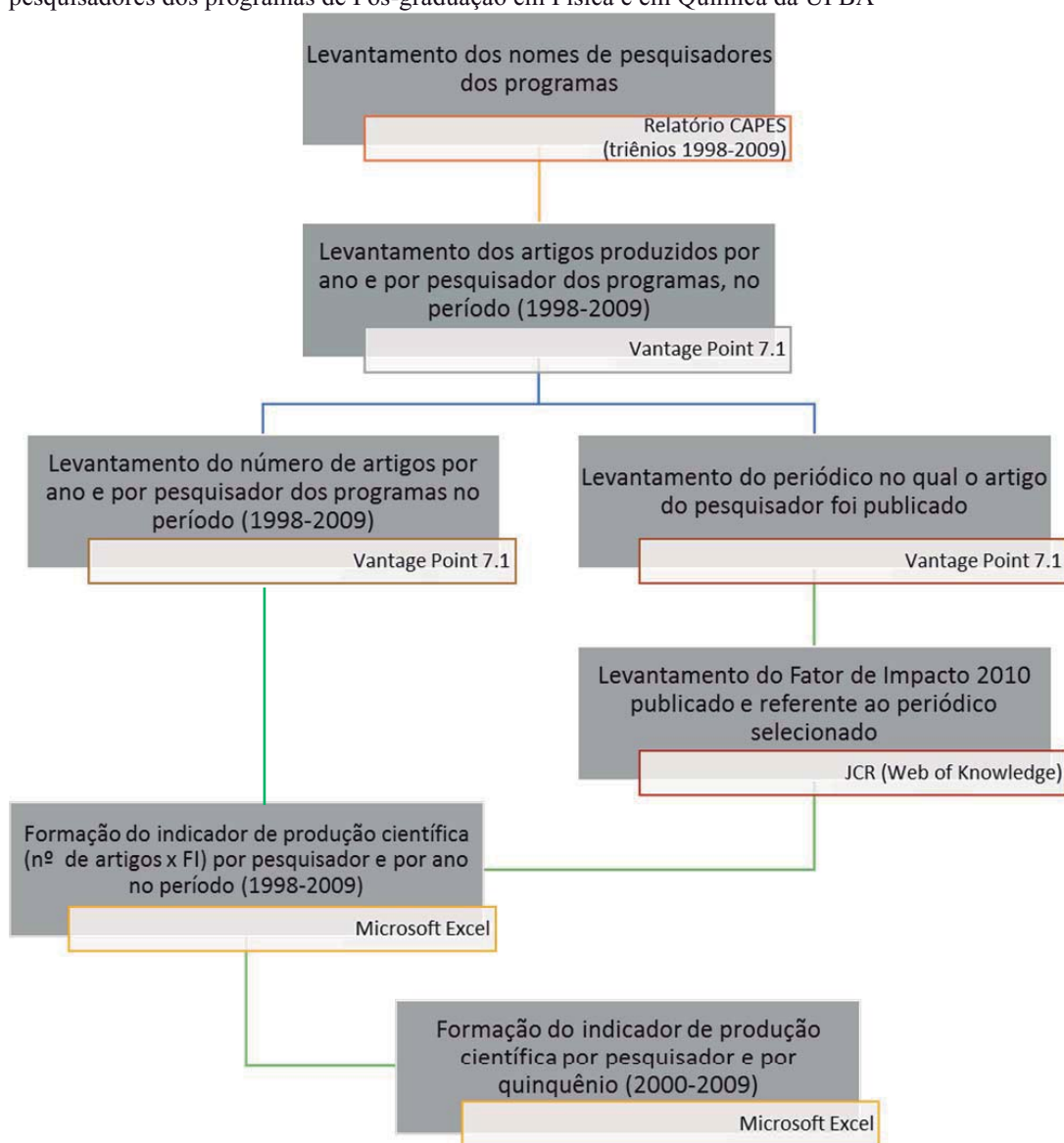
Fonte: Elaboração própria (2013).

O segundo caminho metodológico, apresentado na Figura 09, diz respeito à formação do indicador de produção científica dos pesquisadores dos Programas. A partir do levantamento dos nomes dos pesquisadores, foram selecionados os artigos publicados

por cada um deles no banco de dados já ordenado no caminho anterior, cujos dados se encontravam armazenados no *software* Vantage Point 7.1.

Nessa etapa do processo de coleta foi realizado o levantamento do número de artigos publicados por ano (no período de 1998 a 2009) por cada pesquisador, assim como o periódico no qual cada artigo foi publicado. Em seguida, houve a coleta do fator de impacto 2010, referente a cada periódico e divulgado no JCR. Após essa etapa cumprida, o indicador de produção científica (quantidade de artigos x fator de impacto) foi gerado por ano e por pesquisador. Por fim, os indicadores foram consolidados em séries quinquenais no período de 2000 a 2009.

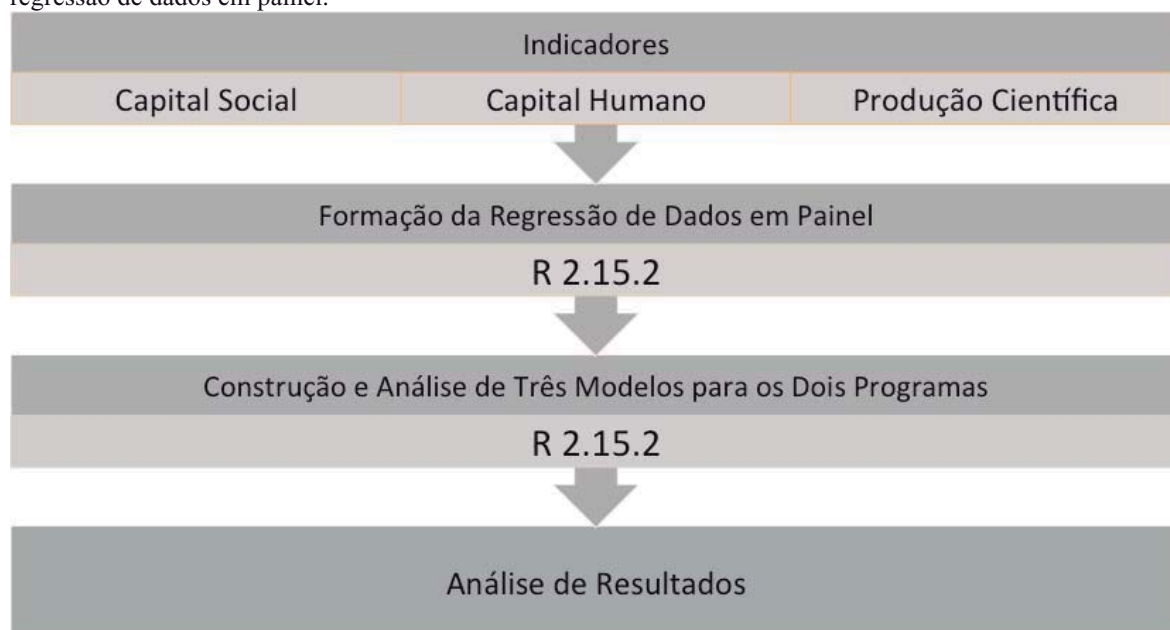
Figura 09- Caminho metodológico para a formação dos indicadores de produção científica dos pesquisadores dos programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA



Fonte: Elaboração própria (2013).

O terceiro caminho metodológico, apresentado na Figura 10, refere-se à construção e análise dos seis modelos de regressão de dados em painel – com a ajuda do *software* R 2.15.2 – e a produção dos resultados finais da pesquisa, a partir da coleta dos indicadores de capital humano – realizada no currículo de cada pesquisador disponível na Plataforma *Lattes* do CNPq – e da formação dos indicadores de capital social e produção científica.

Figura 10- Caminho metodológico para a análise de resultado, por meio da construção de modelos de regressão de dados em painel.



Fonte: Elaboração própria (2013).

Como mencionado no início desta subseção, a seguir, a delimitação da pesquisa será apresentada para as etapas de coleta, tratamento e análise dos dados.

3.3.1. Coleta e tratamento dos dados

3.3.1.1. Coleta de dados

Para a formação dos indicadores de capital social e de produção científica, inicialmente foi realizado o levantamento dos artigos avaliados pela CAPES, no período de 1998 a 2009, no documento ‘Cadernos de Indicadores’⁴¹, publicado pela instituição. Esses

⁴¹ Para o Programa de Física, disponível em <http://conteudoweb.CAPES.gov.br/conteudoweb/ProjetoRelacaoCursosServlet?codigoPrograma=280010100>

artigos foram classificados como ‘Artigos em Periódicos’, disponíveis no item ‘Produção Bibliográfica’ do referido documento.

Após o levantamento, os artigos selecionados foram pesquisados e coletados na ISI *Web of Science*. Dos 1184 artigos apresentados para a avaliação dos dois Programas, 43 foram considerados impróprios pelos avaliadores da CAPES. Sendo assim, foram efetivamente avaliados 1141 artigos. Deste total, 898 foram encontrados na base de dados ISI *Web of Science*, o que representa 79% do total avaliado. A Tabela 22, abaixo, traz o resumo dos resultados alcançados nessa fase para ambos os Programas.

Tabela 22- Número de artigos avaliados pela CAPES e composição da amostra da pesquisa, por Programa e por ano (1998-2009).

Programa/ Ano	Nº de artigos apresentados para Avaliação CAPES	Nº de artigos considerados impróprios pela CAPES	Nº de artigos avaliados e pesquisados na WoS	Nº de artigos não encontrados na WoS	Nº de artigos utilizados na pesquisa	Representativa da amostra (%)
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(e)/(c)
Física						
1998	35	6	29	5	24	83
1999	33	4	29	2	27	93
2000	35	2	33	3	30	91
2001	36	4	32	1	31	97
2002	48	4	44	3	41	93
2003	45	12	33	1	32	97
2004	48	2	46	5	41	89
2005	64	5	59	3	56	95
2006	48	2	46	5	41	89
2007	38	0	38	2	36	95
2008	52	0	52	4	48	92
2009	51	0	51	3	48	94
Total (f)	533	41	492	37	455	92
Química						
1998	28	0	28	5	23	82
1999	32	0	32	7	25	78
2000	39	0	39	12	27	69
2001	36	0	36	11	25	69
2002	51	0	51	21	30	59
2003	48	2	46	17	29	63
2004	67	0	67	15	52	78
2005	65	0	65	8	57	88
2006	59	0	59	14	45	76
2007	78	0	78	61	17	22
2008	75	0	75	17	58	77
2009	73	0	73	18	55	75
Total (g)	651	2	649	206	443	68
Total (f)+(g)	1184	43	1141	243	898	79

Fonte: Elaboração própria (2011)

Para a formação do indicador de produção científica, após o levantamento dos artigos publicados, os fatores de impacto (FI) dos periódicos – onde os artigos científicos dos pesquisadores dos Programas foram publicados – foram coletados na base de dados JCR. Os FIs referem-se ao ano de 2010.

A coleta de dados alusiva aos indicadores de capital humano foi realizada a partir do levantamento da relação de pesquisadores dos Programas de Física e de Química divulgada nos relatórios CAPES, referentes aos triênios 1998-2000, 2001-2003, 2004-2006 e 2007-2009, conforme apresentado no início da subseção 3.3. Os indicadores foram coletados nos currículos dos pesquisadores, disponíveis na Plataforma *Lattes* do CNPq e estão exposto nos Apêndices A a L.

3.3.1.2. Mineração e preparação dos dados coletados para análise

Essa etapa diz respeito apenas aos dados coletados para os indicadores de capital social e de produção científica. Devido à natureza dos dados relativos ao capital humano, somente a sua coleta foi necessária, não havendo necessidade de mineração dos mesmos.

Os 898 artigos coletados foram armazenados em arquivos texto e, em seguida, foram importados (por ano de publicação), para o *Vantage Point 7.1*, *software* apropriado para mineração de texto (*text mining*).

Essa etapa da pesquisa consistiu na ‘limpeza’ do banco de dados, na qual foram feitas correções de nomes de pesquisadores, citações, publicações, instituições etc. Concluída essa fase, as primeiras auditorias no banco de dados foram realizadas por meio de cruzamento de informações. O objetivo dessa fase foi verificar se ainda restavam falhas como campos não preenchidos, duplicação de nomes de pesquisadores e instituições, entre outras. Caso fosse observada alguma inconsistência, uma pesquisa complementar seria realizada em outras fontes de dados, a exemplo do currículo do autor disponível na Plataforma *Lattes* do CNPq.

Ainda com a utilização do *Vantage Point 7.1*, os dados foram reunidos por quinquênios. A decisão pela formação de quinquênios foi baseada no resultado das entrevistas realizadas com atores-chave dos Programas, no qual foi relatado que o tempo médio de colaboração entre os pesquisadores dura cerca de cinco anos. Sendo assim, seis intervalos de tempo foram utilizados para representar os dados referentes às redes de colaboração científica dos pesquisadores dos Programas de Física e de Química. São eles: 1998-2002, 1999-2003, 2000-2004, 2001-2005, 2002-2006 e 2003-2007.

Vale ressaltar que os dados armazenados no *Vantage Point 7.1* foram utilizados com dois objetivos:

- a) Parte desses dados, especificamente a coautoria e número de publicações por coautoria, foi reunida em matrizes que foram exportadas para o *software Microsoft Excel®*, onde foi realizada nova auditoria dos dados, além da formatação da matriz final. Após essa etapa, a matriz final de coautoria foi exportada para o *software Ucinet 6.45*, onde se cumpriu a etapa de preparação e formação das redes, além da geração dos indicadores de capital social das redes de colaborações científicas. Por fim, para a confecção gráfica das redes, a matriz de coautoria formatada no *Ucinet 6.45* foi exportada para o *software NetDraw 2.123*.
- b) Outros dados, a exemplo de títulos, temas tratados, palavras-chave, primeira autoria dos artigos, IES às quais os autores estão afiliados, foram utilizados como importante subsídio para a análise dos resultados explicitados no capítulo 4 desta tese.

3.3.1.3. Dificuldades e limitações

Por se tratar de uma pesquisa com uma série histórica iniciada em 1998, algumas dificuldades surgiram ao longo do processo de coleta de dados.

A primeira dificuldade, que se tornou uma limitação, referiu-se ao indicador de fator de impacto publicado no JCR. O JCR é um recurso que permite avaliar e comparar publicações científicas, utilizando dados de citações extraídos de revistas acadêmicas e técnicas e o impacto destas na comunidade científica. A sua escolha foi determinada pelo indicador publicado no JCR, parâmetro de avaliação da relevância da produção científica indexada na ISI *Web of Science*. O fator de impacto é publicado anualmente no JCR, entretanto, apenas os últimos três anos estão disponíveis para acesso no *site*. Diante desse fato, houve a decisão para a adoção do fator de impacto mais recente, no caso o correspondente ao ano de 2010.

A segunda dificuldade relacionada à coleta de dados, na série histórica de 1998 a 2009, referiu-se aos quesitos avaliados pela CAPES. Algumas informações somente são avaliadas e disponibilizadas a partir de 2004, a exemplo de ‘corpo docente’, ‘proposta de Programa’, ‘atuação do docente’ e ‘produção do docente’. Para solucionar esse problema, foi realizada uma nova coleta de dados, por meio de contato direto com a secretaria dos Programas de Pós-graduação.

A terceira dificuldade encontrada diz respeito à disponibilidade de informações na Plataforma *Lattes* do CNPq. Primeiro, por ser um banco de dados no qual os próprios autores são responsáveis pela divulgação de suas informações, alguns currículos encontravam-se desatualizados. Segundo, existiu um número reduzido de cadastro de pesquisadores estrangeiros. Por esse motivo, além do acesso a uma quantidade insuficiente de informação, a estatística gerada pela base de dados da própria plataforma *Lattes* é inconsistente. E por fim, a Plataforma não disponibiliza o nome abreviado dos autores (como é utilizado nas publicações de artigos), o que gerou um gasto excessivo de tempo na coleta de informações.

Por último, outra dificuldade diz respeito à falta de um padrão internacional de normatização para publicação de artigos em periódicos como a abreviação dos nomes dos autores e a falta de unicidade na definição das áreas e subáreas de pesquisa. A consequência da falta de padrão universal conduziu a um longo trabalho de uniformização de dados e de constantes auditorias no banco de dados. Para essa pesquisa, foi necessário realizar a padronização das informações, a fim de eliminar as diferenças existentes. No caso dos pesquisadores, adotou-se a menor nomenclatura para identificar o mesmo autor.

3.3.2. Análise dos dados

Feitos os esclarecimentos acerca dos procedimentos de coleta e tratamento dos dados, importa agora dar conta da estratégia global de análise dos dados.

A descrição da análise dos dados foi dividida em quatro itens, explicitados a seguir. Essa fragmentação deve-se ao fato da existência de uma metodologia específica para cada conjunto de indicadores, assim como para os modelos de regressão de dados em painel.

3.3.2.1. Indicador de produção científica

O indicador de produção científica (PC) é o resultado do somatório do produto entre *quantidade de artigos produzidos* e *fator de impacto (FI) do periódico* onde os mesmos foram publicados. Quando se trata do indicador da produção científica **dos Programas de Química ou de Física**, o valor do indicador corresponde ao somatório anual do produto entre *quantidade de artigos produzidos por todos os pesquisadores* e o *fator de impacto (FI) do periódico* onde os mesmos foram publicados. Ao se calcular o indicador da produção científica de cada **pesquisador**, o resultado indica o somatório

anual do produto entre *quantidade de artigos produzidos por pesquisador* e o *fator de impacto (FI) do periódico* onde os mesmos foram publicados.

Outro indicador utilizado, o de qualidade (L), traduz-se como o resultado da divisão entre o indicador de produção científica (PC) e o número total de artigos científicos publicados no ano, ou no período.

O indicador de produção científica (PC) dos pesquisadores dos Programas de Física e de Química foi formado e analisado para os anos de 2000 a 2009, período que corresponde ao resultado da colaboração científica dos pesquisadores, ocorrida no período entre 1998 e 2007. Percebe-se aqui a existência de hiato temporal de dois anos entre o início da formação das redes de colaboração, em 1998, e os primeiros artigos publicados em 2000, resultados das pesquisas realizadas, ou ainda, em andamento. A decisão pela constituição dos períodos apresentados deve-se ao relato feito por pesquisadores-chave, durante entrevistas ocorridas no período de elaboração da pesquisa. Portanto, os dados foram reunidos em quinquênios, nos seguintes períodos: 2000 a 2004, 2001 a 2005, 2002 a 2006, 2003 a 2007, 2004 a 2008 e 2005 a 2009.

3.3.2.2. Indicadores de capital social

Os indicadores de capital social são características endógenas à rede de colaboração científica dos pesquisadores e foram utilizados como uma das variáveis explicativas do desempenho da rede.

Para a formação das redes de colaboração científica, considerou-se como afiliação a frequência de coautoria entre os pesquisadores. Por meio da frequência, é possível se inferir a continuidade das relações entre os atores da rede ao longo do tempo. Portanto, foi realizado o levantamento do número máximo de artigos publicados por uma díade (par de *nós*) no período determinado, o que representou o número de eventos colaborativos entre autores.

Especificamente, para a avaliação da presença da dinâmica de *small worlds* nas redes de colaboração, após a geração dos indicadores de distância média (PL) e de Coeficiente de Agrupamento (CC), por meio do *software* UCINET 6.45, a comparação dos indicadores reais da rede com os padrões estabelecidos de *small worlds* por Watts e Strogatz (1998) foi desenvolvida com o uso do Microsoft Excel®.

3.3.2.3. Indicadores de capital Humano

Os indicadores de capital humano (Apêndices A a L) foram utilizados como variáveis de controle das regressões de dados em painel, importantes para garantir certa robustez aos resultados apresentados.

Os indicadores foram coletados diretamente no currículo de cada pesquisador, disponível na Plataforma *Lattes*⁴² do CNPq, e referem-se ao ano anterior da formação da rede de colaboração científica. Por exemplo, para a rede de 1998 a 2002, são atribuídos os indicadores de capital humano correspondentes ao ano de 1997. O propósito da escolha do ano anterior como base para a coleta de informações relativas aos indicadores de capital humano se deve ao fato de se tratar de características exógenas à formação da rede e, portanto, são atributos pessoais do pesquisador, construídos ao longo da sua vida profissional.

Vale ressaltar que, excepcionalmente para o indicador de bolsa de produtividade, cujos dados de anos anteriores não são disponibilizados na base de dados do CNPq, o ano-base de coleta foi 2012.

3.3.2.4. Regressão de dados em painel

A utilização de técnicas e modelos estatísticos apresenta-se como uma eficiente maneira de extrair informações mais profundas e precisas de dados. Especificamente, o modelo de dados em painel mostra-se de grande valor quando se observam eventos ao longo do tempo e tem sido utilizado em estudos econométricos e nas ciências sociais aplicadas. Por meio do modelo de dados em painel, é possível reunir características de séries temporais (*time-series*) com dados em corte transversal (*cross-section*). Segundo Hsiao (1986), os modelos para dados em painel possuem vantagens, tais como a possibilidade de controle da heterogeneidade presente nos indivíduos, assim como da redução da colinearidade⁴³ entre as variáveis explicativas em usar mais observações, o que aumenta o grau de liberdade. Além disso, o autor cita a capacidade de identificar e

⁴² Disponível em www.lattes.cnpq.br

⁴³ O termo multicolinearidade (ou colinearidade) refere-se a uma relação aproximadamente linear entre variáveis explicativas (sistemáticas). Em outras palavras, quando há forte correlação entre preditores (HOCKING, 2003).

mensurar efeitos que não são possíveis de serem detectados por meio isolado de análise de dados em corte transversal ou de séries temporais.

A utilização de dados em painel permite conjugar a diversidade de comportamentos individuais, com a existência de dinâmicas de ajustamento, ainda que potencialmente distintas. Ou seja, permite tipificar as respostas de diferentes indivíduos a determinados acontecimentos, em diferentes momentos (MARQUES, 2000, p.1,2).

O modelo geral para dados em painel é representado por:

$$y_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it}x_{1it} + \dots + \beta_{nit}x_{kit} + e_{it},$$

onde

i – indivíduos

t – período de tempo que está sendo analisado

β_0 – parâmetro do intercepto

β_k – coeficiente angular correspondente à k -ésima variável do modelo

No modelo geral, o intercepto e os parâmetros-resposta são diferentes para cada indivíduo e para cada período de tempo.

Os modelos mais utilizados para regressão de dados em painel são: Modelo de Efeitos Fixos e Modelo de Efeito Aleatório. Ambos apresentam o mesmo pressuposto – o intercepto (β_0) varia de um indivíduo para o outro –, porém essa variação não ocorre ao longo do tempo, e os parâmetros-resposta são constantes para todos os indivíduos e em todos os períodos de tempo, ou seja, a diferença entre os dois modelos refere-se ao tratamento do intercepto.

Modelo de Efeitos Fixos

O modelo de efeitos fixos procura controlar os efeitos das variáveis omitidas que variam entre indivíduos e permanecem constantes ao longo do tempo. Para tanto, o modelo pressupõe que o intercepto (β_0) não varia ao longo do tempo, apenas de um indivíduo para outro. Além disso, os parâmetros-resposta são constantes para todos os indivíduos e em todos os períodos de tempo.

O modelo contempla as estimativas por mínimos quadrados ordinários. Elas são não-tendenciosas e consistentes, já que o modelo pressupõe que os erros possuem distribuição normal, variância constante e não são correlacionados. De acordo com Hill, Griffiths e Judge (1999), o modelo apresenta:

$$\beta_{0it} = \beta_{0i} \qquad \beta_{1it} = \beta_1 \dots \beta_{kit} = \beta_k$$

e é dado por:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{1it} + \dots + \beta_k x_{kit} + e_{it}$$

A parte constante α_i é diferente para cada indivíduo, captando diferenças invariantes no tempo (por exemplo, dimensão dos países, recursos naturais e outras características que não variam no curto prazo). Portanto, as inferências feitas para o modelo são apenas sobre os indivíduos dos quais existem dados.

Efeitos Fixos ou Efeitos Aleatórios?

Para se tomar a decisão sobre que modelo adotar, Hsiao (*apud* MÁTYÁS e SEVESTRE, 1992, p. 88) sugere que se responda a duas questões: (1) quais são os objetivos do estudo em questão? e (2) qual o contexto dos dados, a forma como foram recolhidos?

Assim, se o que se pretende é efetuar inferência relativa a uma população, a partir de uma amostra aleatória, os efeitos aleatórios serão a escolha apropriada. Caso se pretenda estudar o comportamento de uma unidade individual em concreto, então os efeitos fixos são a escolha óbvia na medida em que é indiferente considerar-se a amostra como aleatória, ou não (MARQUES, 2000).

Tratando da proposta da pesquisa desta tese, as respostas para as questões acima apontam para a utilização do modelo com efeitos fixos, visto que o objetivo desta pesquisa com o uso de modelos estatísticos é **tentar explicar fatos ocorridos**, por meio do entendimento acerca da relação entre as variáveis independentes e a variável dependente e **não fazer previsão**. Ademais, a pesquisa é realizada com toda a população correspondente a 63 pesquisadores e 898 artigos científicos publicados por eles.

Além dessas questões, Baltagi (2008) recomenda alguns testes para validar a adoção correta do modelo, a exemplo dos testes de Hausman e de Breusch-Pagan⁴⁴. Na subseção seguinte, serão apresentados cinco testes relacionados à regressão de dados em painel, dentre eles os de Hausman e de Breusch-Pagan.

Testes para Validação do Modelo de Regressão para Dados em Painel

1) Determinação da presença de efeitos fixos, ou efeitos aleatórios no modelo de regressão de dados em painel

a) *Hausman Test*

Wooldridge (2002) diz que o principal determinante para a escolha entre os modelos de efeitos fixos ou aleatórios é o efeito não observado α_i . Em situações em que α_i é correlacionada com as variáveis explicativas, o modelo de efeitos fixos é mais adequado. Para se checar a existência de correlação entre α_i e as variáveis explicativas, sugere-se o *Hausman Test*, cujas hipóteses são:

H_0 – Não adota-se o modelo fixo se α_i não é correlacionado com as variáveis explicativas. Para tanto, $P\text{-value} > 0,05$.

H_1 – Adota-se o modelo fixo se α_i é correlacionado com as variáveis explicativas. Para tanto, $P\text{-value} < 0,05$.

2) Testes para existência de dependência transversal/correlação contemporânea

De acordo com Baltagi (2008), a dependência transversal é um problema de grandes painéis com longas séries temporais. Esse fenômeno não é um problema que afete pequenos painéis (séries temporais curtas e com número elevado de eventos).

Os ensaios são usados para testar se os resíduos são correlacionados entre os dados. A hipótese nula para os testes de independência, para *Breusch-Pagan LM* e para o *Pasaran CD*, assume que os resíduos entre os dados não são correlacionados. A dependência transversal (também chamado de correlação contemporânea) pode levar a um viés nos resultados de testes. As hipóteses para os testes são:

H_0 – Os resíduos entre os dados não são correlacionados, se $P\text{-value} > 0,05$.

⁴⁴ Todos os testes de diagnósticos e validação dos modelos desenvolvidos nesta pesquisa serão apresentados no item a seguir.

H_1 – Os resíduos entre os dados são correlacionados, se $P\text{-value} < 0,05$.

3) Teste para Correlação Serial (*Breusch – Godfrey/Wooldridge*)

O teste para correlação serial busca verificar a independência dos resíduos. O teste de correlação serial, normalmente, é aplicado para painéis com longas séries temporais. Em painéis curtos, o teste fica seriamente inclinado para a rejeição (WOOLDRIDGE, 2002). As hipóteses para o teste são:

H_0 – Não existe correlação serial. Para tanto, $P\text{-value} > 0,05$

H_1 – Existe correlação serial. Para tanto, $P\text{-value} < 0,05$

4) Teste de raiz unitária/estacionária (*Dickey-Fuller*)

A raiz unitária é uma característica de processos que evoluem ao longo do tempo e que podem causar problemas em inferência estatística, envolvendo modelos de séries temporais. O teste de Dickey-Fuller valida a tendência estocástica. As hipóteses para o teste são:

H_0 – A série temporal analisada tem raiz unitária para $P\text{-value} > 0,05$

H_1 – A série temporal analisada não tem raiz unitária para $P\text{-value} < 0,05$

5) Teste para a presença de heterocedasticidade (*Breusch-Pagan*)

A heterocedasticidade corresponde à ausência de homoscedasticidade e ocorre quando o modelo de hipótese matemático apresenta variâncias não iguais para as variáveis dependentes e independentes, para todas as observações. A heterocedasticidade apresenta-se como uma forte dispersão dos dados em torno de uma reta (WOOLDRIDGE, 2002).

Baseado no teste multiplicador de *Lagrange*, o teste de *Breusch-Pagan* é bastante utilizado para testar a hipótese nula de que as variâncias dos erros são iguais (homoscedasticidade) *versus* a hipótese alternativa de que as variâncias dos erros são uma função multiplicativa de uma ou mais variáveis, sendo que esta(s) variável(eis) pode(m) pertencer, ou não, ao modelo em questão. As hipóteses são:

H_0 – O modelo apresenta homocedasticidade. Para tanto, $p\text{-value} > 0,05$

H_1 – O modelo não apresenta homocedaticidade e sim, heterocedasticidade. Para tanto, $p\text{-value} < 0,05$

Para explicar o desempenho das redes de colaboração científica dos Programas, por meio da regressão de dados em painel, foram selecionadas 08 (oito) variáveis independentes para cada pesquisador, que correspondem aos indicadores de capital social em suas duas dimensões, grupal e individual.

Para a análise dos dados, decidiu-se pela construção de três modelos de regressão, a fim de possibilitar um melhor entendimento da relação entre os indicadores de capital social e produção científica. No primeiro modelo, houve a participação da população dos dois Programas, composta por 63 pesquisadores; o segundo representa o programa de Física e o terceiro, o programa de Química.

No primeiro momento, para a seleção das variáveis que fazem parte de cada modelo, foram realizados testes de correlação entre as variáveis independentes – as escolhidas foram aquelas que não apresentaram correlação ou que apresentaram baixa correlação entre si. Esse procedimento (realizado no *software* SPSS, versão 21) foi necessário devido à probabilidade da existência de correlação entre as variáveis independentes. Em seguida, após a seleção de variáveis independentes, elas foram testadas em relação à sua correlação com a variável dependente, o indicador de produção científica. Por fim, as variáveis independentes que apresentaram maior correção neste último teste, foram aquelas selecionadas para análise dos modelos de regressão de dados em painel.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

O capítulo que ora se inicia traduz, de forma especial, o espírito do empreendimento desta pesquisa. Ele traz ao leitor uma profusão de dados reunidos em tabelas e gráficos de rede, oferecendo à comunidade de interesse um conjunto de informações, resultado do esforço de análise e discussão, que ainda é insuficiente para abranger a quantidade e a qualidade da informação aqui consolidada. Por isso, existe a confiança de que o olhar de outros pesquisadores trará à luz uma série de novas correlações que se escaparam.

Como já mencionado, o **objetivo geral** desta pesquisa é entender a importância do capital social e a influência das suas dimensões – individual e em grupo – para a produção científica de pesquisadores de programas de Pós-graduação. Como **objetivos específicos**, a pesquisa busca mapear e analisar, em profundidade, as redes de colaboração científica dos pesquisadores que compõem os programas de Pós-graduação de Física e Química da UFBA e sua produção científica; identificar as características estruturais e relacionais dessas redes e seus indicadores de capital humano e social; e buscar possíveis relações entre os indicadores de capital social individual e em grupo e o desempenho dessas redes em termos de suas produções científicas.

Para um melhor entendimento dos resultados aqui apresentados, o capítulo foi dividido em três seções: na primeira, fez-se um mapeamento da produção científica, por ano, no período de 1998 a 2009 para os dois programas; na segunda, foi realizada a apresentação e a análise das redes quinquenais de coautoria para os dois programas no período de 2000 a 2009; e, por último, os indicadores de produção científica por pesquisador foram analisados no período, também, de 1998 a 2009.

4.1. Produção científica nos Programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA, no período de 1998 a 2009

Nesta subseção, serão apresentadas as características da produção científica dos programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA, no período de escolha.

O primeiro passo para a realização da pesquisa proposta nesta tese envolveu a coleta de informações – resumo, autores, periódico de publicação, ano de publicação, entre outras –, relativas aos artigos avaliados pela CAPES, no período de 1998 a 2009. Após a minuciosa busca nos periódicos indexados na *Web of Science (WoS)*, foi possível estabelecer a amostra representativa para os programas.

Conforme apresentado na Tabela 22, da subseção 3.3.1.1, desta tese, para os dois programas, a avaliação da CAPES considerou 1184 artigos para avaliação, entre os quais 43 foram considerados impróprios, não sendo, por isso, avaliados. Dos 1141 artigos avaliados, 898 foram publicados em periódicos indexados pela *WoS*, o que corresponde a 79% do total.

Os artigos aqui selecionados foram classificados, segundo tradução e adaptação da classificação da *Web of Knowledge*. Foram adotados os seguintes critérios:

Tabela 23- Classificação dos artigos por grande área, área e categoria de temas, disponíveis na *Web of Knowledge* e na *Web of Science*

Grande área	Área	Categorias de temas
<i>Web of Knowledge</i>	<i>Web of Knowledge</i>	<i>Web of Science</i>
3 Níveis:	150 Classificações Gerais:	250 Classificações mais
Ciência e Tecnologia	Química	Específicas:
Ciências Sociais	Física	Física Multidisciplinar
Artes e Humanidades	etc	Física de Matéria Condensada
		Físico-Química
		etc

Fonte: Elaboração própria (2013).

4.1.1. Produção científica em Física

A amostra selecionada para o Programa de Física é mais representativa do que a de Química e corresponde a 92% do número de artigos avaliados pela CAPES para o programa.

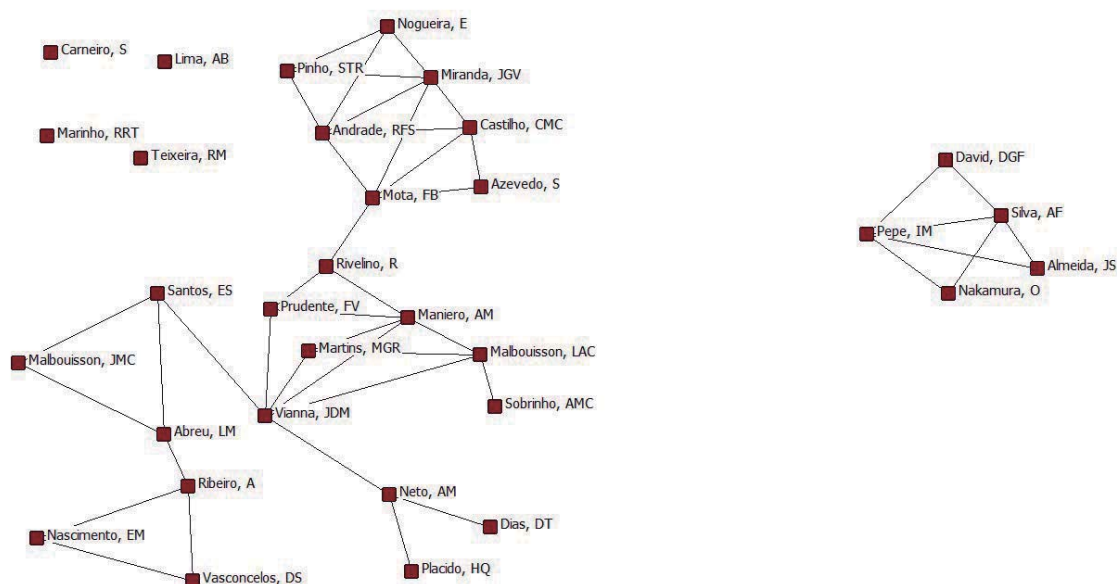
Nos 455 artigos do Programa de Física aqui pesquisados, as categorias de temas mais abordadas foram: ‘Física (outros)’ (162 artigos), ‘Física Multidisciplinar’ (91 artigos) e ‘Física da Matéria Condensada’ (44). Interessante ressaltar que, em quarto lugar, surge a categoria ‘Físico-Química’, com 42 artigos, o que demonstra uma unidade epistemológica entre os programas. Ao se tratar dos autores com maior número de publicação nas três

principais categorias citadas acima, destacam-se: Pepe, IM, em ‘Física (outros)’; Malbouisson, JMC, em ‘Física Multidisciplinar’ e Silva, AF, em ‘Física da Matéria Condensada’.

Em relação à rede de coautoria (por categorias de temas) formada entre os pesquisadores do programa (Figura 11), no período de 1998 a 2009, percebe-se a formação de dois grupos (componentes), assim como o isolamento de alguns pesquisadores.

No maior componente (grupo) da rede do Programa de Física, as linhas de pesquisa mais investigadas são: ‘Estrutura eletrônica de átomos e moléculas’, ‘Física atômica e molecular’, ‘Física matemática - Teoria de campos’, ‘Interação de fótons e elétrons com átomos e moléculas’, ‘Física estatística e sistemas complexos’. Já no segundo grupo, os laços são firmados em torno das seguintes linhas de pesquisas: ‘Semicondutores’, ‘Aplicação de óxidos e semicondutores à conversão da energia solar’ e ‘Propriedades óticas, térmicas e magnética de materiais’.

Figura 11- Rede de coautoria (por categoria de temas abordados) dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 1998-2009.



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013)

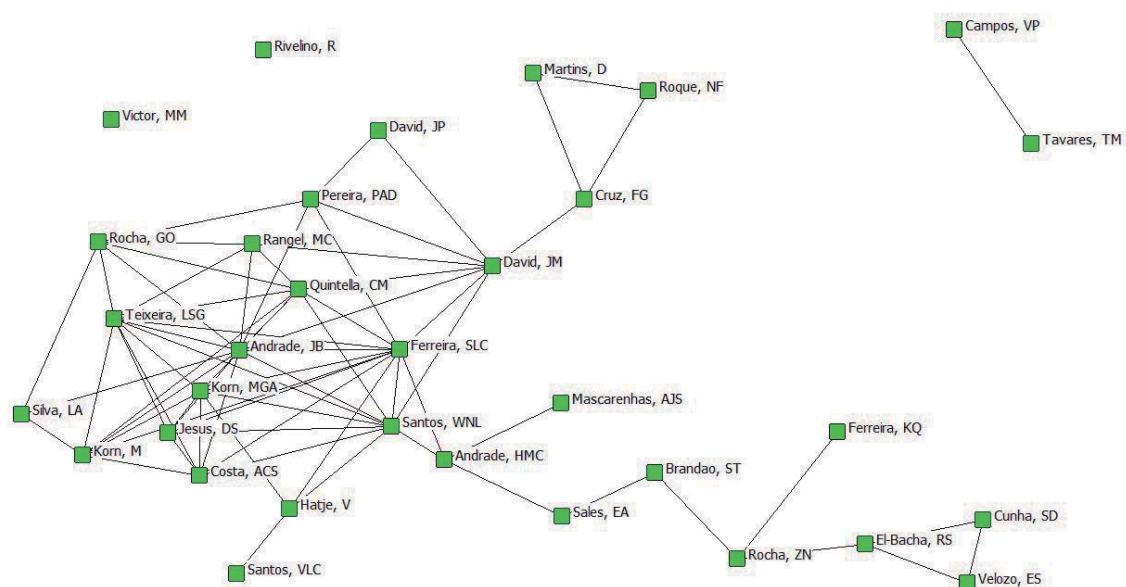
4.1.2. Produção científica em Química

Para a pesquisa em Química, a amostra corresponde a 68% do total de artigos avaliados para o programa, pois 206 artigos do Programa de Química não foram encontrados devido à ausência na *WoS* dos periódicos onde foram publicados.

Nos 443 artigos publicados pelos pesquisadores do programa, as categorias de temas mais citadas são ‘Química (outros)’ (109 artigos publicados), ‘Química analítica’ (81 artigos) e ‘Química multidisciplinar’ (47 artigos). Diferentemente do Programa de Física, o maior número de artigos publicados, nas três categorias, pertence ao grupo do pesquisador Ferreira, SLC. Um outro grupo, composto por Rangel, MC, Sales, EA, Brandão, ST e Andrade, HMC, apenas se destaca quando se trata da categoria ‘Físico-química’. Somente Rangel, MC, no período de 1998 a 2009, publicou 24 artigos relacionados a essa categoria.

Quanto à rede de coautoria (por categorias de temas) formada entre os pesquisadores do programa (Figura 12), no período de 1998 a 2009, o componente principal é formado por quase todos os pesquisadores do programa. As linhas de pesquisas mais investigadas são ‘Química ambiental’, ‘Catálise’, ‘Química de produtos naturais’ e ‘Química analítica’.

Figura 12- Rede de coautoria (por categoria de temas abordados) dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 1998-2009.



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013)

Na rede de pesquisadores de Química, alguns deles desenvolvem estudos em específicas linhas de pesquisas: a ‘Oceanografia química’ é investigada pelos pesquisadores Ferreira, SLC; Hatje, V e Santos, VLC. Tavares, TM e Campos, VP formam um pequeno componente e desenvolvem pesquisas referentes à linha ‘Química ambiental’.

4.2. Redes de coautoria, no período de 2000 a 2009

Após a apresentação das características da produção científica dos Programas de Química e Física, no período de 1998 a 2009, a partir desta subseção, a análise da produção científica restringir-se-á aos anos de 2000 a 2009. Como já mencionado no capítulo 3 desta tese, esse período foi selecionado devido ao fato de o mesmo corresponder ao resultado da colaboração científica dos pesquisadores ocorrida no período entre 1998 e 2007. Neste momento, o objetivo desta subseção é apresentar uma análise anual da estrutura das redes de coautoria, assim como as características relacionais de seus atores. Em seguida, na subseção 4.3, a análise será ainda mais específica, desta vez, a dos indicadores de produção científica dos pesquisadores dos programas.

Os indicadores apresentados, a seguir, (Tabela 24) revelam que, ano a ano, os dois programas possuem características similares quando se trata do número de coautorias e de artigos publicados. Interessante observar que, no período escolhido, apesar de a rede de Física ser menor (104 coautores em média), os seus números, em relação à produção científica, aproximam-se dos resultados alcançados pelos pesquisadores do Programa de Química. Num primeiro momento, é intuitivo imaginar que esse fato se deve ao desempenho do pesquisador Pepe, IM, principal coautor, com 111 artigos publicados no período (Tabela 39, item 5.1), o que corresponde a 20,33% da produção científica do Programa de Física.

Outro fato a ser destacado relaciona-se ao percentual de artigos, cujo primeiro autor é um pesquisador do programa. Segundo dados apresentados na Tabela 24, no Programa de Física, esse percentual corresponde a 56,26% do total de artigos, enquanto que, no Programa de Química, os pesquisadores são primeiros autores em 70,20% dos artigos publicados. Um das razões do menor percentual alcançado pelo Programa de Física é resultado das publicações do seu principal pesquisador Pepe, IM. Em nenhum dos seus 111

artigos, que correspondem a 20,33% do total do programa, ele se apresenta como primeiro autor.

Tabela 24- Características da produção científica das redes de coautoria dos Programas de Pós-graduação de Química e de Física da UFBA, no período de 2000-2009.

Indicadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Química										
Nº de coautores	89	92	91	118	134	166	177	105	218	198
Média de coautorias por artigo	3,3	3,68	3,03	4,07	2,58	2,91	3,93	6,18	3,76	3,6
Média de artigos por coautor	0,3	0,27	0,33	0,25	0,39	0,34	0,25	0,16	0,27	0,28
Nº artigos com 1º autor do Programa	22	20	22	19	42	47	36	13	51	39
Física										
Nº de coautores	83	83	86	60	94	109	116	129	148	132
Média de coautoria por artigo	2,77	2,68	2,10	1,88	2,29	1,95	2,83	3,58	3,08	2,75
Média de artigo por coautor	0,36	0,37	0,48	0,53	0,44	0,51	0,35	0,28	0,32	0,36
Nº artigos com 1º autor do Programa	20	18	23	18	24	30	28	27	34	34

Fonte: Elaboração própria (2013)

Em suas estruturas, as redes de coautoria de artigos científicos dos Programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA são dispersas. Comparativamente, ao longo do tempo, a rede do Programa de Química possui uma estrutura menos densa que a do Programa de Física, com exceção do ano de 2007, quando a densidade total (D) da rede de coautoria de Física foi inferior à de Química (Tabela 25).

Tabela 25- Indicadores de densidade e *Small worlds* das redes de coautores dos Programas de Pós-graduação de Química e de Física da UFBA (2000-2009)

Indicadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Química										
Densidade Total (D)	7,6	6,2	8,6	11,4	4,9	4,3	5,3	8,8	3,5	3,9
<i>Small worlds</i> (Q)	2,89	2,84	5,29	0,27	1,57	1,75	1,22	0,80	1,69	1,21
Física										
Densidade Total (D)	8,6	13,7	17,1	20,6	12,2	12,3	8,5	7,2	6,9	6,1
<i>Small worlds</i> (Q)	3,62	4,13	3,21	2,06	3,79	4,18	5,13	5,70	4,98	6,29

Fonte: Elaboração própria (2013)

Nos resultados apresentados na Tabela 25, a presença da dinâmica de *small worlds* (Q) é identificada em todas as redes, ou seja, os atores, em suas redes, conectam-se entre si, a partir de um pequeno número de intermediários. Como já mencionado anteriormente, a configuração de uma rede, no que se refere a mundos pequenos, traz a possibilidade da troca de conhecimento não-redundante entre os grupos, o que pode contribuir para uma

produção científica mais qualificada, aumentando, assim, as chances de publicação de artigos em períodos com maior fator de impacto (FI).

As redes de produção científica dos pesquisadores de Física e de Química são, respectivamente, apresentadas, a seguir. Nelas, **o tamanho do nó corresponde à centralidade de grau (*degree*) do autor, e a cor do nó, ao indicador de *effsize***. Esses parâmetros foram escolhidos com o objetivo de proporcionar uma rápida visualização e identificação do papel e da posição de cada ator em suas redes. Como já mencionado no capítulo 3, o *degree* corresponde ao número de laços que o ator tem com outros atores na rede, e o *effsize* é uma medida de eficiência dos laços (BURT, 1992, p. 53), pois mensura o número de contatos não redundantes em relação ao total de contatos de um determinado ator. Implicitamente, o *effsize* indica a importância do papel do ator como ‘ponte’ na troca de conhecimento não redundante, enquanto que o *degree* indica a capacidade que um ator tem de influenciar e de ter prestígio perante os demais componentes da rede.

4.2.1. Redes de coautoria do Programa de Pós-graduação em Física

Para a análise das redes de coautoria, no período de 2000 a 2009, que será realizada a seguir, os indicadores expostos abaixo na tabela 26 serão utilizados. Tratam-se de informações anuais, relativas às redes e ao seus componentes principais (CP).

Tabela 26- Indicadores das redes de coautoria do Programa de Pós-graduação de Física da UFBA (2000-2009).

Indicadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Densidade total (%)	8,6	13,7	17,1	20,6	12,2	12,3	8,5	7,2	6,9	6,1
Densidade do CP* (%)	26,8	23,5	29,1	47,8	24,7	22,8	18,1	17,1	18,6	14,9
N de laços do CP	266	530	454	130	294	356	578	564	772	198
Nº de coautores	83	83	86	60	94	109	116	129	148	132
Nº de coautores do CP	32	48	40	17	35	40	57	58	65	37
Média do <i>Betweenness</i> dos coautores	6,4	14,9	7,3	2,9	14,3	15,0	31,2	20,2	21,6	10,1
Centralização da rede % (<i>Betweenness</i>)	7,0	21,5	8,8	3,7	9,2	7,5	9,3	14,0	10,8	5,6

Fonte: Elaboração própria (2013)

* CP - Componente principal da rede

As duas primeiras redes de coautoria de produção científica do Programa de Pós-graduação em Física, referentes aos anos 2000 e 2001, revelam a importância dos

pesquisadores Pepe, IM e Silva, AF, os quais apresentam, em ambos os casos, o primeiro e o segundo maiores indicadores de *degree* e *effsize* (Tabela 27).

Considerando os três autores com maior destaque nas redes, no ano de 2000, os pesquisadores com melhor *performance* são associados ao Programa de Física da UFBA. Em 2001, o pesquisador Araújo, CM, da UPPSala University (Suécia) assume um papel e uma posição relevante na rede, devido à sua coautoria em artigos publicados com Silva, AF.

Tabela 27- Pesquisadores com maiores indicadores de *degree* e de *effsize*, na rede de coautoria de artigos científicos de Física, no período de 2000-2001

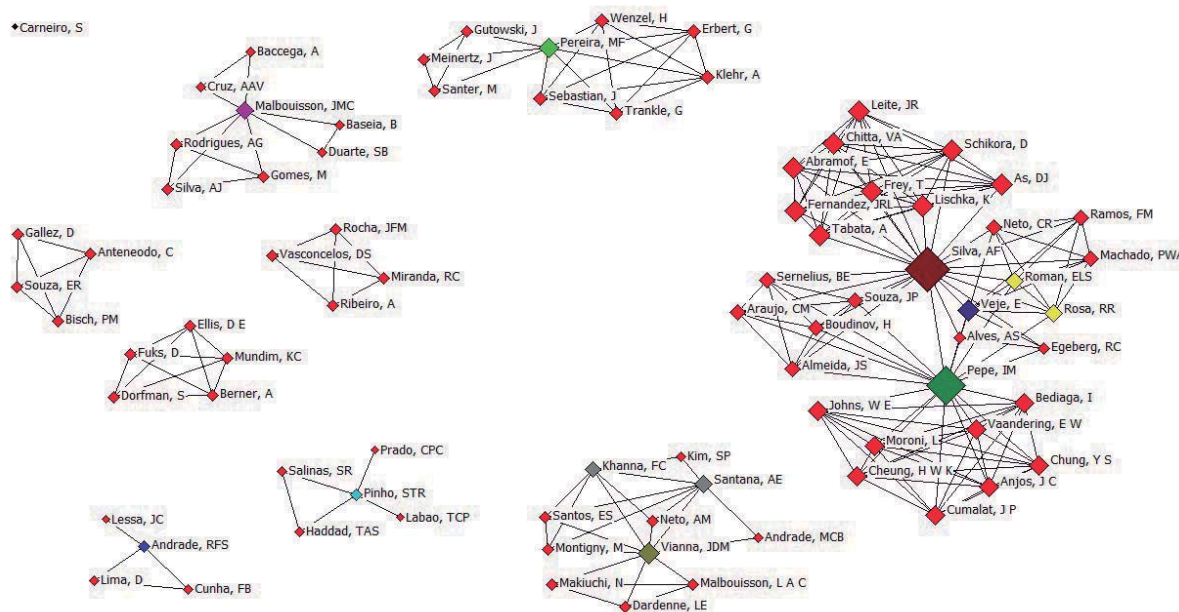
<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>		<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>	
2000				2001			
Silva, AF	23,0	Silva, AF	16,5	Pepe, I M	38,0	Pepe, I M	27,7
Pepe, I M	19,0	Pepe, I M	13,3	Silva, AF	20,0	Silva, AF	9,0
Vianna,	9,0	Vianna,	6,3	Araujo,	20,0	Araujo,	9,0
JDM		JDM		CM		CM	

Fonte: Elaboração própria (2013).

Ao se tratar da estrutura de redes, apesar de o número de coautores nas redes (83) não ter sido alterado entre os anos 2000 e 2001, é possível identificar, por meio das Figuras 13 e 14, a seguir, que houve uma redução do número de componentes na rede de coautoria, em 2001, em relação ao ano anterior. Além disso, nesse ano, o componente principal (CP) da rede concentrou um maior número de coautores, 48 e, assim, com um maior número de laços, 530 (Tabela 26).

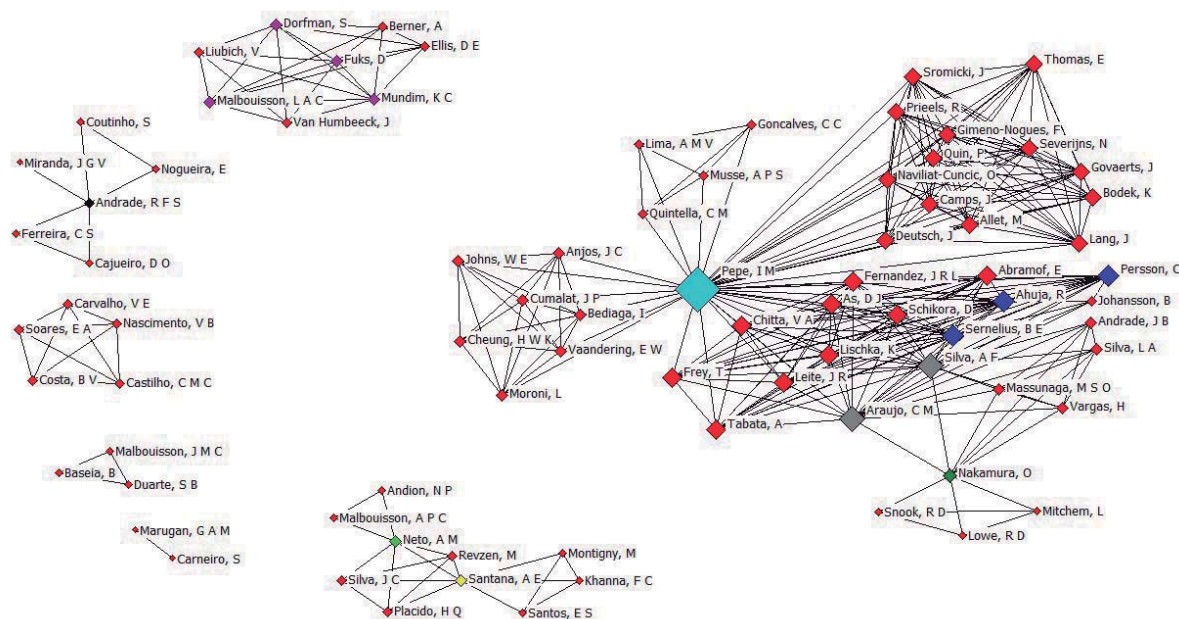
Ainda no aspecto da estrutura da rede de coautores de 2001, ressalta-se a alta centralização da rede em relação ao *betweenness* (21,58%). Esse indicador foi o mais elevado da série histórica e indica que, nesse ano, em relação aos demais, houve uma maior concentração no número de atores na rede que desempenham o papel de intermediários de informações.

Figura 13- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física (2000)



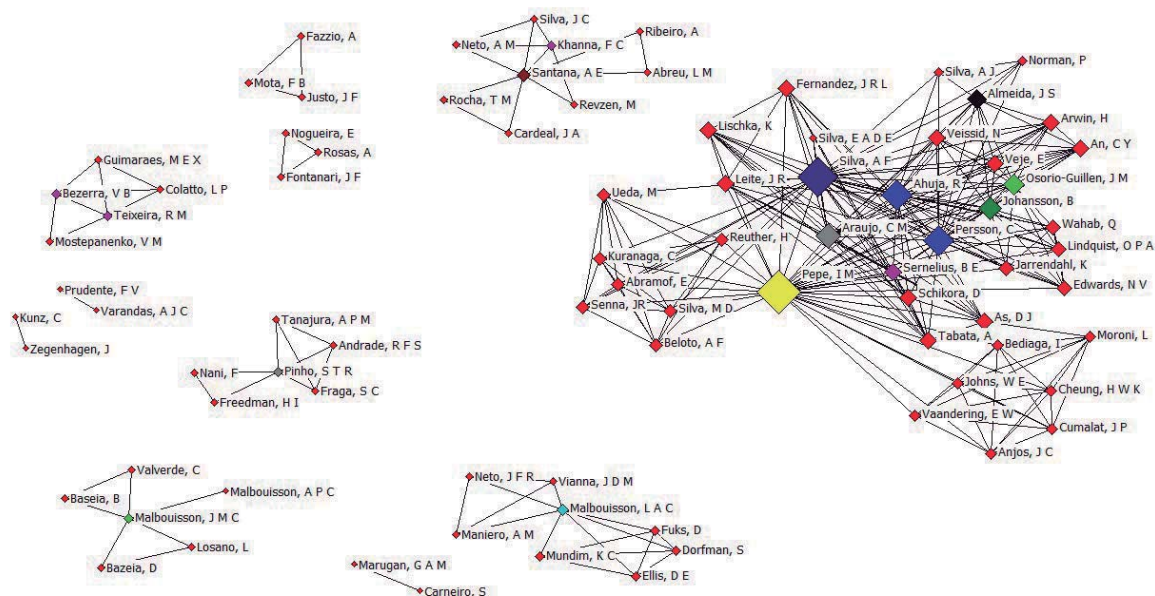
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013).

Figura 14- Rede de coautoria de artigos do programa de Pós-graduação em Física (2001)



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013).

Figura 15- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física (2002)

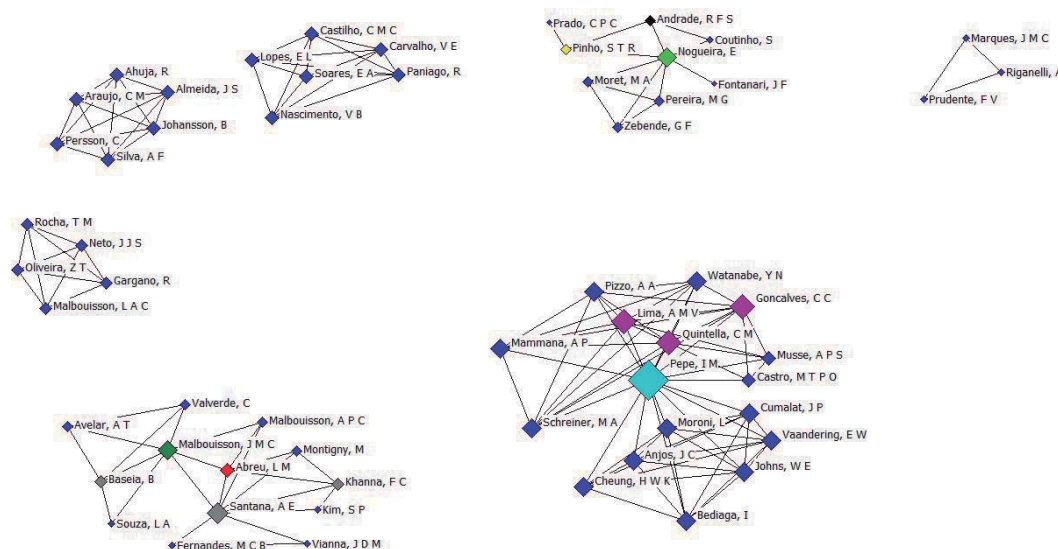


Fonte: Elaboração própria, a partir do *software* Ucinet 6.45 (2013).

Nos anos de 2002 e 2003, as redes apresentaram as mais elevadas taxas de densidade total, 17,1% e 20,6%, respectivamente (Tabela 26). A maior densidade no ano de 2003, em relação a 2002, pode ter sido causada pelo menor número de coautores na rede, apenas 60. No ano anterior, a rede foi composta por 86 atores.

Ressalta-se também que, no ano de 2003, a rede apresentou a menor centralização em relação ao *betweenness* (3,69%), o que indica menor concentração no número de atores na rede que desempenham o papel de intermediários de informações e conhecimento (Tabela 26).

Figura 16 - Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física (2003)



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013)

As redes de produção científica dos pesquisadores do Programa de Física, nos anos de 2002 e 2003, continuam a apresentar o pesquisador Pepe, IM como destaque, em relação ao indicador de centralidade de grau. Em 2003, evidencia-se a participação de três autores da área de Química que, por produzirem artigos em coautoria com Pepe, IM, também se destacaram na rede de Física. São eles: Quintella, CM (professora do Programa de Química da UFBA), Lima, AMV (orientando de Graduação de Quintella, CM) e Gonçalves, CC (orientanda de Doutorado de Quintella, CM). Juntos, eles publicaram: “Fluorescence depolarization and contact angle investigation of dynamic and static interfacial tension of liquid crystal display materials” no *Journal of Colloid and Interface Science* (FI=3,068) e “Observation of the effect of wetting efficiency on a flow of liquids impinging on solid substrates by fluorescence depolarization”, no *Journal of Physical Chemistry B* (FI=3,603).

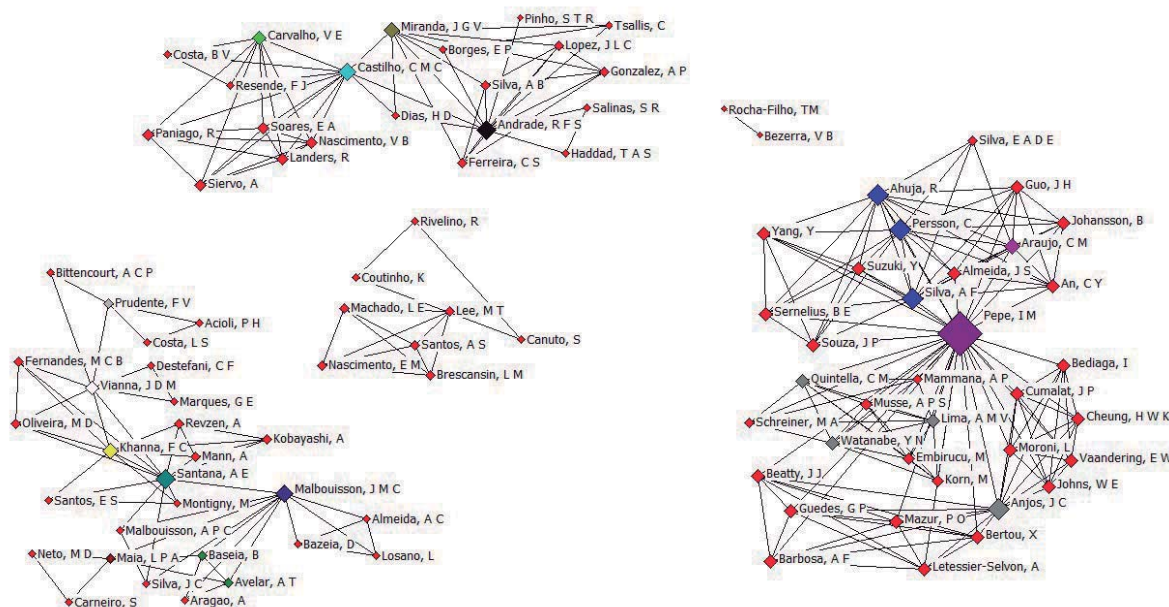
Tabela 28- Pesquisadores com maiores indicadores de *degree* e de *effsize* na rede de coautoria de artigos científicos de Física, no período de 2002-2003

<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>		<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>	
2002				2003			
Pepe, I M	36,0	Pepe, I M	26,0	Pepe, I M	16,0	Pepe, I M	9,9
Silva, AF	32,0	Silva, AF	21,6	Quintella, CM	9,0	Santana, AE	6,0
Persson, C	24,0	Persson, C	12,5	Lima, AMV	9,0	Nogueira, E	5,6
Ahuja, R	24,0	Ahuja, R	12,5	Gonçalves, CC	9,0		

Fonte: Elaboração própria (2013).

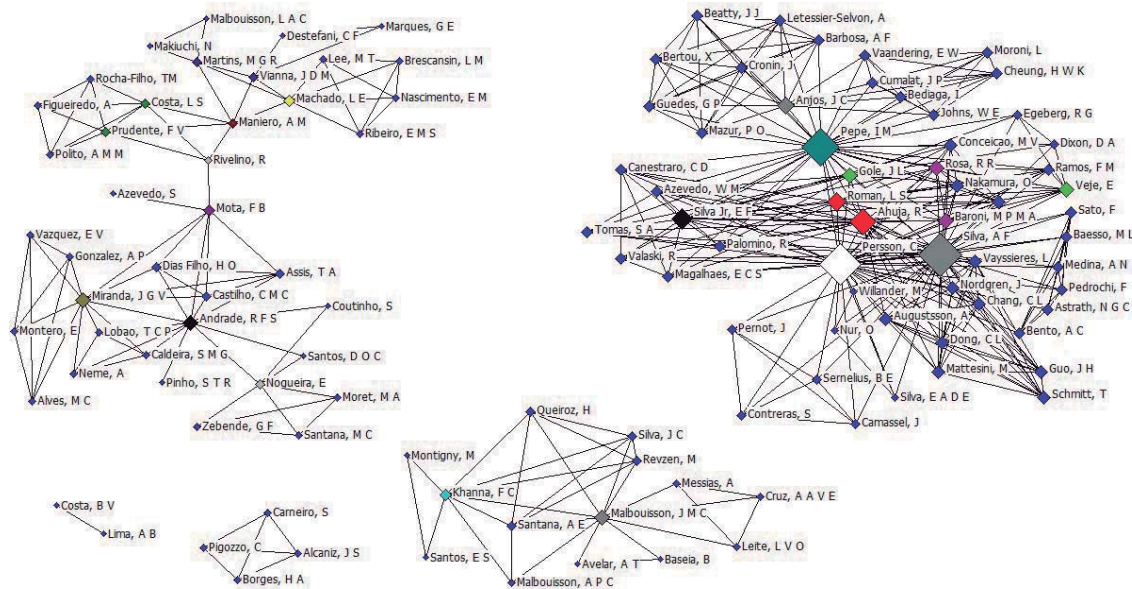
Após a redução no número de autores de 86, em 2002, para 60, em 2003 (Tabela 24, subseção 4.2.), a partir de 2004, o tamanho da rede do Programa de Física volta a aumentar e passa a contar com a participação de 94 autores, em 2004 (Tabela 24, subseção 4.2). O número de atores, no componente principal da rede, também aumentou, passando de 17 para 35 e, conseqüentemente, o número de laços que aumentou de 130 para 294, demonstrando, assim, uma maior interação entre os atores. A expansão da rede pode ter refletido no aumento do número de artigos publicados no período, que passou de 29, em 2003, para 52, em 2004 (Tabela 20, subseção 3.3.1.1).

Figura 17- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física -2004.



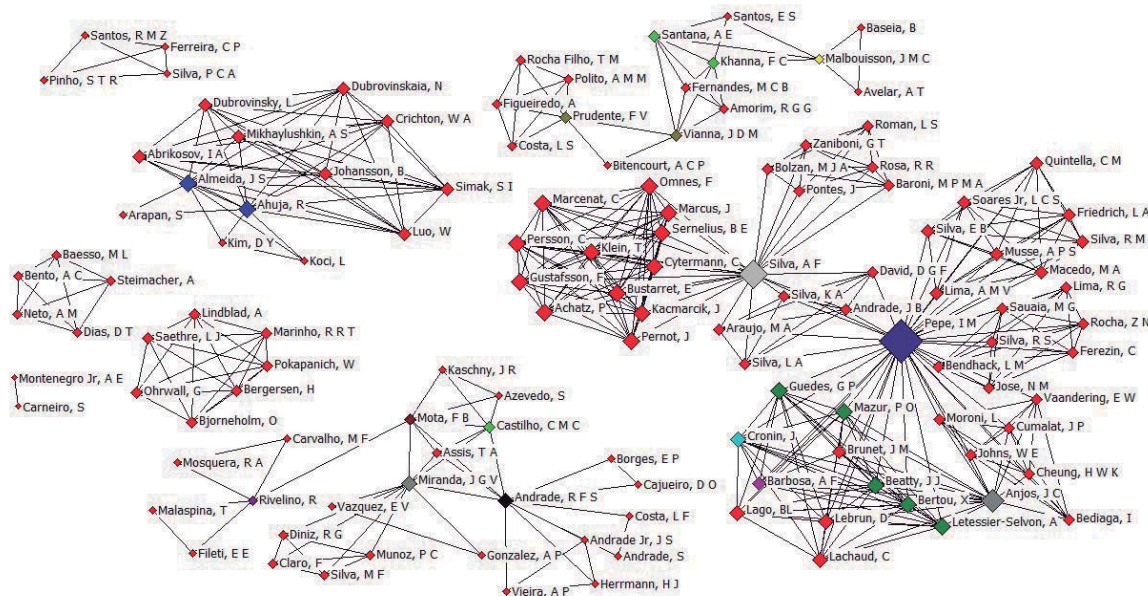
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013).

Figura 19- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física, em 2006.



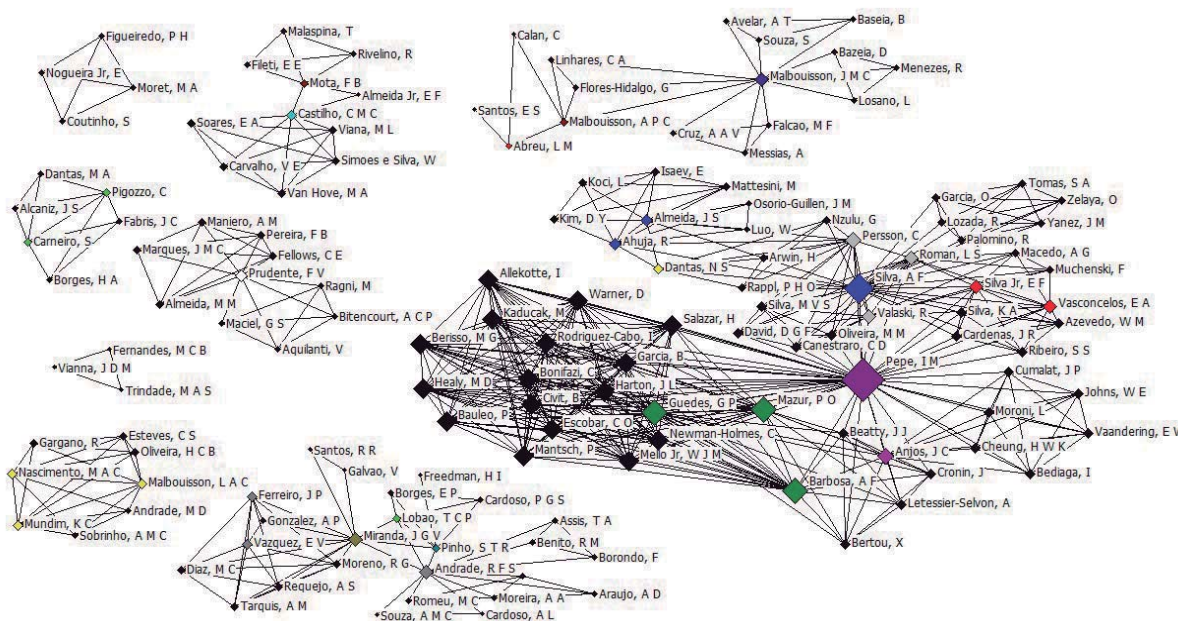
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Figura 20- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física, em 2007



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Figura 21- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física, em 2008



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013)

Entre os anos de 2004 e 2008, como pode ser visualizado nas figuras 7, 8, 9, 10 e 11, as redes de coautoria dos pesquisadores do Programa de Física apresentaram um crescimento em relação ao número de atores. A rede de 2004 inicia esse período com 94 e, em 2008, a rede é composta por 148 coautores (Tabela 24, subseção 4.2). O componente principal também segue essa tendência e cresce a cada ano. Interessante observar que, nesse período, 37% a 49% dos atores da rede estão presentes nesse componente, o que pode representar um processo de maturidade da rede, visto que os atores estão mais interligados e com maior possibilidade de troca de conhecimento.

Apesar do aumento no número de autores, a partir de 2006, há uma diminuição da densidade total (Tabela 25, subseção 4.2) e do número de componentes da rede. Aparentemente, os atores estão mais unidos, mas, como a densidade é o quociente entre as ligações ocorridas e as ligações possíveis, e os atores não estão totalmente conectados, o aumento no número de coautores resulta numa maior dispersão (ou menor densidade) da rede.

O aumento da dispersão da rede e, ao mesmo tempo, a redução no número de componentes, favorece a presença da dinâmica de mundos pequenos (*small worlds*). Os indicadores apresentados na Tabela 25 traduzem essa tendência. Em 2005, o indicador de *small worlds* aumentou para 4,18 e se manteve em torno de 5,0, até atingir 6,29, em 2009.

Em relação ao papel e à posição dos principais autores nas redes, o ano de 2006 seguiu a tendência do ano anterior. Os pesquisadores Pepe, IM, Silva, AF e Persson, C ficaram em evidência. Em 2007, Pepe, IM voltou a ser o pesquisador com maior indicador de centralidade de grau (*degree*) e de *effsize*. Nesse ano também, o pesquisador titular do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Anjos, JC passa a ser destaque, ao publicar sete artigos com Pepe, IM e outros pesquisadores nacionais e internacionais, nos periódicos *Astropart Phys* (FI=3,808), *Phys. Lett. B* (FI=5,255), *Phys. Rev. D* (FI=4,964) e *Science* (FI=31,377).

Tabela 30- Pesquisadores com maiores indicadores de *degree* e de *effsize*, na rede de coautoria de artigos científicos de Física, no período de 2006-2007

	<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>		<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>	
	2006		2007		2006		2007	
Silva, AF	42,0	Silva, AF	33,2	Pepe, I M	39,0	Pepe, I M	31,6	
Persson, C	40,0	Persson, C	31,0	Silva, AF	24,0	Silva, AF	16,0	
Pepe, I M	35,0	Pepe, I M	26,3	Anjos, JC	18,0	Anjos, JC	9,1	

Fonte: Elaboração própria (2013).

Em 2008, a rede de produção científica apresentou o maior número de coautores da série histórica: 148 pesquisadores. Nesse ano, também foi registrado o maior número de artigos (34), cuja primeira autoria é de um pesquisador do Programa de Física da UFBA (Tabela 24).

Novos pesquisadores destacaram-se na rede de produção científica, além de Pepe, IM, Silva, AF. São eles: Malbouisson, JMC (associado ao Programa de Física da UFBA), com artigos publicados sobre as seguintes categorias de temas: ‘Física matemática’, ‘Física multidisciplinar’, ‘Matemática aplicada e ótica’; e mais três pesquisadores, Barbosa, AF (do Instituto Brasileiro de Pesquisas Físicas), Mazur, PO (da University of South Carolina) e Guedes, GP (associado da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS), que estão presentes no mesmo grupo de coautoria, com publicações em temas relacionados à ‘Astrofísica’, ‘Ciência nuclear e tecnologia’, ‘Espectroscopia’, ‘Física e partículas e instrumentação’.

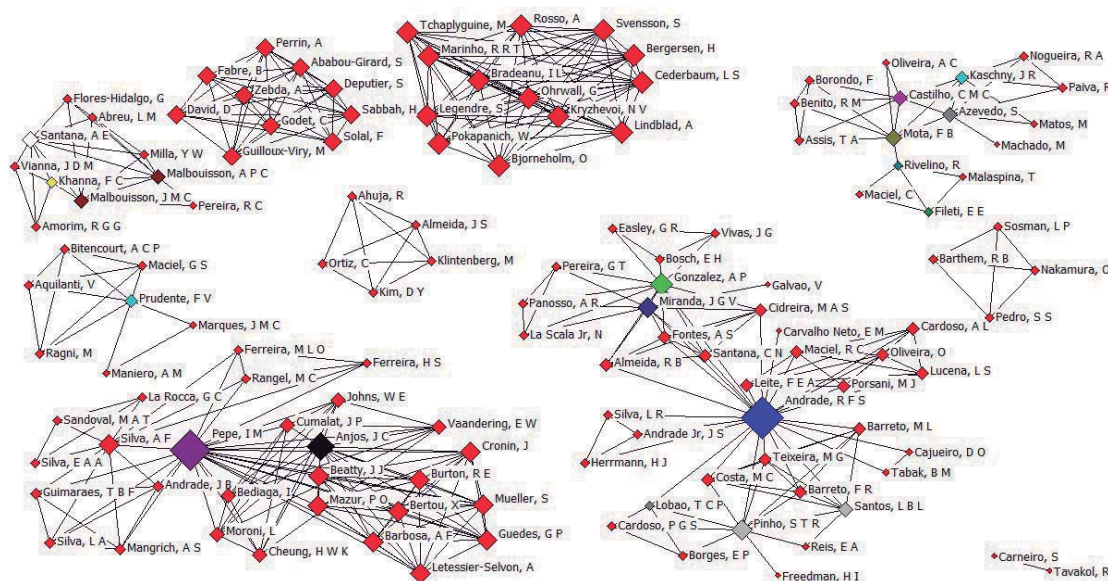
Tabela 31- Pesquisadores com maiores indicadores de *degree* e de *effsize*, na rede de coautoria de artigos científicos de Física, no período de 2008-2009

	<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>				
	2008		2009				
Pepe, I M	44,0	Pepe, I M	31,7	Andrade, RFS	25,0	Andrade, RFS	21,0
Silva, AF	28,0	Silva, AF	21,4	Pepe, I M	24,0	Pepe, I M	17,2
Barbosa, AF	24,0	Malbouisson, JMC	10,0	Anjos, JC	23,0	Gonzalez, AP	8,0
Mazur,PO	24,0						
Guedes, GP	24,0						

Fonte: Elaboração própria (2013)

Em 2009, último ano analisado, o número de artigos publicados foi igual ao ano anterior (2008) e correspondeu a 48, dos quais 34 com primeira autoria de pesquisadores do Programa de Física.

Figura 22- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Física - 2009.



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013).

Entretanto, a rede de pesquisadores é menor em relação ao ano anterior. Em 2008, a rede apresentou 148 coautores e, em 2009, esse número foi reduzido para 132. O número de atores do componente principal também decresceu: de 65, em 2008, para apenas 37, em 2009. Apesar desse fato, os pesquisadores do programa obtiveram melhor resultado em relação ao indicador de produção científica – 131,884 contra 124,044, no ano anterior (Tabela 38 da subseção 5.1). O melhor desempenho pode ter sido influenciado por um comportamento mais efetivo de uma rede, na qual a dinâmica de mundos pequenos está

presente, visto que houve um crescimento de 4,98, em 2008, para 6,29, em 2009, conforme dados da Tabela 25, subseção 4.2.

Diante da configuração da rede de coautoria de 2009, novos atores destacam-se em relação ao seu papel e posição na rede, como é o caso de Andrade, RFS, pesquisador do Programa de Física da UFBA, que passa a ter os maiores indicadores de *effsize* e de *degree*. Em 2009, Andrade, RFS foi coautor de 9 artigos, tornando-o o pesquisador com maior número de artigos publicados na rede. São eles: “Apollonian Networks: Simultaneously Scale-Free, Small World, Euclidean, Space Filling, and with Matching Graphs” (*Phys. Rev. Lett*, FI=7,622), “Exploring self-affine properties in seismograms (Comput. Geosci, FI=1,416), Fluctuations in interbank network dynamics” (*Phys. Rev. E*, FI=2,352), “Graph theory defining non-local dependency of rainfall in Northeast Brazil” (*Ecol. Complex*, FI=1,886), “Identification of Community Structure in Networks using Higher Order Neighborhood Concepts” (*Int. J. Bifurcation Chaos*, FI=0,814), “Ising model on the Apollonian network with node-dependent interactions” (*Phys. Rev. E*, FI=2,352), “Learning paths in complex networks” (*EPL*, FI=2,753), “Periodic forcing in a three-level cellular automata model for a vector-transmitted disease” (*Phys. Rev. E*, FI=2,352) e “Tsallis scaling in the long-range Ising chain with competitive interactions” (*Braz. J. Phys*, FI=0,661). Esses artigos pertencem a diversas categorias temas: ‘Física, fluidos e plasmas’, ‘Física multidisciplinar’, ‘Física matemática’; ‘Ciência da computação e aplicação interdisciplinar’, ‘Ecologia’, ‘Geociências’ e ‘Ciências Multidisciplinares’.

Ressalta-se também a participação de Gonzalez, AP que publicou artigos com os pesquisadores Andrade, RFS e Miranda, JVG, nas seguintes categorias de temas: ‘Agronomia’, ‘Ecologia’ e ‘Geociências’.

4.2.2. Redes de coautoria do Programa de Pós-graduação em Química

Assim como realizado no item 4.2.1, para a análise das redes de coautoria do Programa de Química, no período de 2000 a 2009, os indicadores expostos abaixo, na Tabela 32, serão utilizados. Trata-se de informações anuais relativas às redes e ao seu componente principal (CP).

Tabela 32- Indicadores das redes de coautoria dos Programas de Pós-graduação de Química da UFBA, no período de 2000-2009.

Indicadores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Densidade total (%)	7,6	6,2	8,6	11,4	4,9	4,3	5,3	8,8	3,5	3,9
Densidade do CP* (%)	29,0	30,7	12,9	68,8	7,0	10,8	8,5	13,5	6,4	5,3
Nº de laços do CP	134	142	172	1128	474	462	1112	580	1006	886
Nº de coautores	89	92	91	118	134	166	177	105	218	198
Nº de coautores (CP)	22	22	37	41	83	66	115	66	126	130
Média do <i>Betweenness</i>	3,05	4,67	17,95	4,64	56,45	25,13	92,41	30,37	77,27	90,23
Centralização da rede (<i>Betweenness</i>) (%)	1,83	3,34	7,70	3,74	19,02	7,94	15,49	18,52	12,50	19,48

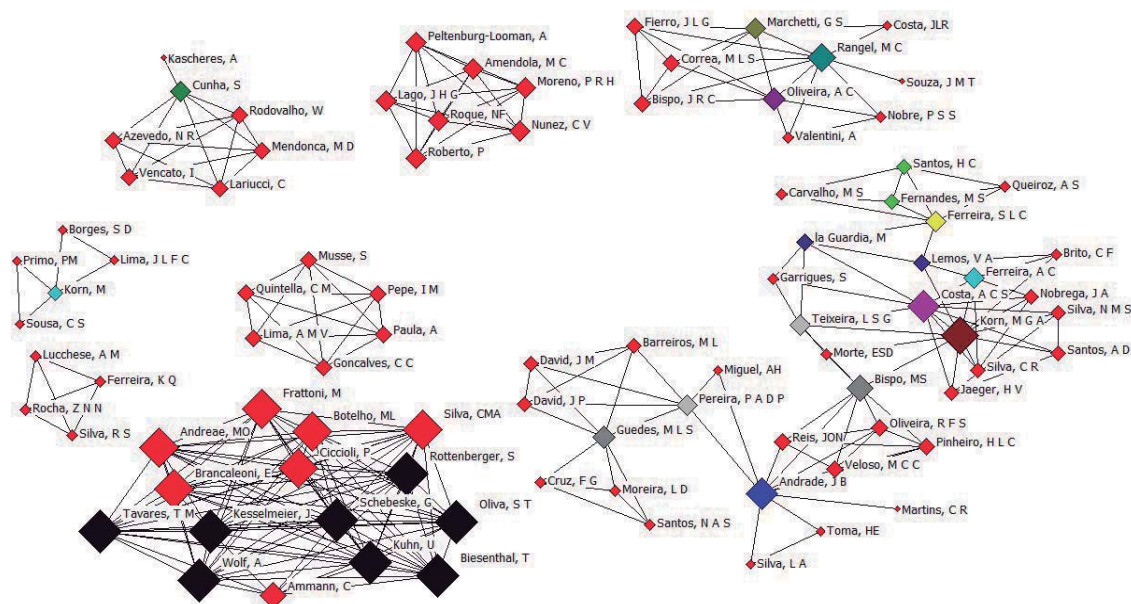
Fonte: Elaboração própria (2013)

* CP – Componente principal da rede

No período de 2000 a 2006, conforme apresentado na Tabela 24, no início deste capítulo, as redes do Programa de Pós-graduação em Química apresentam um crescimento no número de coautores, de 89 para 177. Esse crescimento é descontinuado no ano seguinte (2007), quando houve uma redução no número de atores para 105. Em 2008, a rede volta a se expandir e passa a ser composta por 218 coautores (Tabela 24, subseção 4.2).

Nos dois primeiros anos, houve uma grande heterogeneidade em relação às categorias de temas dos artigos publicados. Em 2000 e 2001, os artigos foram publicados em 15 categorias diferentes. São elas: ‘Química’, ‘Química analítica’, ‘Química multidisciplinar’, ‘Ciências das plantas’, ‘Bioquímica e biologia molecular’, ‘Química medicinal’, ‘Farmacologia e farmácia’, ‘Métodos de pesquisa em bioquímica’, ‘Química inorgânica e nuclear’, ‘Engenharia química’, ‘Ciência do meio ambiente’, ‘Instrumentalização’, ‘Meteorologia e ciências atmosféricas’, ‘Oceanografia’ e ‘Física (outros)’.

Figura 25- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2002



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013).

De forma geral, estruturalmente, as redes de coautores do Programa de Química dos anos de 2000, 2001 e 2002 apresentam semelhantes configurações. A densidade total apresentou-se em torno de 7%, o número de coautores variou entre 89 e 91, e o número de componentes variou apenas de 9, em 2000 e 2001 para 8, em 2002. Entretanto, a estrutura do componente principal, em 2002, diferenciou-se dos outros anos. A densidade apresentou um grande redução em suas taxas – de 29%, em 2000, e 30,7%, em 2001 para 12,9%, em 2002. Esse fato pode ser explicado pelo aumento no número de coautores nesse componente (de 22 para 37), associado à uma dispersão dos atores em pequenos grupos, como pode ser visualizado na Figura 25. Nesse componente, o coautor com maior grau de centralidade (*degree*) é a pesquisadora Korn, MGA, associada do Programa de Química da UFBA. É possível observar, ainda, na Figura 25, a existência de ‘atores-ponte’, como Ferreira, SLC; Costa, ACS; Bispo, MS; Andrade, JB; Pereira, PADP e Guedes, MLS. O papel desempenhado por esses atores foi responsável pelo aumento da centralização da rede em relação ao *betweenness*, que passou a ser 7,7%, em 2002, e da média do *betweenness*, que atingiu 17,95 (Tabela 32).

Dentre os pesquisadores que se destacaram nas redes nos anos de 2000 e 2001, apenas Wolf, A não pertence ao Programa de Química da UFBA – é associado à Universidade de Liverpool (Reino Unido). Sua participação na rede foi devido à produção de dois artigos com os pesquisadores Tavares, TM (“Atmospheric volatile organic

compounds (VOC) at a remote tropical forest site in central Amazonia”) e com Costa, ACS (“A preliminary investigation of the lipids of abyssal holothurians from the north-east Atlantic Ocean”).

Tabela 33- Pesquisadores com maiores indicadores de *degree* e de *effsize*, na rede de coautoria de artigos científicos de Química, no período de 2000-2001

	<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>		<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>	
					2001			
	2000				2001			
Costa, ACS	17,0	Costa, ACS	12,4	David, JM	17,0	Ferreira, SLC	12,9	
Ferreira, SLC	15,0	Ferreira, SLC	10,6	Ferreira, SLC	16,0	David, JM	12,3	
Wolf, A	14,0	Roque, NF	7,9	Andrade, JB	11,0	Andrade, JB	7,4	

Fonte: Elaboração própria (2013)

Em 2002, a rede de produção científica apresentou o maior indicador de *small worlds* do período, equivalente a 5,29 (Tabela 25, subseção 4.2). Isso significa que os atores presentes na rede podem se conectar, a partir de um pequeno número de intermediários. Nesse ano, o grupo da pesquisadora da UFBA, Tavares, TM apresentou os maiores indicadores de *degree* e de *effsize*. Juntos publicaram: “Concentrations and species composition of atmospheric volatile organic compounds (VOCs) as observed during the wet and dry season in Rondonia, Amazonia”, “Exchange of short-chain monocarboxylic acids by vegetation at a remote tropical forest site in Amazonia” e “Isoprene and monoterpene emissions of Amazonian tree species during the wet season: direct and indirect investigations on controlling environmental functions”. Todas as publicações foram no periódico *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, FI= 3,303.

Apesar de publicarem apenas três artigos científicos, a centralidade de grau dos atores desse grupo é alta, pois o número de atores do grupo é elevado, e todos produzem juntos, o que se traduz em um número alto de relações por pesquisador.

Contudo, quando se trata do indicador de *effsize*, que corresponde ao número de contatos não redundantes, em relação ao total de contatos de um determinado ator, outros autores destacam-se, a exemplo dos pesquisadores da UFBA, Korn, MGA, Andrade, JB e Costa, ACS. Apesar de não apresentarem tão elevado número de ligações como no grupo de Tavares, TM, esses autores representam a intermediação de conhecimento não redundante entre atores e grupos.

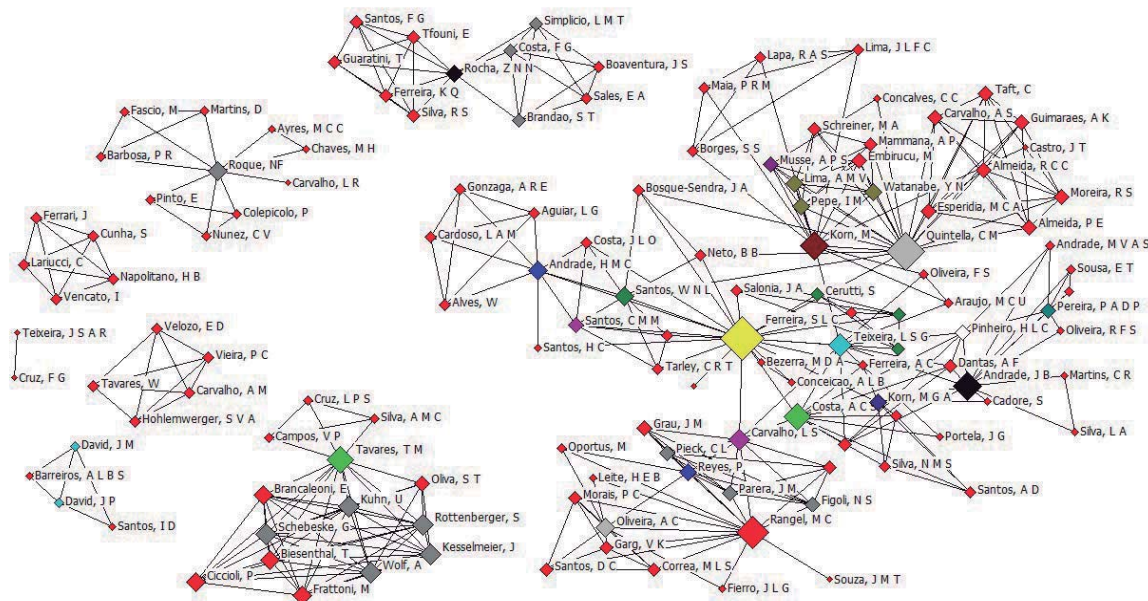
Em relação aos indicadores estruturais da rede e do seu componente principal, o ano de 2003 foi diferenciado em relação aos demais anos da série histórica. A rede formada apresentou a maior taxa de densidade do período (11,4%) e o menor coeficiente de *small worlds*, 0,27 (Tabela 25, subseção 4.2). Esse resultado foi influenciado pela alta densidade do componente principal (68,8%), visualizado na Figura 26, com o grupo da pesquisadora Tavares, TM.

A rede de produção científica dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, em 2004, foi composta por 83 coautores, um pouco mais que o dobro do tamanho da rede no ano anterior (Tabela 24). O aumento no número de atores não influenciou a sua densidade, que foi menor que a do ano anterior, apresentando um taxa de 4,9% (Tabela 25, subseção 4.2). Esse fato pode ser justificado pela redução da densidade do componente principal de (68% para 7%), o que provocou maior dispersão na sua estrutura como um todo.

Outra característica estrutural que vale a pena observar é a centralização da rede em relação ao *betweenness*, que alcançou a taxa de 19,02%, o que representa uma maior troca de conhecimento entre os componentes da rede. Os coautores com maior centralidade de intermediação (*betweenness*) podem ser visualizados na Figura 27, a seguir. São eles: Ferreira, SLC (1713,55); Carvalho, LS (1056,40); Quintella, CM (967,83); Teixeira, LSG (784,41); Rangel, MC (596,90); e Korn, M (594,95)⁴⁵.

⁴⁵ Fonte: Dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013)

Figura 27- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2004



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013)

Em 2004, os pesquisadores da UFBA, Ferreira, SLC, Quintella, CM e Rangel, MC, foram os destaques em relação aos indicadores de centralidade de grau (*degree*) e de *effsize*. O componente principal da rede, da qual os três autores citados participaram, tem, como principal categoria de tema, a ‘Química analítica’.

Os demais componentes dividem-se em outras linhas de pesquisa. Entre os principais componentes, podem ser citados: o grupo de Tavares, TM que pesquisa, principalmente, na categoria de tema ‘Química ambiental’; o grupo da pesquisadora Rocha, ZNN, que se dedica à ‘Química inorgânica’; e o grupo do pesquisador Roque, NF, que se ocupa dos temas relacionados à ‘Química orgânica’.

Tabela 35- Pesquisadores com maiores indicadores de *degree* e de *effsize*, na rede de coautoria de artigos científicos de Química, no período de 2004-2005.

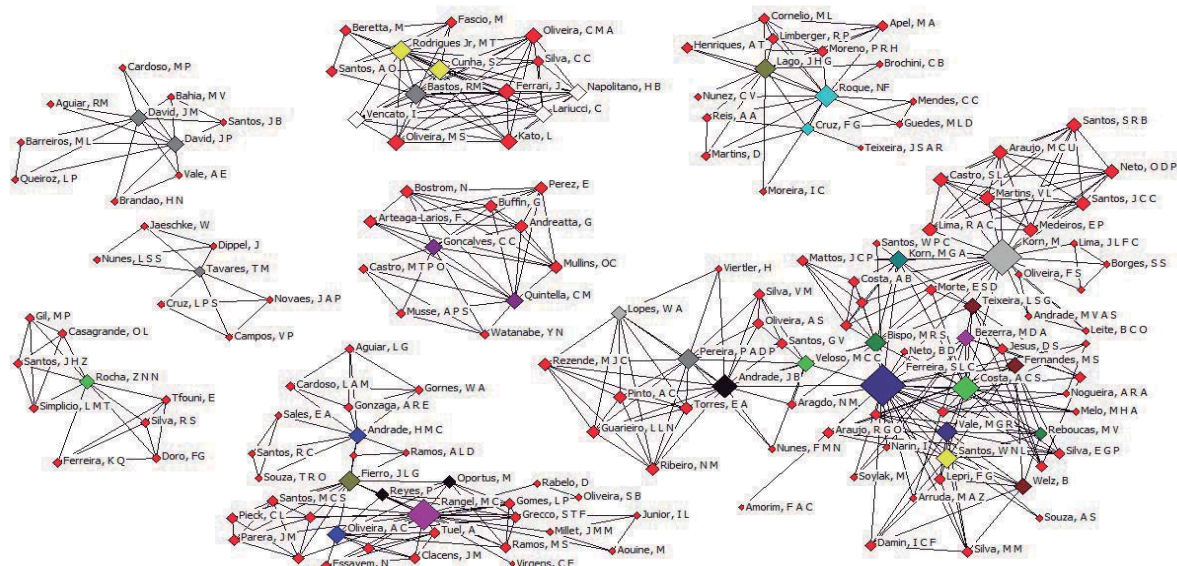
	<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>		<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>	
					2005			
	2004							
Ferreira, SLC	23,0	Ferreira, SLC	20,0	Ferreira, SLC	30,0	Ferreira, SLC	25,6	
Quintella, CM	20,0	Quintella, CM	15,0	Korn, M	25,0	Korn, M	19,9	
Rangel, MC	16,0	Rangel, MC	11,6	Rangel, MC	22,0	Rangel, MC	17,7	

Fonte: Elaboração própria (2013)

Em 2005, o componente principal da rede de produção científica dos pesquisadores do Programa de Química dividiu-se, provocando a separação dos grupos de Rangel, MC e Quintella, CM. Nesse ano, os dois grupos não publicaram artigos na categoria de tema de

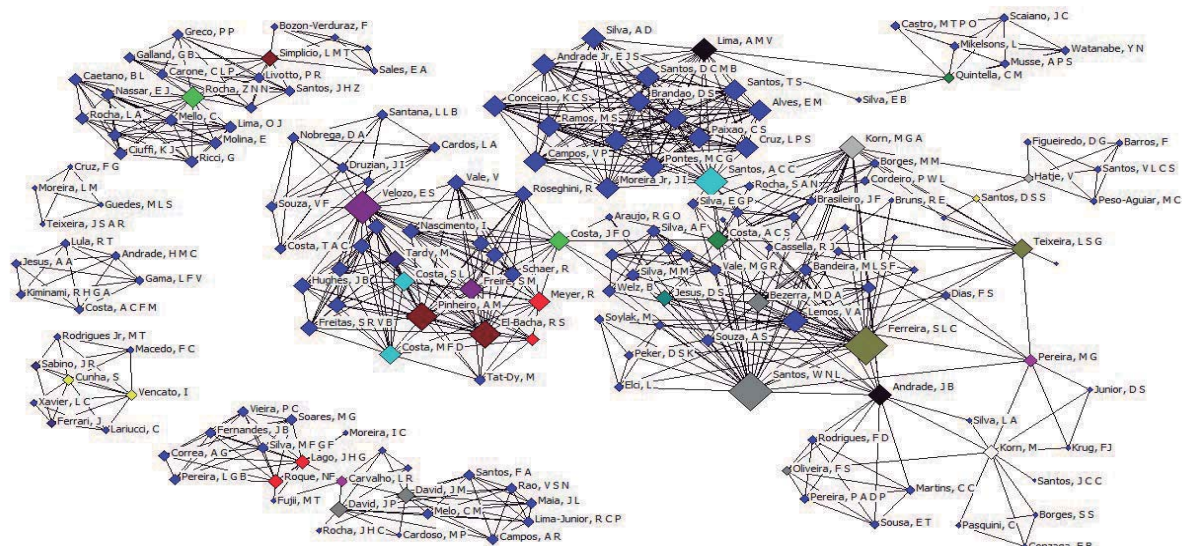
‘Química analítica’. O primeiro grupo citado publicou nas categorias de tema de ‘Físico-química’, ‘Ciências do meio ambiente’ e ‘Química’; o segundo grupo, o de Quintella, CM, concentrou-se nas áreas de ‘Físico-química’, ‘Química multidisciplinar’, ‘Energia e combustíveis’ e ‘Engenharia’.

Figura 28- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2005.



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013)

Figura 29- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2006



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013)

A rede de produção científica de 2006 destacou-se pelos *nós* (atores) que unem os grupos, por meio de pontes. São pesquisadores que desempenharam um importante papel

na troca de conhecimentos não redundantes e que, por esse motivo, apresentaram um elevado *betweenness*. São eles: Velozo, ES (UFBA), Santos, WNL (UFBA), Santos, ACC, Lima, AMV (UFBA), Hatje, V (UFBA), Andrade, JB (UFBA), Korn, M (UFBA), Costa, JFO (Fiocruz) e Rocha, ZNN (UFBA).

A presença desses autores fez com que a média da centralidade de intermediação (*betweenness*) da rede aumentasse de 25,13, em 2005, para 92,41, em 2006 (Tabela 32). A aproximação dos componentes para a formação de um maior componente pode indicar a maturidade da rede de pesquisadores, visto que há maior possibilidade de troca de informações e conhecimento não redundante.

Tabela 36- Pesquisadores com maiores indicadores de *degree* e de *effsize*, na rede de coautoria de artigos científicos de Química, no período de 2006-2007

<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>		<i>Degree</i>		<i>Effsize</i>	
2006				2007			
Ferreira, SLC	31,0	Ferreira, SLC	24,0	Teixeira, LSG	33,0	Teixeira, LSG	25,7
Santos, WNL	31,0	Santos, WNL	23,5	Quintella, CM	32,0	Quintella, CM	23,6
Velozo, ES	27,0	Velozo, ES	17,0	Andrade, JB	20,0	Andrade, JB	9,7
Santos, ACC	23,0						

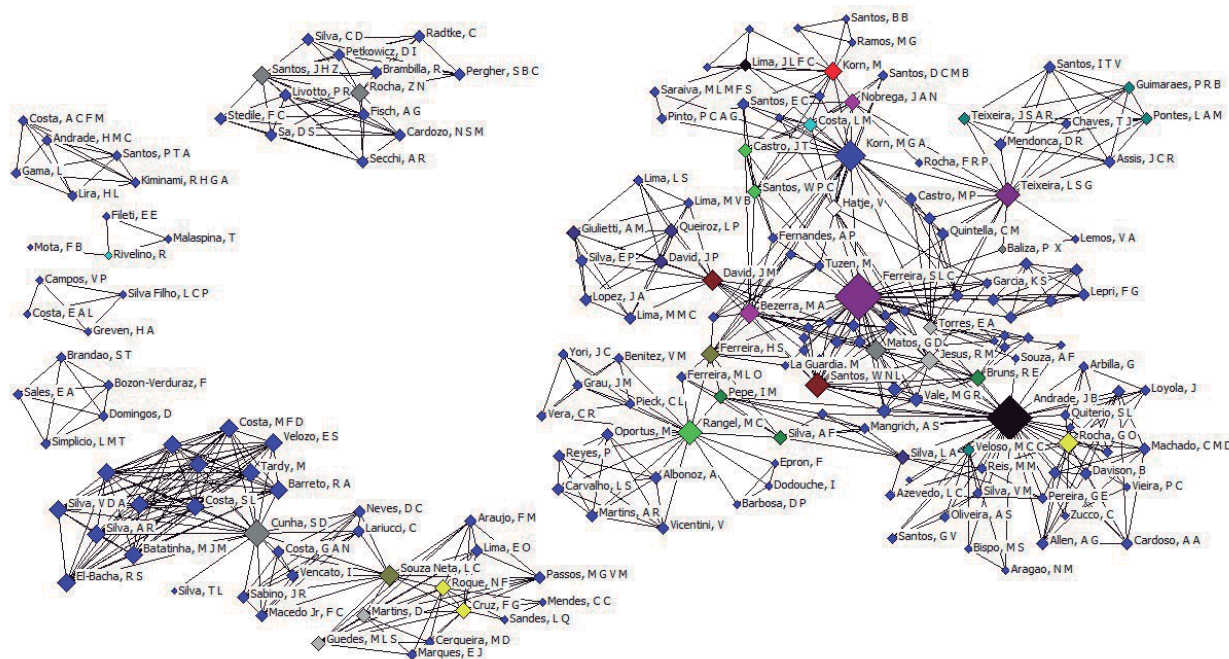
Fonte: Elaboração própria (2013)

O ano de 2007 configurou-se com pior resultado dos indicadores avaliados, na série histórica. Apenas 17 artigos foram publicados em periódicos indexados pela *WoS*, o que representou, conforme apresentado na Tabela 38, da subseção 5.1, o menor indicador de produção científica (42,298) do programa, apesar de a rede ser formada por 105 coautores (Tabela 38, subseção 5.1). Ressalta-se também que, neste ano, a rede apresentou a maior densidade (8,8%) e o menor coeficiente de *small worlds* (0,8) (Tabela 25). Esse resultado pode ter sido causado pela demora na publicação e indexação de artigos, já que, no ano seguinte, 2008, houve marcas superiores à média dos anos anteriores.

Nos dois últimos anos da série histórica (2008 e 2009), as redes de coautoria do Programa de Química apresentaram semelhantes características estruturais. Ambas expressam uma taxa de densidade total próxima a 4% (Tabela 25). As taxas de densidade do CP também se mantiveram próximas: 6,4%, em 2008, e 5,3%, em 2009.

Em 2009, apesar de a rede apresentar 198 atores, 20 a menos que o ano anterior, o número de atores do CP aumentou de 126 para 130 (Tabela 32), o que representa 65,65% do total de coautores da rede, alocados no componente principal, em 2009. Em relação à média de *betweenness* dos atores, nesse ano, foi registrada a segunda maior do período (90,23). Esses dois dados podem indicar uma maturidade da rede, visto que há maior possibilidade de troca de conhecimentos e informações entre seus atores e grupos.

Figura 32- Rede de coautoria de artigos do Programa de Pós-graduação em Química, em 2009.



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados gerados no *software* Ucinet 6.45 (2013).

Nos dois últimos anos da série histórica, 2008 e 2009, os autores Ferreira, SLC, Andrade, JB e Korn, MGA destacaram-se, em relação aos indicadores de centralidade de grau (*degree*) e de *effsize*.

Em 2009, evidencia-se que, em 51 artigos publicados, em periódicos e indexados na *WoS*, o primeiro autor é pesquisador do Programa de Pós-graduação de Química da UFBA (Tabela 24). Esse foi o maior número registrado na série histórica de 1998-2009.

Tabela 37- Pesquisadores com maiores indicadores de *degree* e de *effsize*, na rede de coautoria de artigos científicos de Química, no período de 2008-2009

<i>Degree</i>	<i>Effsize</i>		<i>Degree</i>	<i>Effsize</i>			
	2008			2009			
Ferreira, SLC	41,0	Ferreira, SLC	34,7	Ferreira, SLC	42,0	Ferreira, SLC	36,7
Andrade, JB	33,0	Andrade, JB	27,5	Andrade, JB	40,0	Andrade, JB	35,3
Korn, MGA	31,0	Korn, MGA	24,1	Korn, MGA	26,0	Korn, MGA	20,8

Fonte: Elaboração própria (2013)

Após a análise minuciosa das redes de produção científica dos Programas de Física e Química, a seguir, será analisado, especificamente, o desempenho da produção científica dos pesquisadores dos dois programas.

CAPÍTULO 5

ANÁLISES E CONCLUSÕES

Neste capítulo, primeiramente, na subseção 5.1, será analisado o indicador de produção científica dos programas, nos anos de 2000 a 2009, período considerado resultado da colaboração científica dos pesquisadores ocorrida no período de 1998 a 2007. Essa premissa, como explícita no item 3.3.2.1 desta tese, foi assumida após entrevistas com atores-chave dos programas, nas quais foi identificado um hiato temporal de dois anos entre o início da formação das redes de colaboração e os primeiros artigos publicados – resultados das pesquisas realizadas, ou ainda, em andamento. Por último, na subseção 5.3, com o objetivo de entender em que medida o capital social individual e grupal explicam o desempenho das redes de colaboração científica dos programas de Pós-graduação em Química e Física da UFBA, no período de 1998 a 2009, será feita uma análise da relação entre o desempenho das redes de colaboração científica e o capital social, por meio de modelos de regressão de dados em painel.

5.1. Indicadores de produção científica por pesquisador, no período de 2000 a 2009

Como já mencionado no capítulo 3, item 3.3.2.1, o indicador da produção científica (PC) é o resultado do somatório do produto entre a *quantidade de artigos produzidos* e o *fator de impacto do periódico (FI)*, no qual os mesmos foram publicados.

O indicador de produção científica para os dois programas apresentou uma variação descontínua a cada ano. Esse resultado se deve à variação tanto no número de artigos quanto no número de artigos publicados em periódicos com alto fator de impacto (FI). Ao se analisar, de forma comparativa, o indicador de qualidade (L) e o número de artigos publicados apresentados na Tabela 38, a seguir, é possível verificar esse fato. Em Física, nos anos de 2006 e de 2007, percebe-se uma redução no número de artigos (de 41 para 36) e um aumento no indicador de qualidade (de 2,337 para 4,061). Esse desempenho é resultado de um único artigo publicado no periódico *Science* (FI = 31,377), cujo título é “Correlation of the highest-energy cosmic rays with nearby extragalactic objects”, com coautoria de Pepe, IM.

Tabela 38- Indicadores da produção científica (PC) e de qualidade dos artigos científicos (L) dos Programas de Pós-graduação de Química e de Física (2000-2009).

Ano	Química			Física		
	Nº de artigos	Indicador da Produção Científica (PC)	Indicador de Qualidade (L)	Nº de artigos	Indicador da Produção Científica (PC)	Indicador de Qualidade (L)
	(a)	(b)	(b)/(a)	(a)	(b)	(b)/(a)
2000	27	68,002	2,519	30	63,117	2,104
2001	25	63,613	2,545	31	81,114	2,617
2002	30	55,406	1,847	41	125,342	3,057
2003	29	60,152	2,074	32	89,32	2,791
2004	52	122,344	2,353	41	108,576	2,648
2005	57	126,113	2,213	56	148,676	2,655
2006	45	113,257	2,517	41	95,803	2,337
2007	17	42,298	2,488	36	146,188	4,061
2008	58	156,618	2,700	48	124,044	2,584
2009	55	130,341	2,370	48	131,884	2,748

Fonte: Elaboração própria (2011)

No Programa de Física, o pesquisador Pepe, IM destaca-se com 111 artigos publicados e com o indicador de produção científica (PC) equivalente a 470,330. Em seguida, destacam-se os pesquisadores Silva, AF e Andrade, RFS, com 65 e 51 artigos e indicador de produção correspondente a 125,519 e 110,238, respectivamente (Tabela 39, a seguir).

Nesse programa, é interessante observar o perfil da produção científica de alguns pesquisadores. Alguns deles publicam um menor número de artigos, porém apresentam um maior indicador de produção científica, a exemplo de Mota, FB e de Miranda, JGV, conforme dados expostos na Tabela 39. Isso indica um maior indicador de qualidade (L), pois houve a publicação em periódicos com maior fator de impacto (FI).

Os pesquisadores que apresentaram maior indicador de qualidade (L) foram: Marinho, RRT (5,67), Pepe, IM (4,24) e Almeida, JS (3,29).

Tabela 39- N° de artigos e indicadores de produção científica (PC) e qualidade (L) por pesquisador do Programa de Pós-graduação de Física (1998-2009).

Pesquisador	N° de Artigos	Indicador de Produção Científica (PC)	Indicador de Qualidade (L)
Abreu, LM	8	23,672	2,96
Almeida, JS	16	52,713	3,29
Andrade, RFS	51	110,238	2,16
Azevedo, S	6	13,927	2,32
Carneiro, S	23	69,710	3,03
Castilho, CMC	17	37,693	2,22
David, DGF	3	4,866	1,62
Dias, DT	1	2,679	2,68
Lima, AB	1	1,690	1,69
Malbouisson, JMC	45	100,930	2,24
Malbouisson, LAC	12	15,596	1,30
Maniero, AM	7	14,362	2,05
Marinho, RRT	2	11,345	5,67
Martins, MGR	2	3,319	1,66
Miranda, JGV	24	44,585	1,86
Mota, FB	16	47,558	2,97
Nakamura, O	6	13,593	2,27
Nascimento, EM	4	5,103	1,28
Neto, AM	6	13,391	2,23
Nogueira, E	18	34,153	1,90
Pepe, IM	111	470,330	4,24
Pinho, STR	22	29,614	1,35
Placido, HQ	1	1,522	1,52
Prudente, FV	15	37,339	2,49
Ribeiro, A	5	7,627	1,53
Rivelino, R	16	52,451	3,28
Santos, ES	8	16,143	2,02
Silva, AF	65	125,519	1,93
Sobrinho, AMC	4	5,194	1,30
Teixeira, RM	2	6,073	3,04
Vasconcelos, DS	4	4,020	1,01
Vianna, JDM	25	42,761	1,71
Total	546	1419,716	2,27

Fonte: Elaboração própria (2013)

No Programa de Química, o maior indicador de produção científica pertence a Ferreira, SLC e corresponde a 282,416. Assim como no Programa de Física, o resultado alcançado pelo pesquisador com maior indicador de produção científica não apresenta o melhor resultado no indicador de Qualidade (L). Para esse indicador (Tabela 40), os

pesquisadores de Química com melhores resultados são: Ferreira, KQ (3,97), Jesus, DS (3,47), Sales, EA (3,30), Santos, WNL (3,28), Rivelino, R (3,21) e Ferreira, SLC (3,21).

Tabela 40- N° de artigos e indicadores de produção científica (PC) e qualidade (L) por pesquisador do Programa de Pós-graduação de Química (1998-2009)

Pesquisador	N de Artigos	Indicador de Produção Científica (PC)	Indicador de Qualidade (L)
Andrade, HMC	13	35,709	2,75
Andrade, JB	55	104,265	1,90
Brandao, ST	5	15,932	3,19
Campos, VP	5	10,507	2,10
Costa, ACS	37	99,873	2,70
Cruz, FG	12	16,931	1,41
Cunha, SD	19	30,975	1,63
David, JM	32	49,212	1,54
David, JP	23	32,079	1,39
El-Bacha, RS	7	13,424	1,92
Ferreira, KQ	4	15,865	3,97
Ferreira, SLC	88	282,416	3,21
Hatje, V	8	17,502	2,19
Jesus, DS	11	38,16	3,47
Korn, M	33	90,323	2,74
Korn, MGA	39	94,718	2,43
Martins, D	9	13,296	1,48
Pereira, PAD	21	42,279	2,01
Quintella, CM	21	53,047	2,53
Rangel, MC	46	81,08	1,76
Rivelino, R	4	12,848	3,21
Rocha, GO	7	14,726	2,10
Rocha, ZN	15	46,446	3,10
Roque, NF	34	43,096	1,27
Sales, EA	11	36,331	3,30
Santos, VLC	3	6,561	2,19
Santos, WNL	24	78,688	3,28
Silva, LA	11	20,63	1,88
Tavares, TM	15	47,399	3,16
Teixeira, LSG	37	106,29	2,87
Veloza, ES	5	9,658	1,93
Victor, MM	1	3,011	3,01
Total	657	1568,595	2,43

Fonte: Elaboração própria (2013)

Conforme mencionado anteriormente, na subseção 3.3, os dados levantados para a formação do indicador de produção científica foram reunidos em séries de cinco anos, com média móvel, a fim de gerar uma correspondência com as redes de colaboração científica dos pesquisadores. Esses dados são apresentados a seguir, nas Tabelas 41 e 42.

Tabela 41- Indicador da produção científica dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação de Física da UFBA, por período.

Pesquisadores	2000-2004	2001-2005	2002-2006	2003-2007	2004-2008	2005-2009
Abreu, LM	11,093	10,903	10,903	4,210	4,454	12,419
Almeida, JS	14,239	14,504	14,504	23,895	27,979	32,219
Andrade, RFS	17,372	31,261	42,029	54,139	59,206	71,882
Azevedo, S	0	0	1,302	4,954	4,954	13,927
Carneiro, S	9,879	11,379	22,528	19,766	33,549	38,142
Castilho, CMC	9,449	12,612	18,708	24,682	23,580	25,392
David, DGF	0	0,789	0,789	3,071	4,866	4,866
Dias, DT	0	0	0	2,679	2,679	2,679
Lima, AB	0	0	1,690	1,690	1,690	1,690
Malbouisson, JMC	36,652	50,753	55,850	54,340	51,873	49,429
Malbouisson, LAC	3,906	5,208	6,510	3,906	7,812	7,812
Maniero, AM	1,302	3,265	10,178	8,876	10,778	13,060
Marinho, RRT	0	0	0	2,322	2,322	11,345
Martins, MGR	0	0	3,319	3,319	3,319	3,319
Miranda, JGV	4,847	8,721	18,743	25,065	37,257	31,655
Mota, FB	5,916	6,757	15,443	29,129	33,442	43,051
Nakamura, O	0,000	0,291	1,783	1,783	1,783	3,749
Nascimento, EM	1,750	1,750	3,093	3,093	3,093	1,343
Neto, AM	2,861	2,861	2,861	2,679	2,679	2,679
Nogueira, E	11,883	15,798	22,616	20,264	13,736	13,736
Pepe, IM	171,880	234,872	263,919	262,033	251,424	217,291
Pinho, STR	4,559	8,433	10,008	10,051	13,033	18,998
Placido, HQ	1,522	1,522	0	0	0	0
Prudente, FV	10,935	15,758	22,176	22,868	24,237	24,502
Ribeiro, A	2,919	2,919	2,919	0	0	0
Rivelino, R	3,393	6,977	13,161	31,193	37,577	48,815
Santos, ES	1,641	4,560	5,440	8,301	9,942	6,660
Silva, AF	33,411	41,249	62,014	48,042	59,319	60,818
Sobrinho, AMC	0	0	2,590	2,518	5,122	5,122
Teixeira, RM	6,073	6,073	6,073	0	0	0
Vianna, JDM	9,212	12,794	17,085	19,648	18,677	13,930

Fonte: Elaboração própria (2013)

Tabela 42- Indicador de produção científica dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação de Química da UFBA, por período

Pesquisadores	2000-2004	2001-2005	2002-2006	2003-2007	2004-2008	2005-2009
Andrade, HMC	8,418	16,76	18,619	18,619	21,491	15,207
Andrade, JB	27,256	36,894	40,071	41,734	56,718	61,144
Brandao, ST	5,744	5,744	10,493	10,493	12,549	10,188
Campos, VP	3,226	4,569	5,313	7,91	7,91	7,281
Costa, ACS	37,132	29,86	34,229	29,662	38,554	29,413
Cruz, FG	4,029	8,219	8,219	6,166	6,876	9,206
Cunha, SD	0	0	0	3,491	6,037	7,38
David, JM	12,118	15,04	19,758	24,508	24,762	26,515
David, JP	9,475	12,397	19,014	19,57	20,568	17,849
El-Bacha, RS	0	0	7,8	8,332	10,878	10,878
Ferreira, KQ	5,847	15,865	13,891	11,992	11,992	10,018
Ferreira, SLC	107,782	128,127	128,756	124,856	134,253	131,809
Hatje, V	0	0	3,702	3,702	10,489	16,159
Jesus, DS	7,393	4,856	8,46	8,46	12,71	12,71
Korn, M	34,887	40,78	47,017	43,072	55,152	51,126
Korn, MGA	24,553	29,006	35,793	35,869	54,088	59,066
Martins, D	5,022	2,849	2,849	2,849	1,739	2,73
Pereira, PAP	10,705	18,529	19,317	16,164	31,359	27,309
Quintella, CM	26,164	32,418	37,122	49,269	41,001	25,54
Rangel, MC	28,625	30,328	28,256	26,569	50,788	51,112
Rivelino, R	0	0	0	0	6,384	12,848
Rocha, GO	0	0	0	2,444	9,409	13,383
Rocha, ZN	8,719	21,609	25,89	26,556	35,807	37,727
Roque, NF	26,815	25,882	25,968	23,972	15,405	14,433
Sales, EA	8,287	5,865	10,614	10,614	20,487	20,998
Santos, VLCS	4,202	3,269	2,359	2,359	2,359	2,359
Santos, WNL	23,305	39,442	56,219	60,413	54,21	55,383
Silva, LA	8,792	6,884	6,629	5,286	10,55	11,094
Tavares, TM	35,563	34,58	31,354	24,042	18,688	4,84
Teixeira, LSG	30,77	24,785	34,597	47,675	57,908	55,894
Veloza, ES	0	0	4,566	4,566	2,546	7,112
Victor, MM	0	0	0	0	3,011	3,011

Fonte: Elaboração própria (2013)

Após a apresentação do indicador da produção científica dos pesquisadores dos Programas de Física e de Química, aqui considerado variável dependente, serão analisadas as variáveis independentes referentes ao capital social (em grupo e individual), conforme já explicitado no item 3.3.2.2, do capítulo que trata da metodologia utilizada na pesquisa.

5.2. Indicadores de capital social das redes de colaboração científica dos Programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA, no período de 1998 a 2007.

5.2.1. Indicadores de capital social

Os indicadores de capital social relativos às redes de colaboração científica dos pesquisadores dos programas de pós-graduação foram coletados nos seguintes quinquênios: 1998 a 2002, 1999 a 2003, 2000 a 2004, 2001 a 2005, 2002 a 2006 e 2003 a 2007.

As redes de colaboração científica dos Programas de Física e de Química para esses quinquênios são apresentadas nas figuras 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 e 44 que seguem. Nessas figuras, o tamanho do *nó* é proporcional à centralidade de grau (*degree*) dos atores. A cor vermelha do *nó* identifica o pesquisador que pertence ao Programa de Física; a cor verde, ao Programa de Química; e, a cor azul representa os demais coautores.

5.2.1.1. Indicadores de capital social da rede de colaboração de Física

As redes de colaboração científica do Programa de Física são dispersas, com baixa densidade, principalmente no penúltimo quinquênio (2002-2006). A variação nas taxas dos indicadores de centralização de rede em relação ao *degree* e ao *betweenness* (Tabela 43), demonstram que os coautores comportam-se de forma heterogênea em relação às suas posições estruturais. Importante observar que o período de 2002 a 2006 foi o único que apresentou uma taxa de centralização em relação ao *betweenness* superior a 50%. Esse período, foi marcado pelo maior número de autores que se comportaram como intermediadores do conhecimento e da informação.

Em todas as redes, a dinâmica do *small worlds* está presente, confirmando que os atores presentes nos grupos (componentes das redes) podem se conectar, a partir de um pequeno número de intermediários, o que é positivo para a troca de conhecimento não redundante e, eventualmente, para o indicador de produção científica dos pesquisadores do programa (Tabela 43).

Tabela 43- Indicadores da rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós- graduação em Física, por período

Indicadores de rede	1998 -2002	1999-2003	2000-2004	2001-2005	2002-2006	2003-2007
Nº de artigos	153	161	175	201	211	206
Nº de coautores	224	218	232	250	261	285
Densidade (%)	3,2	3,3	3,1	3,0	2,8	4,5
Centralização						
<i>Degree</i>	31,65	31,52	30,9	29,27	31,07	25,21
<i>Betweenness</i>	26,49	27,48	25,38	49,03	50,47	47,14
<i>Small World (Q)</i>	7,95	8,71	9,49	14,54	15,88	16,39
Indicadores do CP						
Nº coautores	162	159	160	243	259	278
Densidade (%)	5,2	5,4	5,4	3,3	3,1	2,9
Nº de laços	1364	1362	1384	1912	2042	2210

Fonte: Elaboração própria (2013)

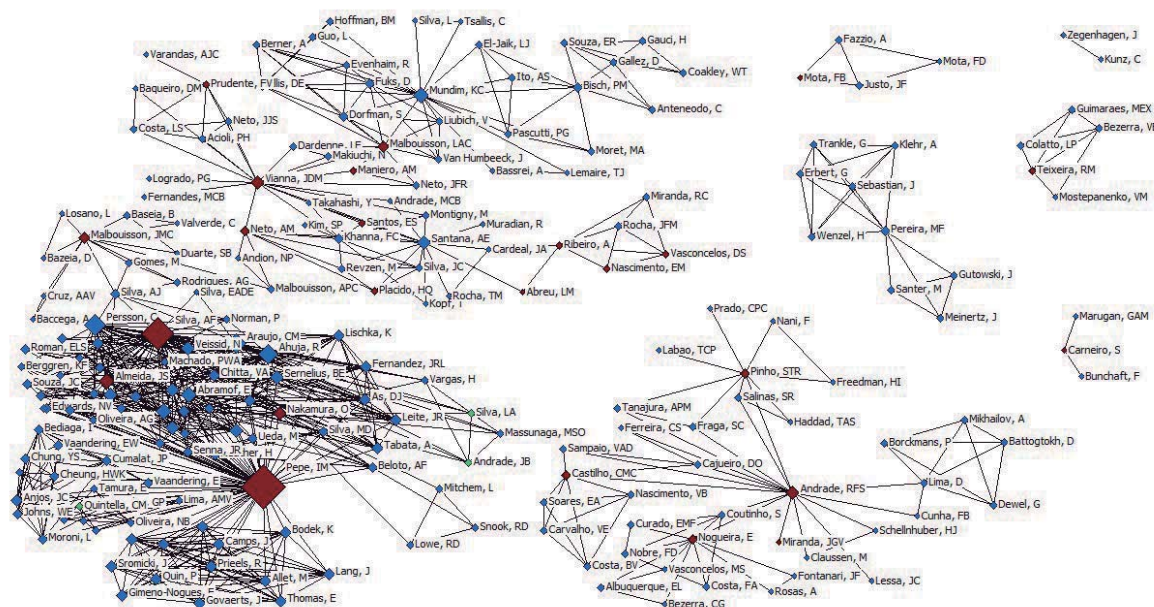
As redes de colaboração científica do Programa de Física, visualizadas a seguir, referentes aos seis períodos analisados, apresentam um grande componente principal, cujos maiores indicadores de centralidade de grau (*degree*) são representados pelos pesquisadores Pepe, IM e Silva, AF. Nessas redes, percebe-se, também, a participação de quatro pesquisadores do Programa de Química. São eles: Silva, LA, Andrade, JB, Quintella, CM e Korn, M.

O total de artigos publicados, durante os períodos selecionados, é crescente até o penúltimo quinquênio (2002-2006). Apesar do aumento no número de coautores na rede, entre os anos de 2003 e 2007, houve uma redução do número de artigos publicados (Tabela 43).

De forma geral, como pode ser percebido nas Figuras 33, 34, 35, 36, 37 e 38, o componente principal (CP) das redes cresceu ao longo dos períodos selecionados, apesar da pequena redução de 3 coautores, no período de 1999-2003. Esse crescimento é representado não somente pelo aumento no número de atores nas redes, mas também pela união dos componentes existentes. Nos primeiros quinquênios, as redes apresentavam vários componentes; nos últimos períodos, 2002-2006 e 2003-2007, as redes são representadas, em quase sua totalidade, pelo componente principal. Por isso, as taxas de densidade da rede nesses períodos são iguais às taxas de densidade do componente principal (1,5 e 1,4, respectivamente). Ressalta-se também o aumento no número de laços nesse componente, que chega a alcançar 1105 laços entre os coautores (Tabela 43), demonstrando, assim, a existência de elevada interação entre eles.

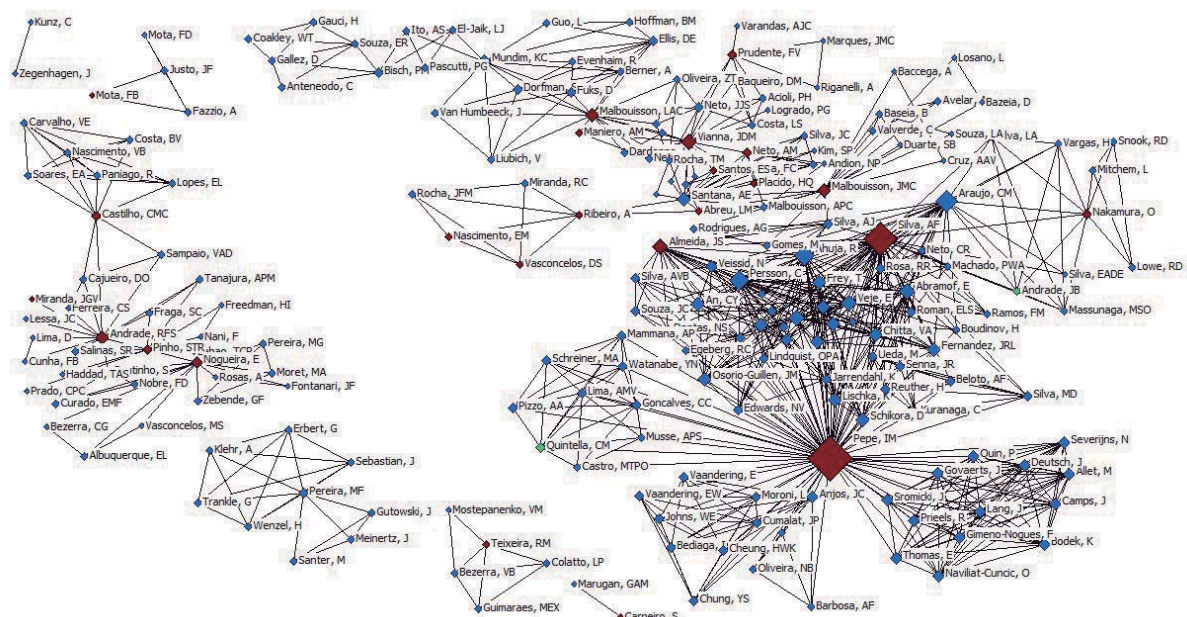
Devido à alta interação entre os autores, nos últimos três quinquênios, e à diminuição da densidade tanto da rede como do seu componente principal, é esperado que haja a presença da dinâmica de *small worlds* nas redes. Essa tendência é comprovada por meio do seu crescente indicador (Tabela 43) e significa que o aumento na familiaridade e na proximidade entre pesquisadores sugere que redes *small worlds* tendem a influenciar com o passar do tempo, o comportamento da própria rede, pois quanto mais uma rede se torna um mundo pequeno (maior o coeficiente Q), maior o número de ligações entre os grupos, o que potencializa a troca de experiências entre os atores. Portanto, espera-se que a conectividade entre atores na rede afete, positivamente, a produtividade individual dos pesquisadores (ROSSONI, 2009).

Figura 33 - Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física (1998-2002).



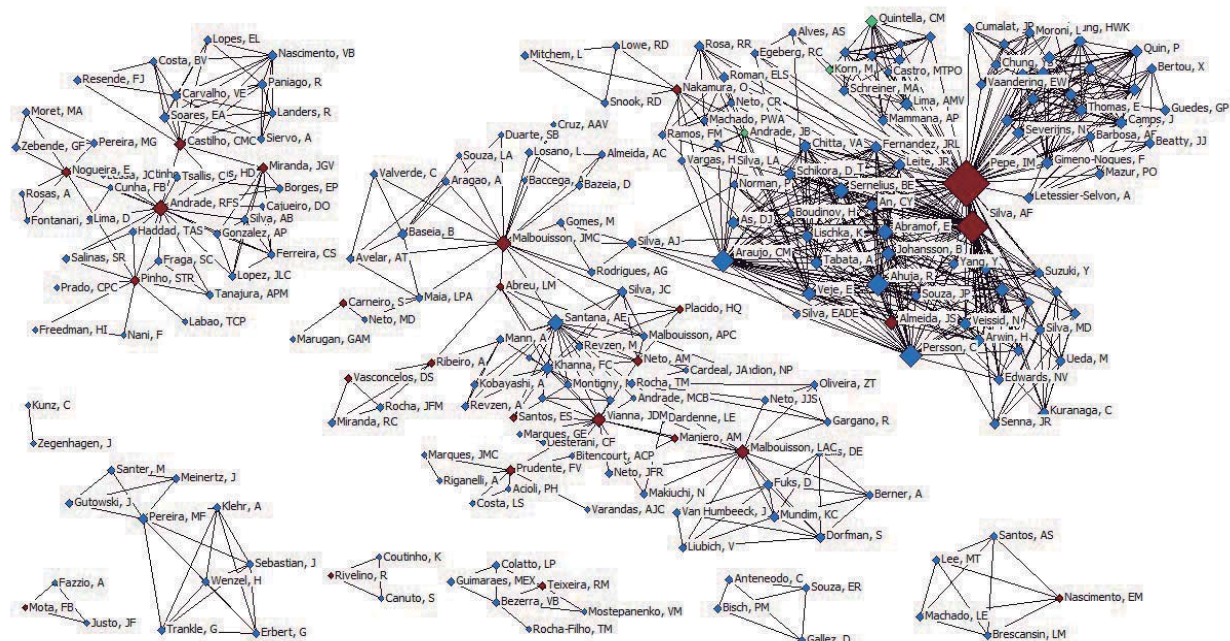
Fonte: Elaboração própria a partir de dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Figura 34- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física (1999-2003).



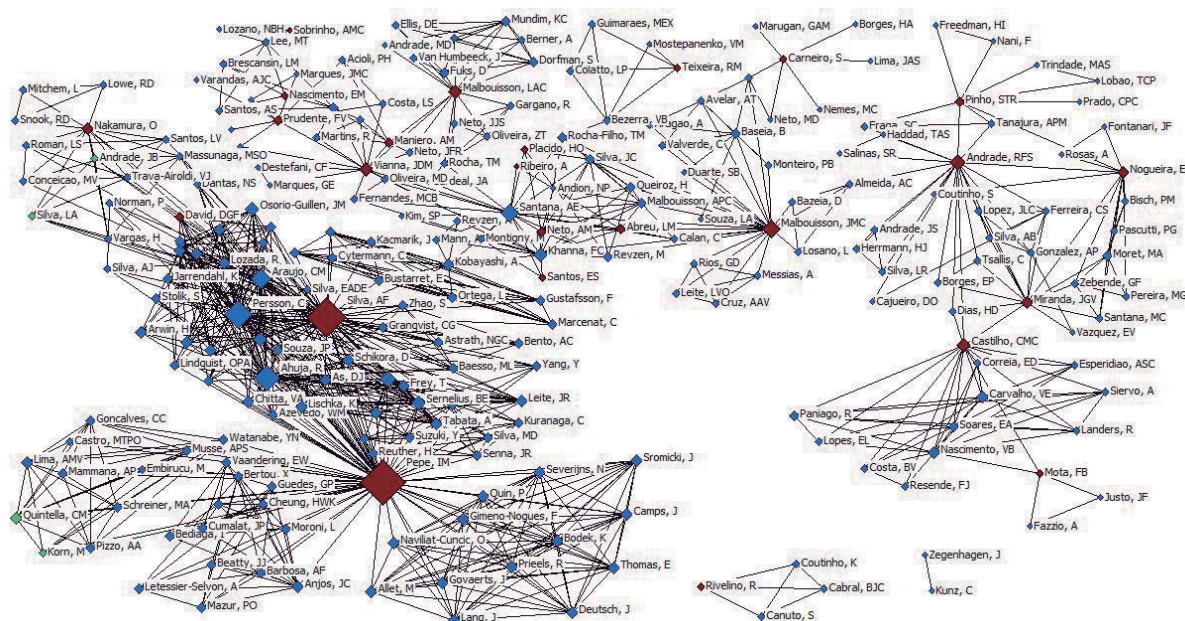
Fonte: Elaboração própria a partir de dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Figura 35- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física (2000-2004).



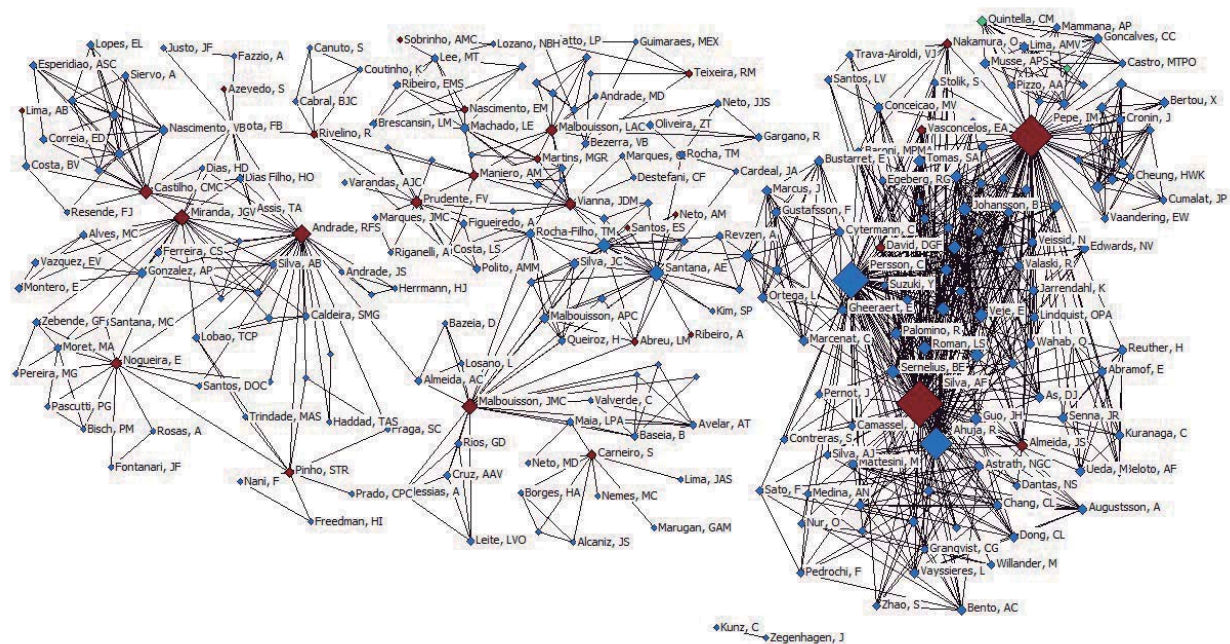
Fonte: Elaboração própria a partir de dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Figura 36- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física (2001-2005).



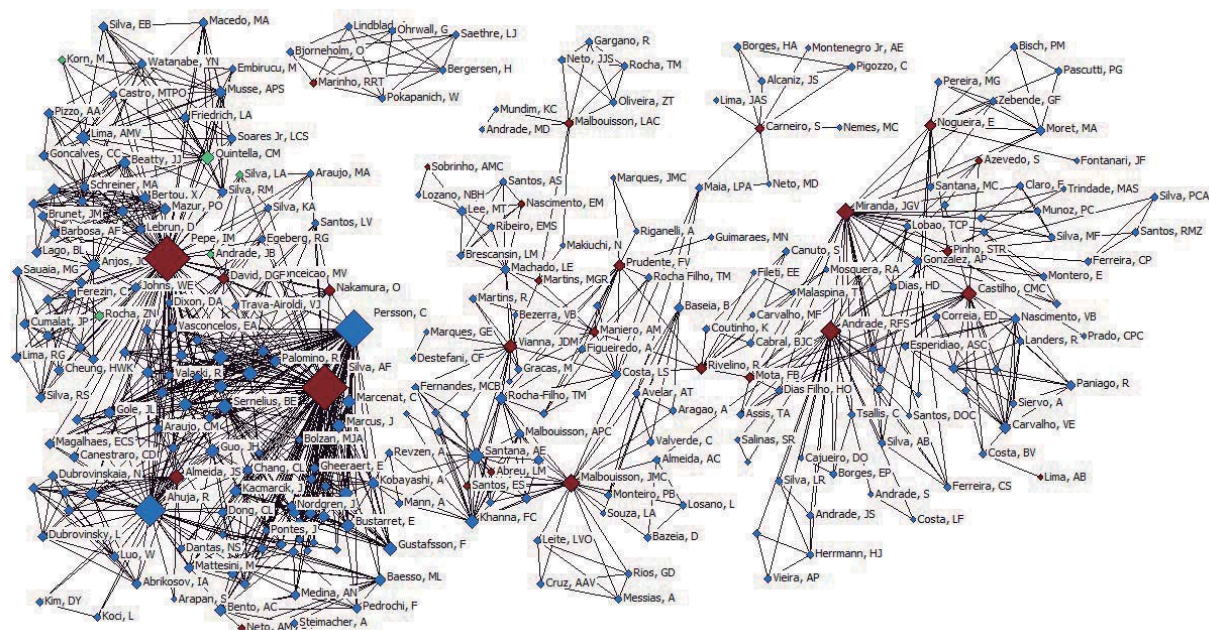
Fonte: Elaboração própria a partir de dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Figura 37- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física (2002-2006).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Figura 38- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física (2003-2007).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Em relação aos indicadores de capital social individual dos pesquisadores (Tabelas 44, 45, 46, 47, 48 e 49), alguns resultados devem ser destacados: em primeiro lugar, a importância dos pesquisadores Silva, AF, Pepe, IM e Andrade, RFS, devido ao elevado grau de centralidade (*degree*), o que vem a demonstrar o prestígio desses atores na rede.

Em segundo lugar, reconhece-se a importância do pesquisador Pepe, IM como ponte na intermediação do conhecimento, devido à sua alta centralidade de intermediação (*betweenness*). Essa ‘vantagem’ em relação aos demais atores da rede pode representar um controle, ou poder, sobre as interações dos demais atores que dependem dele.

Em terceiro, aponta-se a expressividade de Pepe, IM e Andrade, RFS como atores com alta centralidade de poder (*Bonacich*). Esse indicador mede a centralidade que um ator tem em relação a outros atores próximos, considerando a relação de dependência com eles.

Em quarto lugar, em relação ao indicador de medida da eficiência dos laços (*Efficiency*), que mensura a proporção do número de contatos não redundantes em relação ao total de contatos de um ator, os pesquisadores Silva, AF e Pepe, IM, mais uma vez, destacam-se, juntamente com Andrade, RFS.

Tabela 44- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 1998-2002.

Pesquisador	Degree	Betweeness	Bonacich	Efficiency
Abreu, LM	2	0	3,766	0,5
Almeida, JS	21	990,11	4636,17	0,519
Andrade, RFS	16	545	21,105	0,914
Azevedo, S	0	0	0	0
Carneiro, S	2	1	2,12	1
Castilho, CMC	7	132	9,9	0,633
David, DGF	0	0	0	0
Dias, DT	0	0	0	0
Lima, AB	11	0	0	0
Malbouisson, JMC	12	6767,5	106,97	0,884
Malbouisson, LAC	3	3291	20,12	0,681
Maniero, AM	0	0	5,82	0,333
Marinho, RRT	0	0	0	0
Martins, MGR	1	0	0	0
Miranda, JGV	2	0	2,136	1
Mota, FD	16	0	0	0,5
Nakamura, O	3	528,02	2634,49	0,617
Nascimento, EM	8	0	4,014	0,333
Neto, AM	10	0	13,6	0,625
Nogueira, E	77	208,83	13,16	0,82
Pepe, IM	9	4667,6	10035,8	0,866
Pinho, STR	4	154,5	11,572	0,852
Plácido, HQ	5	0	6,981	0,25
Prudente, FV	6	160	7,62	0,52
Ribeiro, A	4	628,33	8,49	0,667
Rivelino, R	56	0	0	0
Santos, ES	0	0	0	0,25
Silva, AF	18	3732,9	8802,68	0,808
Sobrinho, AMC	0	0	0	0
Teixeira, RM	4	1	4,79	0,5
Vianna, JDM	18	4959,83	26,36	0,864

Fonte: Elaboração própria (2013)

Tabela 45- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 1999-2003.

Pesquisador	Degree	Betweeness	Bonacich	Efficiency
Abreu, LM	0	367,2	17,22	0,611
Almeida, JS	21	1030,36	4456,65	0,533
Andrade, RFS	14	367,67	19,034	0,888
Azevedo, S	0	0	0	0
Carneiro, S	1	0	1,058	1
Castilho, CMC	9	174,5	13,34	0,605
David, DGF	0	0	0	0
Dias, DT	0	0	0	0
Lima, AB	15	0	0	0
Malbouisson, JMC	16	6611,5	117,3	0,884
Malbouisson, LAC	3	2668,08	26,52	0,766
Maniero, AM	0	0	6,406	0,333
Marinho, RRT	0	0	0	0
Martins, MGR	1	0	0	0
Miranda, JGV	2	0	2,051	1
Mota, FD	9	0	2,381	0,5
Nakamura, O	3	465	1038,78	0,556
Nascimento, EM	8	0	4,127	0,333
Neto, AM	13	94,27	14,87	0,594
Nogueira, E	75	271,3	17,33	0,87
Pepe, IM	10	4823,2	9706,58	0,863
Pinho, STR	4	166,67	13,523	0,86
Plácido, HQ	7	0	7,72	0,25
Prudente, FV	6	467	10,63	0,714
Ribeiro, A	4	616,33	9,84	0,667
Rivelino, R	52	0	0	0
Santos, ES	0	0	8,95	0,25
Silva, AF	18	3588,08	8241,39	0,798
Sobrinho, AMC	0	0	0	0
Teixeira, RM	4	1	4,819	0,5
Vianna, JDM	18	2996,62	28,76	0,852

Fonte: Elaboração própria (2013)

Tabela 46- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 2000-2004.

Pesquisador	Degree	Betweeness	Bonacich	Efficiency
Abreu, LM	6	322,78	18,55	0,611
Almeida, JS	17	884,28	4140,3	0,405
Andrade, RFS	20	483,5	28,41	0,87
Azevedo, S	0	0	0	0
Carneiro, S	3	158	3,99	0,778
Castilho, CMC	12	265,07	19,96	0,625
David, DGF	0	0	0	0
Dias, DT	0	0	0	0
Lima, AB	19	0	0	0
Malbouisson, JMC	16	6881,7	125,59	0,884
Malbouisson, LAC	3	1131,5	24,27	0,773
Maniero, AM	0	0	6,16	0,333
Marinho, RRT	0	0	0	0
Martins, MGR	9	0	0	0
Miranda, JGV	2	37	14,57	0,605
Mota, FD	9	0	2,24	0,5
Nakamura, O	4	468	1030,78	0,556
Nascimento, EM	8	0	5,11	0,25
Neto, AM	8	70,35	16,53	0,563
Nogueira, E	78	173,5	11,49	0,813
Pepe, IM	10	5287,13	9786,38	0,869
Pinho, STR	4	155	13,89	0,84
Plácido, HQ	7	0	8,86	0,25
Prudente, FV	5	778	9,39	0,878
Ribeiro, A	4	468	8,89	0,68
Rivelino, R	51	0	0	0,5
Santos, ES	0	0	9,76	0,25
Silva, AF	17	3432,68	8219,02	0,792
Sobrinho, AMC	0	0	0	0
Teixeira, RM	4	1	4,87	0,5
Vianna, JDM	17	2496,45	27,83	0,848

Fonte: Elaboração Própria (2013)

Tabela 47- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 2001-2005.

Pesquisador	Degree	Betweeness	Bonacich	Efficiency
Abreu, LM	7	62,78	23,9	0,51
Almeida, JS	17	35,5	3877,96	0,36
Andrade, RFS	21	9900,83	30,93	0,139
Azevedo, S	0	0	0	0
Carneiro, S	6	958	6,92	0,944
Castilho, CMC	15	3216,07	25,5	0,689
David, DGF	0	0	2344,18	0,111
Dias, DT	0	0	0	0
Lima, AB	24	0	0	0
Malbouisson, JMC	15	13058,6	49,89	0,844
Malbouisson, LAC	7	1961,75	23,23	0,76
Maniero, AM	0	155	11,9	0,633
Marinho, RRT	0	0	0	0
Martins, MGR	14	0	0	0
Miranda, JGV	4	635,5	22,54	0,755
Mota, FD	13	480	6,55	0,75
Nakamura, O	4	727	1250,87	0,669
Nascimento, EM	7	0	5,64	0,25
Neto, AM	12	81,48	23	0,469
Nogueira, E	80	1491,17	18,14	0,792
Pepe, IM	9	8262,17	10410,33	0,869
Pinho, STR	4	1201	12,82	0,852
Plácido, HQ	8	0	13,55	0,25
Prudente, FV	2	1028,75	10,89	0,875
Ribeiro, A	3	0	8,74	0,5
Rivelino, R	70	0	3,56	0,333
Santos, ES	2	0	14,44	0,333
Silva, AF	15	15537,88	10022,5	0,856
Sobrinho, AMC	2	0	2,54	0,5
Teixeira, RM	4	0	4,91	0,5
Vianna, JDM	15	5910,25	32,44	0,84

Fonte: Elaboração Própria (2013)

Tabela 48- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 2002-2006.

Pesquisador	Degree	Betweeness	Bonacich	Efficiency
Abreu, LM	7	66,81	21,81	0,51
Almeida, JS	15	26,5	4118,87	0,36
Andrade, RFS	27	9973,12	41,41	0,882
Azevedo, S	1	0	1,89	1
Carneiro, S	8	1524	9,36	0,875
Castilho, CMC	17	2583,4	29,33	0,709
David, DGF	0	0	2664,07	0,111
Dias, DT	1	0	0	0
Lima, AB	23	0	1,32	0
Malbouisson, JMC	14	12490,56	45,37	0,834
Malbouisson, LAC	11	1673,11	20,46	0,806
Maniero, AM	0	1830,2	18,46	0,686
Marinho, RRT	5	0	0	0
Martins, MGR	22	137,17	9,49	0,52
Miranda, JGV	10	1521,82	35,69	0,818
Mota, FD	11	3082,99	18,13	0,76
Nakamura, O	5	15,5	2928,36	0,289
Nascimento, EM	3	0,25	7,15	0,28
Neto, AM	13	0	13,79	0,333
Nogueira, E	78	1461,83	20,33	0,811
Pepe, IM	9	6357,03	10289,91	0,871
Pinho, STR	0	894,97	13,69	0,827
Plácido, HQ	13	0	0	0
Prudente, FV	2	1912,27	19,97	0,822
Ribeiro, A	3	3411,8	0	0,5
Rivelino, R	88	0	11,06	0,755
Santos, ES	2	0	13,29	0,333
Silva, AF	16	17411,79	12187,13	0,884
Sobrinho, AMC	2	0	2,58	0,5
Teixeira, RM	4	1	4,85	0,5
Vianna, JDM	16	4749,99	33,62	0,82

Fonte: Elaboração própria (2013)

Tabela 49- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física, no período de 2003-2007

Pesquisador	Degree	Betweeness	Bonacich	Efficiency
Abreu, LM	6	21,99	31,27	0,389
Almeida, JS	19	876,69	3621,85	0,612
Andrade, RFS	30	12228,94	48,66	0,9
Azevedo, S	3	0	6,2	0,333
Carneiro, S	8	1638	9,56	0,875
Castilho, CMC	19	2935,95	34,69	0,751
David, DGF	4	9333	3327,41	0,408
Dias, DT	1	0	309,36	0,25
Lima, AB	24	0	1,382	1
Malbouisson, JMC	8	14605,82	61,72	0,84
Malbouisson, LAC	9	1634	10,09	0,75
Maniero, AM	6	1913,29	16,89	0,63
Marinho, RRT	5	0	8,781	0,167
Martins, MGR	26	2152	9,721	0,68
Abreu, LM	6	21,99	31,27	0,389
Mota, FD	11	3073,14	19,66	0,654
Nakamura, O	5	23,5	3194,74	0,289
Nascimento, EM	4	0,25	7,42	0,28
Neto, AM	12	0	309,36	0,25
Nogueira, E	79	1317,97	20,74	0,792
Pepe, IM	8	10455,21	9654,8	0,887
Pinho, STR	0	1218,94	13,27	0,813
Plácido, HQ	13	0	0	0
Prudente, FV	0	2060,71	22,69	0,787
Ribeiro, A	4	0	0	0
Rivelino, R	78	4452,96	16,41	0,868
Santos, ES	2	20,9	26,24	0,375
Silva, AF	15	19413,02	12516	0,871
Sobrinho, AMC	2	0	2,65	0,5
Teixeira, RM	0	0	0	0
Vianna, JDM	15	5787,46	42,91	0,804

Fonte: Elaboração própria (2013)

5.2.1.2. Indicadores de capital social da rede de colaboração de Química

Os indicadores das redes de colaboração científica dos pesquisadores de Química apresentam a mesma tendência dos indicadores das redes do programa de Física, a baixa densidade. Entretanto, as redes de Química são ainda mais dispersas (apresentam menores densidades), e a intermediação de conhecimento é menos concentrada em alguns atores, visto que os indicadores de centralização da rede, em relação ao *betweenness*, também são mais baixos (Tabela 50).

Tabela 50- Indicadores da rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, por período.

Indicadores de Rede	1998-2002	1999-2003	2000-2004	2001-2005	2002-2006	2003-2007
Nº de artigos	130	136	163	193	213	200
Nº de coautores	275	327	346	390	460	486
Densidade (%)	2,5	2,9	2,7	2,4	2,2	2,2
Centralização (%)						
<i>Degree</i>	11,05	18,37	16,79	14,62	13,54	13,55
<i>Betweenness</i>	9,47	13,54	12,58	23,54	22,36	20,44
<i>Small World (Q)</i>	12,99	16,93	20,94	25,53	23,05	24,26
Indicadores do CP						
Nº de coautores	135	187	222	315	460	486
Densidade (%)	5,1	3,5	2,9	2,2	2,2	2,2
Nº de laços	930	1208	1444	2200	4650	5160

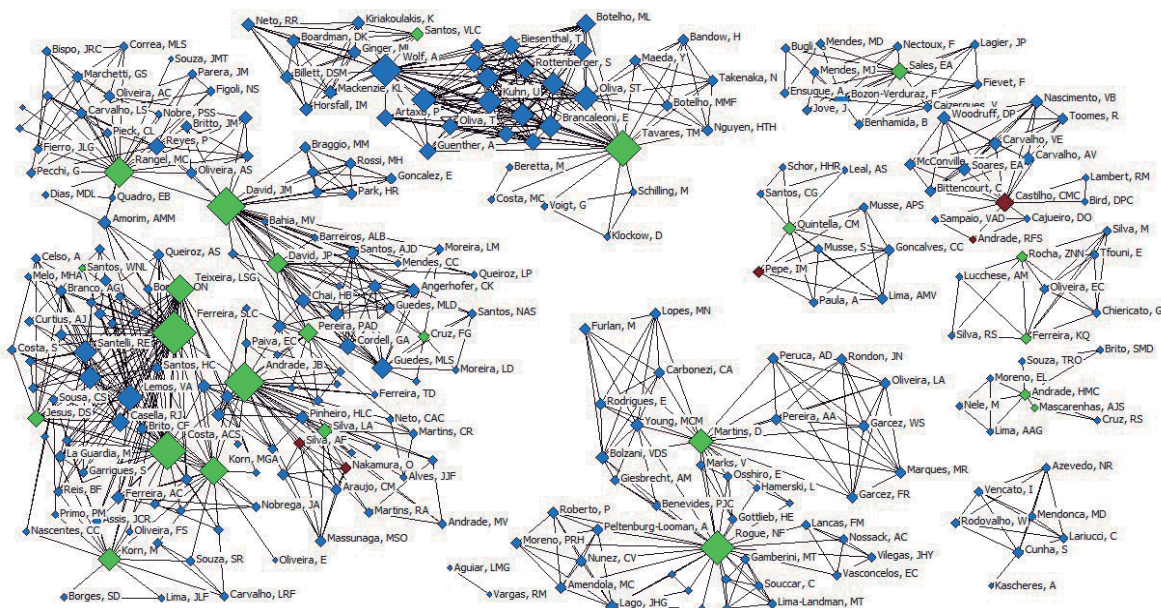
Fonte: Elaboração própria (2013)

As redes, a seguir (Figuras 39, 40, 41, 42, 43 e 44), referentes aos seis períodos analisados, apresentam um grande componente principal, cujos maiores indicadores de centralidade de grau (*degree*) correspondem aos pesquisadores Ferreira, SLC, Andrade, JB e Tavares, TM. Interessante observar, nessas figuras, que, assim como no Programa de Física, o número de componentes das redes diminui, ao longo dos períodos, ao ponto de a rede ser representada pelo próprio componente principal, nos últimos dois períodos (Figuras 43 e 44), com taxa de densidade correspondente a 1,1% e com 460 e 486 coautores, respectivamente.

Nessas redes, também como na rede do Programa de Física, percebe-se a participação de pesquisadores do outro programa – cinco pesquisadores do programa de Física estão presentes na rede de Química. São eles: Silva, AF, Andrade, RFS, Pepe, IM, Nakamura, O e Castilho, CMC.

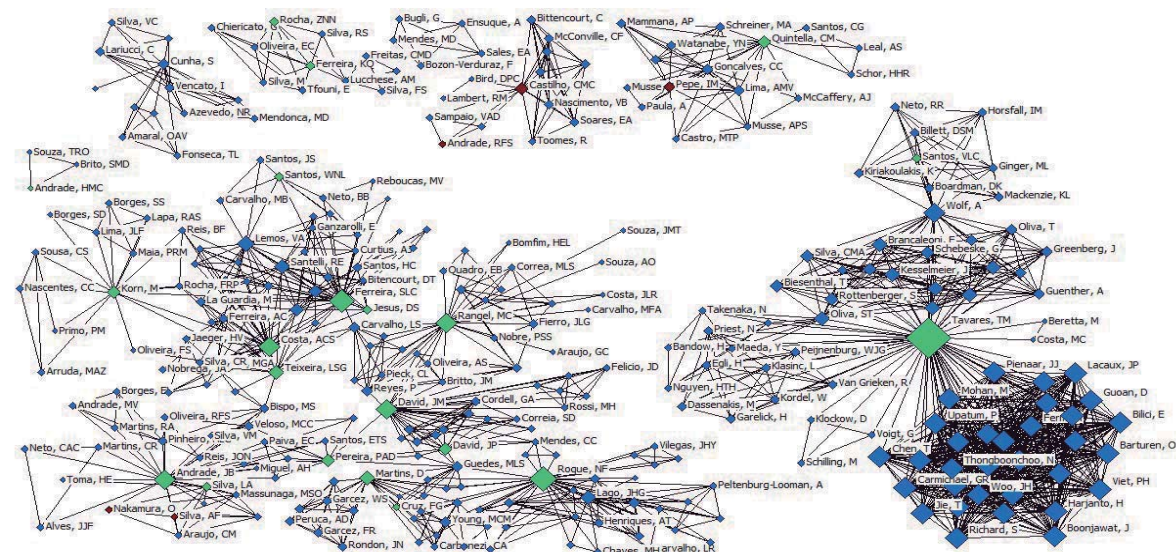
Durante os períodos selecionados, o número de artigos foi crescente até o penúltimo quinquênio com uma pequena redução, de apenas 13 artigos (Tabela 50), no quinquênio subsequente. Apesar desse fato, o número de coautores da rede aumentou, nesse último período (2003-2007), indicando que houve maior participação de coautores em artigos publicados.

Figura 39- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química (1998-2002).



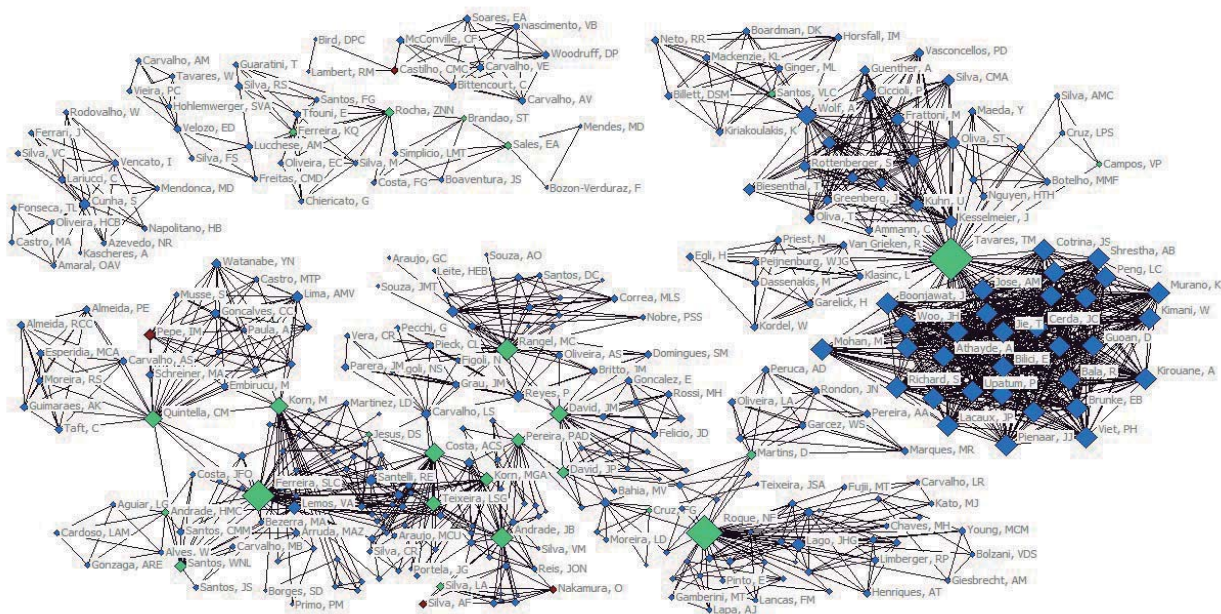
Fonte: Elaboração própria a partir de dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Figura 40: Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química (1999-2003).



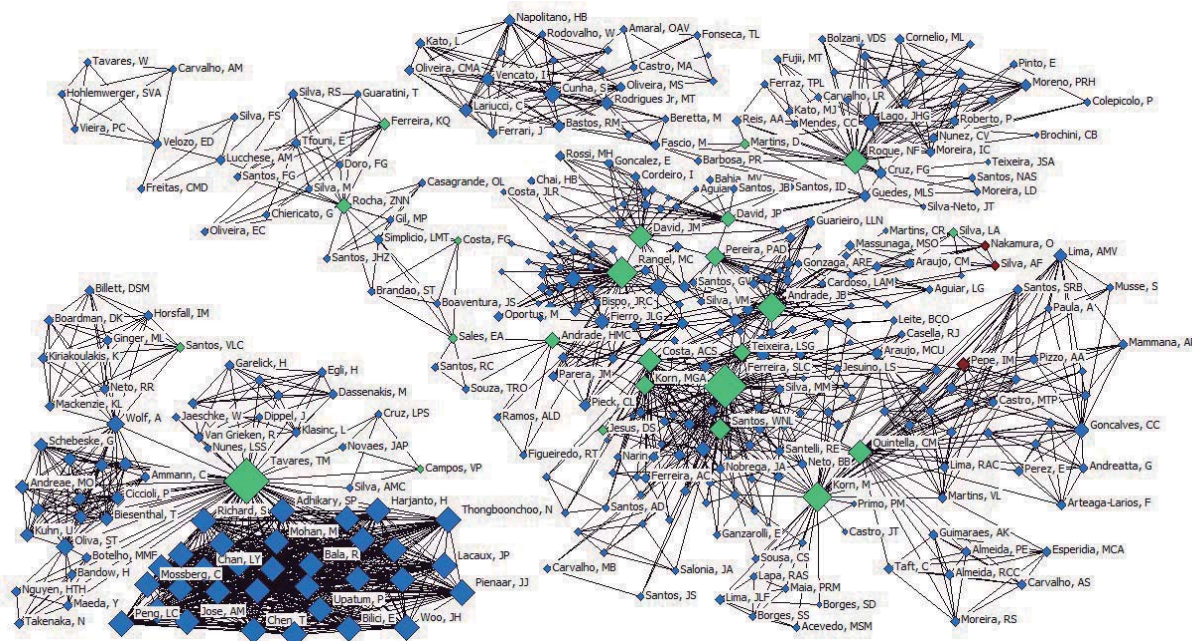
Fonte: Elaboração própria a partir de dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Figura 41- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química (2000-2004).



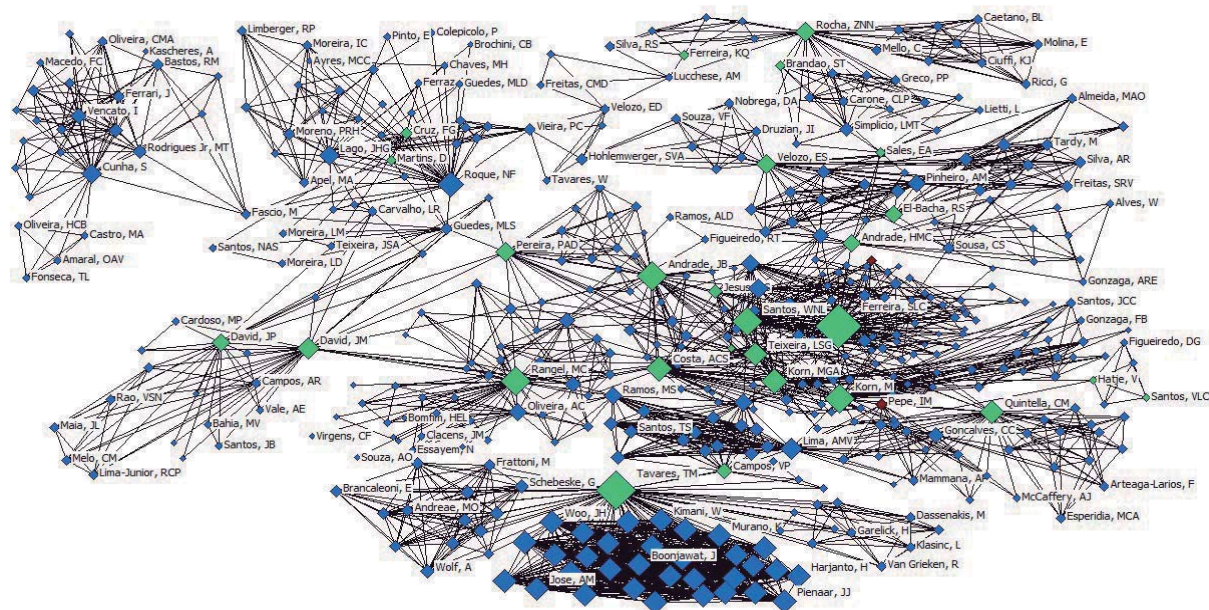
Fonte: Elaboração própria a partir de dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Figura 42- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química (2001-2005).



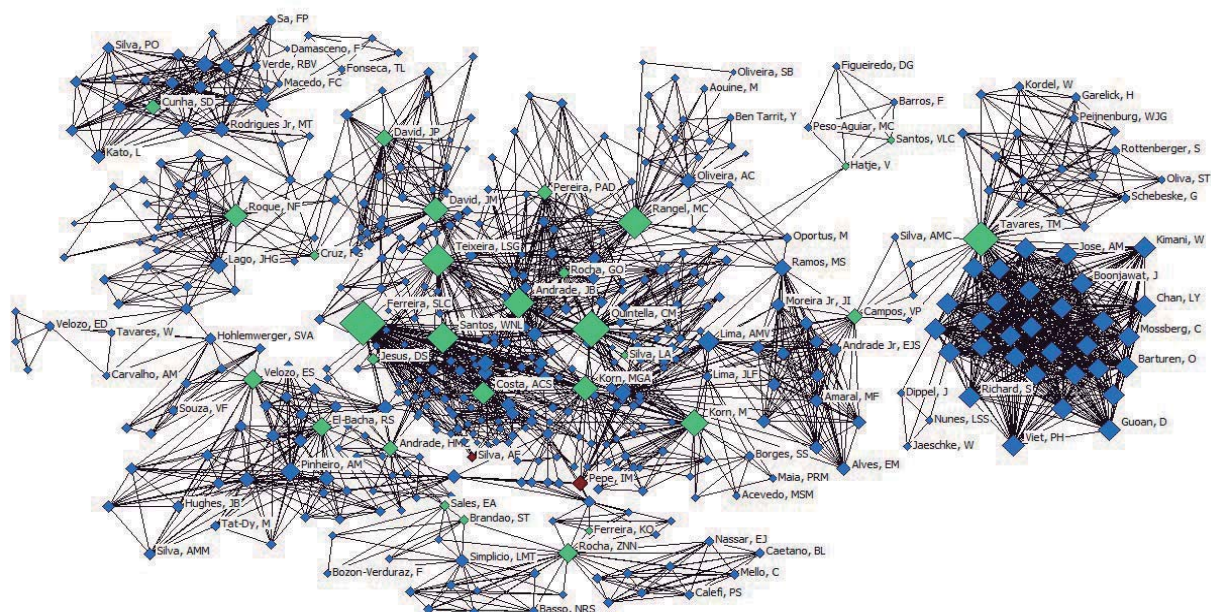
Fonte: Elaboração própria a partir de dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Figura 43- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química (2002-2006).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Figura 44- Rede de colaboração dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química (2003-2007).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados gerados no software Ucinet 6.45 (2013)

Em relação aos indicadores de capital social individual dos pesquisadores, alguns resultados merecem ser comentados. Em primeiro lugar, o elevado grau de centralidade (*degree*) dos pesquisadores Andrade, JS, Ferreira, SLC, Quintella, CM, Tavares, TM,

Korn, M, Velozo, ES, Rangel, MC, Costa, ACS, Roque, NF, David, JM e Teixeira, TM, o que representa o prestígio desses atores na rede.

Em segundo lugar, é perceptível a importância do pesquisador Ferreira, SLC como ponte na intermediação do conhecimento, devido ao seu alto *Betweenness*. Essa ‘vantagem’, em relação aos demais atores da rede, pode representar um controle, ou poder, sobre as interações dos demais atores que dependem dele.

Terceiro, a expressividade de Ferreira, SLC e Andrade, JS como atores com alta centralidade de poder (*bonacich*). Esse indicador mede a centralidade que um ator tem em relação aos atores próximos a ele, considerando a relação de dependência existente entre todos. Um ator pode obter poder ao se manter conectado a muitos outros com poucas conexões.

Quarto, em relação aos indicadores de medida da eficiência dos laços (*efficiency*) que mensura a proporção do número de contatos não redundantes, em relação ao total de contatos de um ator, os pesquisadores Andrade, JS, Ferreira, SLC, Tavares, TM, Korn, M, Rangel, MC, Quintella, CM e Roque, NF destacam-se.

Tabela 51- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 1998-2002

Pesquisador	Degree	Betweenness	Bonacich	Efficiency
Andrade, HMC	7	16	8,46	0,796
Andrade, JB	34	3608,14	104,28	0,886
Brandao, ST	0	0	0	0
Campos, VP	0	0	0	0
Costa, ACS	31	1308,62	143,33	0,792
Cruz, FG	7	33,515	19,27	0,51
Cunha, SD	0	0	0	0
David, JM	32	2369,26	80,45	0,832
David, JP	16	280,55	45,17	0,656
El-Bacha, RS	0	0	0	0
Ferreira, KQ	7	4	10,2	0,469
Ferreira, SLC	37	2131,09	160,79	0,826
Hatje, V	0	0	0	0
Jesus, DS	12	16,92	72,57	0,458
Korn, M	17	864,27	64,03	0,806
Korn, MGA	23	888,44	104,96	0,781
Martins, D	19	277,33	38,34	0,74
Pereira, PAP	14	1397,04	40,99	0,796
Quintella, CM	9	18,5	13,1	0,605
Rangel, MC	24	2232,87	50,67	0,837
Rivelino, R	0	0	0	0
Rocha, GO	0	0	0	0
Rocha, ZN	7	4	10,2	0,469
Roque, NF	28	510,83	50,34	0,867
Sales, EA	11	16,5	17,01	0,636
Santos, VLCS	8	0	502,18	0,125
Santos, WNL	2	0	18,39	0,5
Silva, LA	10	103,42	27,12	0,6
Tavares, TM	29	249,25	4324,09	0,646
Teixeira, LSG	23	882,57	112,39	0,754
Velozo, ES	0	0	0	0
Victor, MM	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria (2013)

Tabela 52- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 1999-2003

Pesquisador	Degree	Betweenness	Bonacich	Efficiency
Andrade, HMC	2	0	2,13	0,5
Andrade, JB	28	3360,53	34,08	0,872
Brandao, ST	0	0	0	0
Campos, VP	0	0	0	0
Costa, ACS	27	1791,41	40	0,775
Cruz, FG	4	1	4,88	0,5
Cunha, SD	0	0	0	0
David, JM	28	7325,4	37,84	0,824
David, JP	16	506,13	21,83	0,695
El-Bacha, RS	0	0	0	0
Ferreira, KQ	7	10	8,35	0,469
Ferreira, SLC	36	3557,14	50,79	0,843
Hatje, V	0	0	0	0
Jesus, DS	9	13,391	15,91	0,383
Korn, M	16	1628,98	21,91	0,805
Korn, MGA	16	977,01	24,62	0,711
Martins, D	19	2064,31	25,98	0,74
Pereira, PAP	13	3347,18	18,14	0,775
Quintella, CM	15	45	19,06	0,644
Rangel, MC	27	4691,31	34,03	0,863
Rivelino, R	0	0	0	0
Rocha, GO	0	0	0	0
Rocha, ZN	7	10	8,34	0,469
Roque, NF	39	5055,83	50,42	0,891
Sales, EA	0	0	4,57	0,25
Santos, VLCS	8	0	29,74	0,125
Santos, WNL	7	83,33	10,49	0,551
Silva, LA	8	5,5	10,58	0,469
Tavares, TM	69	1985,25	7162,43	0,717
Teixeira, LSG	18	2065,63	27,88	0,728
Veloze, ES	0	0	0	0
Victor, MM	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria (2013)

Tabela 53- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 2000-2004

Pesquisador	Degree	Betweenness	Bonacich	Efficiency
Andrade, HMC	9	869,9	13,28	0,679
Andrade, JB	31	4909,36	41,5	0,871
Brandao, ST	5	22,67	6,2	0,36
Campos, VP	3	0	239,26	0,333
Costa, ACS	27	2841,89	41,73	0,8
Cruz, FG	5	221	5,9	0,68
Cunha, SD	0	0	0	0
David, JM	25	5168,64	33,59	0,83
David, JP	13	599,04	17,24	0,728
El-Bacha, RS	0	0	0	0
Ferreira, KQ	9	23	11,26	0,481
Ferreira, SLC	48	7281,28	67,31	0,904
Hatje, V	0	0	0	0
Jesus, DS	4	0	7,87	0,25
Korn, M	24	4346,98	35,13	0,847
Korn, MGA	18	1354,29	28,13	0,778
Martins, D	11	1498	15,54	0,554
Pereira, PAP	16	7664,5	22,19	0,813
Quintella, CM	25	2713,07	36,53	0,76
Rangel, MC	31	4388,92	40,37	0,852
Rivelino, R	0	0	0	0
Rocha, GO	0	0	0	0
Rocha, ZN	12	135	14,73	0,667
Roque, NF	40	6693,13	50,79	0,897
Sales, EA	6	42	6,87	0,611
Santos, VLCS	8	0	29,66	0,125
Santos, WNL	14	272,91	21,07	0,724
Silva, LA	9	9	8,75	0,556
Tavares, TM	67	1835,25	7132,55	0,701
Teixeira, LSG	21	2122,63	33,67	0,764
Veloze, ES	0	0	0	0
Victor, MM	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria (2013)

Tabela 54- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 2001-2005

Pesquisador	Degree	Betweenness	Bonacich	Efficiency
Andrade, HMC	16	10280,63	24,21	0,828
Andrade, JB	39	9279,46	58,66	0,87
Brandao, ST	5	1746	6,56	0,36
Campos, VP	4	0,33	244,77	0,375
Costa, ACS	31	2912,64	52,79	0,817
Cruz, FG	11	803,25	15,32	0,736
Cunha, SD	0	0	0	0
David, JM	29	8920,74	40,09	0,86
David, JP	17	1115,36	22,38	0,806
El-Bacha, RS	0	0	0	0
Ferreira, KQ	10	27,167	12,73	0,52
Ferreira, SLC	63	18172,74	94,95	0,919
Hatje, V	0	0	0	0
Jesus, DS	6	0	14,15	0,167
Korn, M	40	7764,61	61,16	0,879
Korn, MGA	23	1390,54	39,76	0,766
Martins, D	7	210	11,3	0,469
Pereira, PAP	23	12933,61	34,11	0,803
Quintella, CM	31	6017,27	47,94	0,798
Rangel, MC	44	8445,37	59,73	0,888
Rivelino, R	0	0	0	0
Rocha, GO	0	0	0	0
Rocha, ZN	16	5079,17	19,72	0,742
Roque, NF	34	7843,67	44,31	0,86
Sales, EA	7	7225	8,88	0,633
Santos, VLCS	8	0	26,09	0,125
Santos, WNL	26	1675,03	41,84	0,796
Silva, LA	8	5,5	11,53	0,469
Tavares, TM	66	1870,58	7036,29	0,71
Teixeira, LSG	22	1731,07	39,97	0,744
Veloze, ES	0	0	0	0
Victor, MM	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria (2013)

Tabela 55- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 2002-2006.

Pesquisador	Degree	Betweenness	Bonacich	Efficiency
Andrade, HMC	21	17142,63	34,05	0,855
Andrade, JB	44	14605,96	79,49	0,852
Brandao, ST	7	1867,8	9,86	0,469
Campos, VP	20	24278,33	284,36	0,375
Costa, ACS	38	6469,79	75,3	0,825
Cruz, FG	11	610,6	15,91	0,702
Cunha, SD	0	0	0	0
David, JM	28	15121,56	39,95	0,842
David, JP	22	1979,89	29,64	0,81
El-Bacha, RS	22	544,18	38,79	0,479
Ferreira, KQ	7	147,82	9,56	0,388
Ferreira, SLC	72	24020,13	126,15	0,908
Hatje, V	6	1820	9	0,611
Jesus, DS	14	322,17	37,86	0,378
Korn, M	44	15732,7	75,73	0,892
Korn, MGA	35	5325,82	69,27	0,802
Martins, D	7	151,33	11,77	0,469
Pereira, PAP	25	146,11	38,58	0,808
Quintella, CM	34	8249,21	57,7	0,818
Rangel, MC	42	14268,84	58,77	0,885
Rivelino, R	0	0	0	0
Rocha, GO	0	0	0	0
Rocha, ZN	27	7389,92	36,08	0,781
Roque, NF	36	11740,31	48,58	0,855
Sales, EA	9	10316,79	12,02	0,654
Santos, VLCS	4	0	4,72	0,25
Santos, WNL	45	10241,85	88,15	0,822
Silva, LA	4	84969	9,12	0,625
Tavares, TM	61	23893,08	6950,84	0,668
Teixeira, LSG	32	3257,85	63,34	0,813
Veloze, ES	27	6240,82	45,156	0,63
Victor, MM	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria (2013)

Tabela 56- Indicadores de capital social individual dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, no período de 2003-2007

Pesquisador	Degree	Betweenness	Bonacich	Efficiency
Andrade, HMC	21	10443,86	35,69	0,855
Andrade, JB	50	7814,58	112,24	0,818
Brandao, ST	7	145,48	9,83	0,063
Campos, VP	21	24767,83	289,36	0,429
Costa, ACS	35	6049,69	78,59	0,811
Cruz, FG	9	1576,97	13,28	0,63
Cunha, SD	18	0,33	0	0,457
David, JM	40	24004,5	76,11	0,849
David, JP	25	777,24	35,44	0,786
El-Bacha, RS	28	1758,44	50,29	0,594
Ferreira, KQ	6	0,5	8,64	0,278
Ferreira, SLC	76	23850,08	148,71	0,904
Hatje, V	6	1924	9,68	0,611
Jesus, DS	14	581,74	43,25	0,378
Korn, M	41	9874,5	79,71	0,872
Andrade, HMC	21	10443,86	35,69	0,855
Martins, D	7	44,67	11,06	0,469
Pereira, PAP	20	72,91	36,99	0,72
Quintella, CM	60	18434,65	120,65	0,868
Rangel, MC	52	14283,51	92,64	0,879
Rivelino, R	0	0	0	0
Rocha, GO	12	0	35,59	0,083
Rocha, ZN	34	8320	35,12	1,324
Roque, NF	33	13629,68	43,46	0,851
Sales, EA	9	3697,83	12,07	0,654
Santos, VLCS	4	0	4,74	0,25
Santos, WNL	50	12751,06	109,86	0,826
Silva, LA	3	24259	9,142	0,556
Tavares, TM	58	23704,5	6838,68	0,659
Teixeira, LSG	55	18819,67	114,37	0,862
Veloza, ES	27	7199,1	47,25	0,63
Victor, MM	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria (2013)

Após a análise dos indicadores de capital social individual e grupal, respectivamente, características endógenas à rede de colaboração científica dos pesquisadores, a seguir, serão apresentados os resultados finais que têm como objetivo responder à questão central desta tese.

Por meio da metodologia de regressão de dados em painel, foi possível entender em que medida o capital social explica o desempenho das redes de colaboração científica dos Programas de Pós-graduação em Química e Física da UFBA, no período de 1998 a 2009.

5.3. Relação entre o desempenho das redes de colaboração científica, o capital social e o capital humano: modelos de regressão para dados em painel

Para a análise da relação entre o desempenho das redes de colaboração científica, o capital social, optou-se pela construção de três modelos: a) física e química (chamado de modelo geral); b) Física; e c) Química. Para todos eles, as variáveis de capital humano, “tempo de doutorado”, “artigos publicados na WoS” e “número de orientandos de doutorado” foram utilizadas como variáveis de controle, segundo recomendação de Baltagi (2008).

Com esse procedimento, será possível entender a influência das dimensões (individual ou grupo) do capital social.

A partir do próximo item dessa subseção, serão apresentados os resultados por grupo. A metodologia, assim como a descrição de cada teste aplicado para os modelos, está explicitada no item 3.3.2.4, relativo às orientações metodológicas. As variáveis de capital social e de capital humano que serão utilizadas aqui estão descritas nos itens 3.3.2.2 e 3.3.2.3 do capítulo citado.

Para cada teste realizado com a finalidade de validar o modelo de regressão para dados em painel, são apresentados as **hipóteses**, os **resultados** e as **conclusões**. O intervalo de confiança é de 95%, e o nível de significância (*P-value*) corresponde a 5%.

As **hipóteses** são assim denominadas:

Hipótese nula (H_0): é a hipótese proposta com o intuito de ser testada, ou seja, de ser rejeitada, ou não. É a hipótese responsável por apresentar inferência sobre determinado parâmetro populacional.

Hipótese alternativa (H_1): considera-se como hipótese alternativa toda hipótese que reflete a dúvida que fez com que o pesquisador realizasse o teste.

Supondo que H_0 seja verdadeira e que a probabilidade de se obter um efeito devido ao erro amostral seja menor do que 5%, então o achado é dito significativo. Se a probabilidade for maior do que 5%, o achado é dito não significativo.

Os **resultados** apresentados foram gerados no *Software R 2.15.2* e correspondem aos testes especificados.

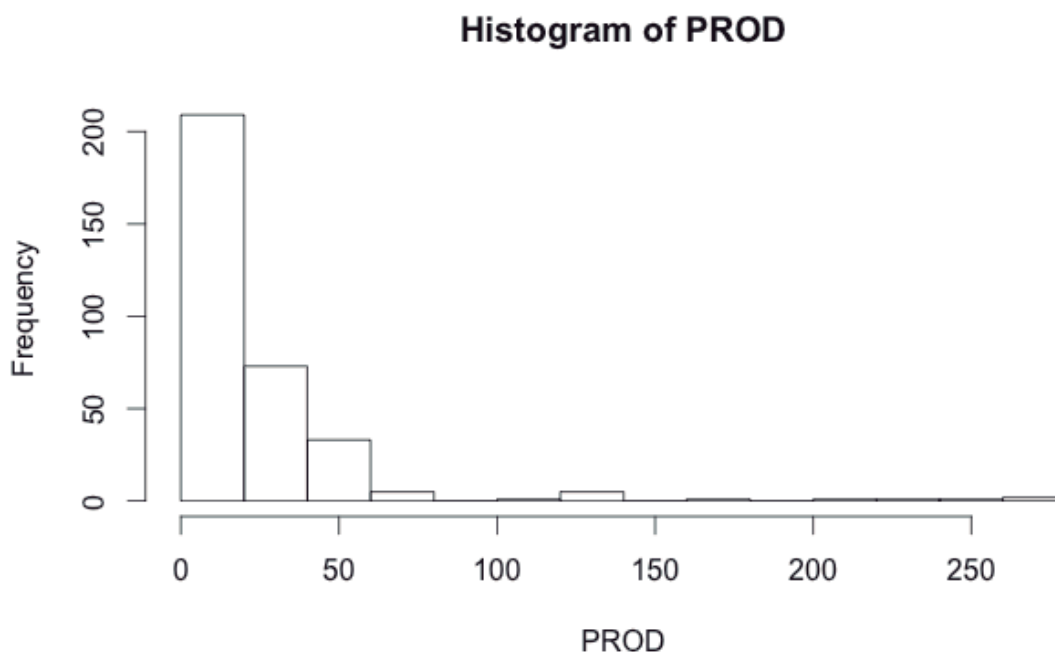
As **conclusões** expressam se a hipótese nula (H_0) foi rejeitada, ou não, podendo apresentar, ou não, uma justificativa para o resultado alcançado.

5.3.1. Modelo dos Programas de Pós-graduação de Física e de Química

A população do modelo 1 foi composta por 63 pesquisadores dos Programas de Pós-graduação em Física e em Química. Foram analisadas 11 variáveis independentes (08 de capital social e 03 de capital humano) por rede e por pesquisador, totalizando 4158 observações.

A variável dependente – o indicador de produção científica (PC) dos pesquisadores dos programas – concentra-se nos menores valores do histograma a seguir. A maior parte dos pesquisadores apresenta valor menor que 50, o que demonstra a heterogeneidade da população.

Figura 45- Histograma da produção científica dos Programas de Pós-graduação em Física e Química.

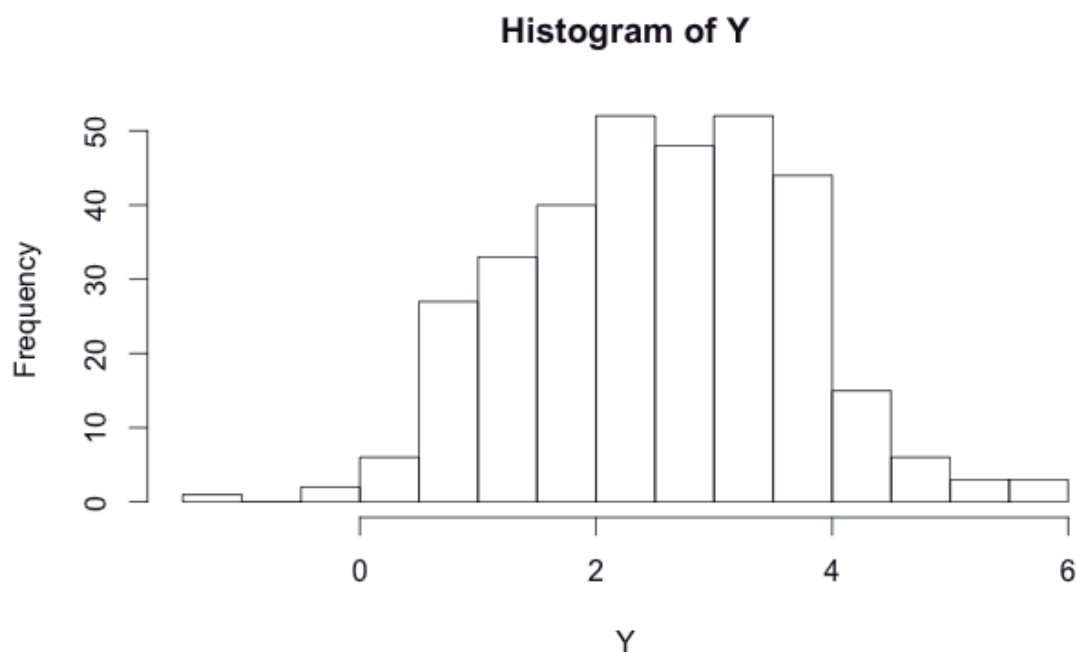


Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software R 2.15.2* (2013).

Nesse mesmo gráfico, é possível observar pontos destacados (acima de 100) que representam o indicador de produção científica dos pesquisadores Pepe, IM (Física) e Ferreira, SLC (Química). O indicador de produção científica de Pepe, IM varia entre 217 e 263, nos períodos observados, enquanto que o de Ferreira, SLC apresenta valores entre 107 e 131, para os mesmos períodos.

Devido à grande variação na produção científica, optou-se por utilizar o logaritmo da produção, a fim de tornar o indicador mais simétrico (Figura 46).

Figura 46- Histograma do logaritmo da produção científica dos Programas de Pós-graduação em Física e Química.



Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software R 2.15.2* (2013).

Nos dados gerais, conforme a Tabela 57, o indicador da produção científica, nos períodos, varia de zero a 263,919 e apresenta média de 23,891, e mediana correspondente a 12,710.

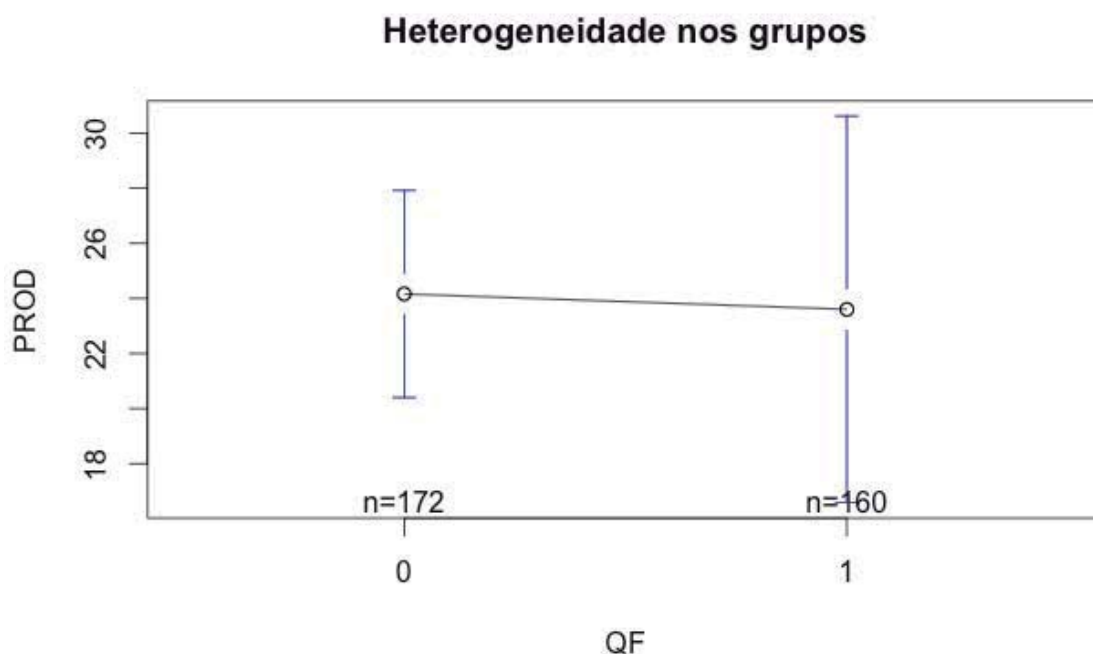
Tabela 57- Medidas estatísticas da produção científica dos Programas de Pós-graduação em Física e Química

Medida	Valor
Mínimo	0,291
Máximo	263,919
Mediana	12,710
Média	23,891

Fonte: Elaboração própria a partir do *Software R 2.15.2* (2013)

Quando se comparam os dois programas, é possível perceber que, no grupo de Química, os valores referentes ao indicador de produção científica estão mais concentrados, enquanto que o Programa de Física apresenta maior dispersão nos valores, conforme visualizado, na Figura 47, abaixo.

Figura 47 - Heterogeneidade do indicador da produção científica dos Programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA, com intervalo de confiança de 95%.



Fonte: Elaboração própria a partir do *Software R 2.15.2* (2013).

Conforme descrito no capítulo 3, referente à metodologia aplicada à pesquisa, na primeira fase, com o objetivo de definir as variáveis independentes do modelo, foram realizados testes de correlação entre as variáveis independentes, onde as selecionadas foram aquelas que não apresentavam correlação e/ou que apresentavam baixa correlação entre si. Em seguida, após a primeira seleção, as variáveis independentes foram testadas em relação à sua correlação com a variável dependente – o indicador de produção científica. Por fim, as variáveis independentes que apresentaram maior correção nesse último teste, foram selecionadas para análise dos modelos de regressão de dados em painel. Esse procedimento foi adotado para todos os modelos aqui gerados.

Após a realização de testes acima, o modelo de regressão de dados de efeitos fixos para os Programas de Física e Química corresponde a:

$$PC_{it} = \alpha_i + \beta_1 SW_{1it} + \beta_2 DENS_{2it} + \beta_3 DEG_CEN_{3it} + \beta_4 BETW_CEN_{4it} + \beta_5 BONA_{5it} \\ + \beta_6 EFF_{6it} + \beta_7 DEG_{7it} + \beta_8 BETW_{8it} + e_{it}$$

Onde:

PC – Produção Científica

SW- *Small worlds*

DEN – Densidade da Rede

DEG_CEN – Centralização da Rede em relação ao *Degree*

BETW_CEN – Centralização da Rede em relação ao *Betweenness*

BONA – Centralidade de Bonacich

EFF- *Efficiency*

DEG – *Degree*

BETW – *Betweenness*

i – indivíduos

t – período de tempo

α_i – interceptos estimados

e_{it} - erro padrão

As oito variáveis independentes selecionadas explicam 23,81% da variância do modelo (Tabela 58). A variável Efficiency (EFF) é a única que influencia a variação da produção científica dos pesquisadores dos programas estudados, nos períodos sugeridos. Ela se relaciona de forma direta com a variável dependente, ou seja, uma variação positiva da variável EFF, implica numa variação positiva da produção científica, já que o valor do seu *Estimate* é positivo.

Tabela 58- Variáveis do modelo de regressão para os Programas de Pós-graduação em Física e Química

Variáveis	Estimate	Pr(> t)
BONA	7,10E-05	5,74E-01
EFF	6,36E-01	0,02137
BETW	-6,03E-06	0,43399
DEG	2,61E-03	0,67234
BETW_CEN	9,78E-03	0,06725
SW	2,11E-02	0,10712
DENS	2,34E-01	0,34946
DEG_CEN	-2,64E-02	0,15737
R ² Ajustado		23,81%

Fonte: Elaboração própria, a partir do *software* R 2.15.2 (2013)

Dessa forma, conclui-se que, para o modelo 1, no qual participam os Programas de Física e Química conjuntamente, a existência da categoria de análise **capital social individual** é a mais significativa, onde as características correspondem a uma medida de buraco estrutural (BURT,1992), a *Efficiency*, indica a proporção de laços não redundantes existentes na rede ego dos atores, explica melhor a variação da sua produção científica.

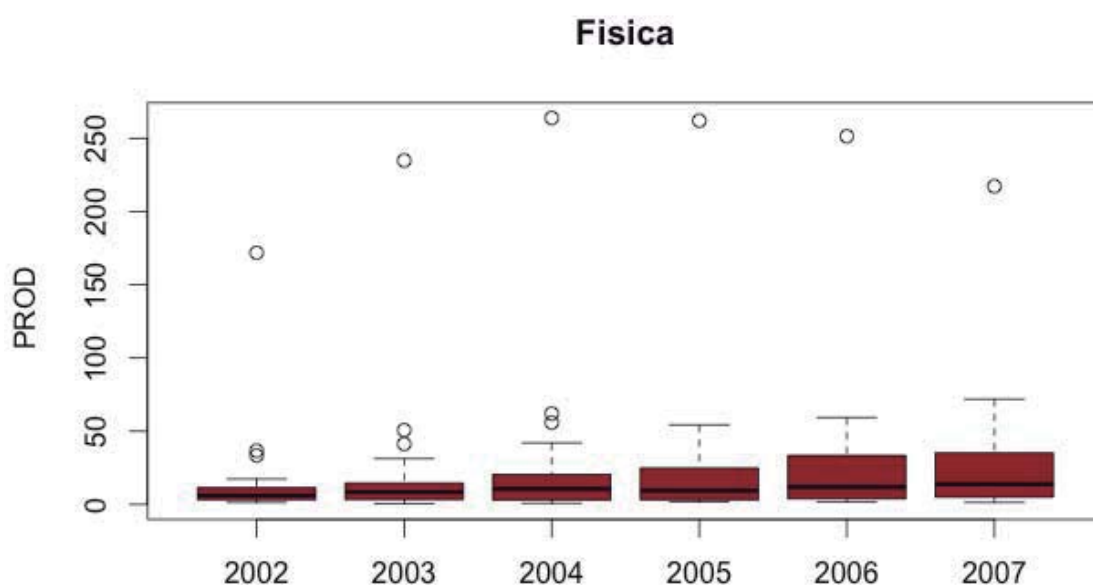
A seguir, serão apresentados os modelos para os Programas de Pós-graduação em Física e em Química.

5.3.2. Modelo do Programa de Pós-graduação em Física

A população do programa de Pós-graduação em Física foi composta por 31 pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física. Foram analisadas 11 variáveis independentes (08 de capital social e 03 de capital humano) por rede e por pesquisador, totalizando 2046 observações.

Conforme visualização na Figura 48, a seguir, a variável dependente, indicador de produção científica (PC) dos pesquisadores do programa, assim como no modelo anterior, apresenta-se concentrada em seus menores valores. A maioria dos pesquisadores apresenta indicador de produção científica menor que 50, e apenas 4 pesquisadores destacam-se com valores iguais ou superiores a esse parâmetro. Como já mencionado anteriormente, o pesquisador-destaque, com maior valor referente ao indicador de produção científica, é Pepe, IM, cujos valores são superiores a 150.

Figura 48- *Boxplot* da produção científica do Programa de Pós-graduação em Física.



Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software R 2.15.2* (2013).

Assim como no modelo para os Programas de Física e de Química, testes específicos de diagnóstico para a validação do modelo foram realizados. Os resultados indicam que se trata de um modelo de regressão para dados de painel de efeitos fixos.

Após a realização dos testes e validação do modelo de regressão de dados de efeitos fixos para o Programa de Física, e seguindo a metodologia utilizada no modelo 1, no qual se buscaram as baixas correlações entre as variáveis independentes e a alta correção entre essas e a variável dependente (PC), o seguinte modelo foi identificado para o Programa de Pós-graduação em Física:

$$PC_{it} = \alpha_i + \beta_1 SW_{1it} + \beta_2 DENS_{2it} + \beta_3 DEG_CEN_{3it} + \beta_4 BETW_CEN_{4it} + \beta_5 BONA_{5it} + \beta_6 EFF_{6it} + \beta_7 DEG_{7it} + \beta_8 BETW_{8it} + e_{it}$$

Onde:

PC – Produção Científica

SW- *Small worlds*

DEN – Densidade da Rede

DEG_CEN – Centralização da Rede em relação ao *Degree*
 BETW_CEN – Centralização da Rede em relação ao *Betweenness*
 BONA – Centralidade de Bonacich
 EFF- *Efficiency*
 DEG – *Degree*
 BETW – *Betweenness*
 i – indivíduos
 t – período de tempo
 α_i – interceptos estimados
 e_{it} - erro padrão

As oito variáveis independentes de capital social (individual e em grupo) encontradas explicam 35,26% da variância do modelo (Tabela 59). No resultado do modelo, as variáveis de capital social em grupo foram as que se destacaram como explicativas da variação da produção científica do programa. Além do Swall Worlds (SW) e da variável Densidade da Rede, a variável Centralização em relação ao *betweenness* do Ator da Rede também foi identificada como explicativa da variação da produção científica dos pesquisadores do programa de física nos períodos analisados. Nesse modelo, o indicador de produção científica não é influenciado por variáveis do capital social individual.

Tabela 59- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Física

Variáveis	Estimate	Pr(> t)
BONA	1,11E-04	4,08E-01
BETW	2,95E-01	0,352025
DEG	-5,14E-05	0,11197
EFF	2,55E-02	0,081433
DEG_CEN	-7,49E-03	0,676774
BETW_CEN	-6,07E-02	0,005851
SW	3,15E-01	0,005614
DEN	1,13E+00	0,031041
R ² Ajustado		35,26%

Fonte: Elaboração própria, a partir do R 2.15.2 (2013)

Interessante observar o *Estimate* menor que zero da variável Centralização em relação ao *betweenness* (Tabela 59). Esse dado indica que a sua relação com a variável dependente é inversa, ou seja, para o modelo do Programa de Física, o que indica que para

cada variação positiva da Produção Científica, a intermediação do conhecimento está mais concentrada em poucos atores.

O resultado obtido em relação à essa variável pode apontar para um desempenho mais relacionado à quantidade do que para a qualidade de artigos produzidos, pois a influência do *betweenness* revela a possibilidade que um ator possui para intermediar as comunicações entre pares de *nós* da rede, indicando, assim, a sua importância na mediação das trocas de conhecimento não redundantes na rede.

Na tentativa de compreender qual a variável independente e qual a categoria de análise, que, de forma isolada, tem maior poder explicativo para o modelo, foram gerados quatro novos modelos e observados os R^2 ajustados (tabelas 60, 61, 62 e 63).

Quando analisadas isoladamente, as três variáveis explicativas (Swall Worlds, Densidade da Rede e Centralização em relação ao *betweenness*) passam a explicar 33,40% da variância do modelo (tabela 60).

Tabela 60- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Física

Variáveis	Estimate	Pr(> t)
BETW_CEN	-6,16E-02	0,0001678
SW	3,23E-01	2,12E-05
DENS	1,00E+00	0,0738671
R^2 Ajustado		33,40%

Fonte: Elaboração própria, a partir do R 2.15.2 (2013)

Vale observar que a variável Densidade da Rede (DENS) passa a não ser representativa quando testada com as demais variáveis significativas. DENS explica apenas 0,45% da variância do modelo, pois quando retirada da regressão, as duas outras variáveis (SW e BETW_CEN) explicam 32,95% da variância do modelo (tabela 61). Provavelmente, a sua representatividade no modelo onde todas as demais variáveis participam foi impulsionada por sua correlação com outras variáveis.

Tabela 61- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Física

Variáveis	Estimate	Pr(> t)
BETW_CEN	-3,63E-02	2,34E-05
SW	2,07E-01	1,83E-08
R^2 Ajustado		32,95%

Fonte: Elaboração própria, a partir do R 2.15.2 (2013)

Isoladamente, a variável SW explica 4,40% da variância do modelo. Esse resultado é alcançado na medida em que a regressão é composta pelas variáveis BETW_CEN e DENS (tabela 62). Juntas, essas duas últimas variáveis explicam 29% da variância do modelo.

Tabela 62- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Física

Variáveis	Estimate	Pr(> t)
BETW_CEN	0,0130511	0,00321
DENS	-1,30E+00	3,09E-06
R ² Ajustado		29,00%

Fonte: Elaboração própria, a partir do R 2.15.2 (2013)

A variável BETW_CEN explica 2,78% do modelo. Quando retirada do modelo de regressão, as variáveis SW e DENS explicam 30,62% da variância do modelo (tabela 63).

Tabela 63- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Física

Variáveis	Estimate	Pr(> t)
SW	6,59E-03	7,70E-04
DENS	-7,16E-01	1,78E-02
R ² Ajustado		30,62%

Fonte: Elaboração própria, a partir do R 2.15.2 (2013)

A seguir, será apresentado o modelo para o Programa de Química.

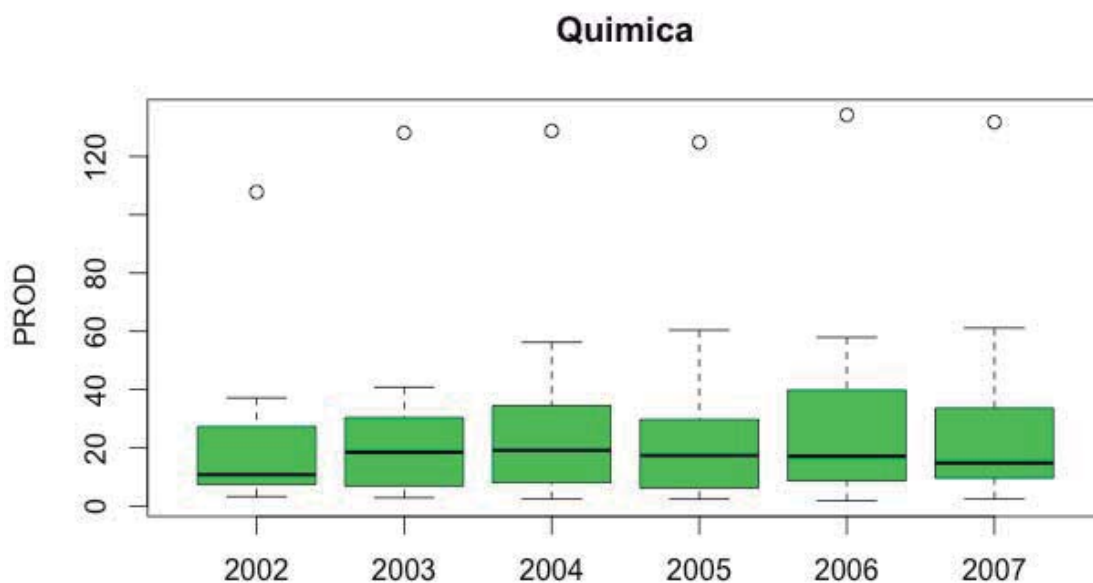
5.3.3. Modelo do Programa de Pós-graduação em Química

A população do programa de Pós-graduação em Química foi composta por 32 pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Física. Foram utilizadas 11 variáveis independentes (08 de capital social e 03 de capital humano) por rede e por pesquisador, totalizando 2112 observações.

A variável dependente, o indicador de produção científica (PC) dos pesquisadores do programa, segue a mesma tendência do Programa de Física: concentração nos resultados, conforme visualização do gráfico *boxplot*, a seguir. A maior parte dos pesquisadores apresenta indicador de produção científica inferior a 50, e apenas 7

pesquisadores destacam-se com valores iguais ou superiores a esse parâmetro, em alguns períodos. Como já mencionado anteriormente, o ‘pesquisador de alta produção’ é Ferreira, SLC, cujos valores são superiores a 100.

Figura 49- *Boxplot* da Produção científica do Programa de Pós-graduação em Química.



Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software R 2.15.2* (2013).

Em comparação com o indicador de produção científica dos pesquisadores de Física, o Programa de Química apresenta-se mais uniforme, pois, além de possuir 7 pesquisadores com a produção superior a 50 (Física possui 5), o ‘pesquisador de alta produção’, Ferreira, SLC apresenta um desempenho menor do que o de Pepe, IM. Por esse motivo, os resultados do Programa de Química indicam uma média maior (24,160 contra 23,600), assim como a mediana (16,460 contra 10,110).

Tabela 64- Medidas estatísticas da produção científica do Programa de Pós-graduação em Química

Medida	Valor
Mínimo	1,739
Máximo	134,300
Mediana	16,460
Média	24,160

Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software R 2.15.2* (2013)

Tabela 65- Medidas Estatísticas da Produção Científica do Programa de Pós-graduação em Física

Medida	Valor
Mínimo	0,291
Máximo	263,919
Mediana	10,110
Média	23,600

Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software R 2.15.2* (2013)

Assim como no modelo para o programa de Física, testes específicos de diagnóstico para a validação do modelo foram realizados. Os resultados indicam que se trata de um modelo de regressão para dados de painel de efeitos fixos.

Após a realização dos testes e validação do modelo de regressão de dados de efeitos fixos para o Programa de Física, e seguindo a metodologia utilizada no modelo 1, no qual se buscaram as baixas correlações entre as variáveis independentes e a alta correção entre essas e a variável dependente (PC), o seguinte modelo foi identificado para o Programa de Pós-graduação em Física:

$$PC_{it} = \alpha_i + \beta_1 SW_{1it} + \beta_2 DENS_{2it} + \beta_3 DEG_CEN_{3it} + \beta_4 BETW_CEN_{4it} + \beta_5 BONA_{5it} + \beta_6 EFF_{6it} + \beta_7 DEG_{7it} + \beta_8 BETW_{8it} + e_{it}$$

Onde:

PC – Produção Científica

SW- *Small worlds*

DEN – Densidade da Rede

DEG_CEN – Centralização da Rede em relação ao *Degree*

BETW_CEN – Centralização da Rede em relação ao *Betweenness*

BONA – Centralidade de Bonacich

EFF- *Efficiency*

DEG – *Degree*

BETW – *Betweenness*

i – indivíduos

t – período de tempo

α_i – interceptos estimados

e_{it} - erro padrão

As oito variáveis independentes de capital social (individual e em grupo) encontradas explicam 25,08% da variância do modelo (Tabela 66). No resultado do modelo, as variáveis de capital social em grupo, Centralização em relação ao betweenness do Ator da Rede, Densidade da Rede e Centralização da Rede em relação ao Degree foram as que se destacaram como explicativas da variação da produção científica do programa. Além dessas variáveis, a variável de capital social individual, a Efficiency, também foi identificada como explicativa da variação da produção científica dos pesquisadores do programa de química nos períodos analisados.

Tabela 66- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Química

Variáveis	Estimate	Pr(> t)
BONA	-1,66E-04	2,46E-01
BETW	-4,91E-06	0,401558
DEG	-4,89E-04	0,935481
EFF	9,56E-01	0,000752
DEG_CEN	1,48E-01	0,001547
BETW_CEN	-1,96E-02	0,03396
SW	1,17E-03	0,92979
DEN	-1,86E+00	0,003621
R ² Ajustado		25,08%

Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software R 2.15.2* (2013).

Vale a pena observar que, ao se comparar os modelos 2 e 3, respectivamente de Física e de Química, percebe-se que o indicador de produção científica dos pesquisadores de Química, diferentemente do desempenho dos pesquisadores de Física, é também resultado do capital social individual, visto que há a influência do indicador de buracos estruturais, *Efficiency*. Há evidências na literatura que os buracos estruturais estão associados a benefícios, como criatividade, aprendizagem, avaliações positivas, promoções, maiores compensações e desempenho (Burt, 1992, 2002). *Efficiency*, como já mencionado, indica a proporção de laços não redundantes existentes na rede ego dos atores. Assim como era esperado, existe uma relação positiva entre a produção científica e a variável *Efficiency*.

Assim como no modelo de física, a variável BETW_CEN apresenta o Estimate negativo, o que indica que a cada variação positiva da Produção Científica, a intermediação do conhecimento está mais concentrada em poucos atores. Nesses resultados (Tabela 66) é possível também identificar que a variável DENS também apresenta o Estimate negativo, o que indica que há uma variação positiva da produção científica, à medida em que a rede se torna mais dispersa.

Na tentativa de compreender qual a variável independente e qual a dimensão de análise que, de forma isolada, tem maior poder explicativo para o modelo, foram gerados cinco novos modelos, nos quais foram observados os R² ajustados.

O resultado indicou que a dimensão capital social individual, aqui representada pela variável *Efficiency* tem maior poder explicativo para o modelo (7,29%) do programa de Química. As variáveis da dimensão capital social grupal, Centralização em relação ao

Betweenness do Ator da Rede, Densidade da Rede e Centralização da Rede em relação ao *Degree*, quando isoladas, explicam 0,49%, 3,31% e 4,35%, respectivamente.

Ao testar apenas as variáveis explicativas (Tabela 67), a variável BETW_CEN passa a não ser explicativa. Percebe-se então que essa variável apresenta pouca importância diante das demais e provavelmente, a sua representatividade foi gerada devido a sua correlação com outras variáveis.

Tabela 67- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Química

Variáveis	Estimate	Pr(> t)
EFF	0,8978384	0,002376
DEG_CEN	0,0871938	0,006217
BETW_CEN	0,0137359	0,138308
DENS	-0,981369	0,030024
R ² Ajustado	22,90%	

Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software R 2.15.2* (2013).

Ao se retirar a variável BETW_CEN (Tabela 68) é possível verificar que ela explica apenas 0,49% da variância do modelo.

Tabela 68- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Química

Variáveis	Estimate	Pr(> t)
EFF	0,935045	0,00112
DEG_CEN	0,060685	0,003226
DENS	-0,601466	0,018679
R ² Ajustado	22,41%	

Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software R 2.15.2* (2013)

A variável DENS explica 3,31% da variância do modelo (Tabela 69). Ao ser excluída, a DEG_CEN passa a não ser mais explicativa. Isso indica que essas duas variáveis estão bem correlacionadas, ou seja, uma exerce influência sobre a outra.

Tabela 69- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Química

Variáveis	Estimate	Pr(> t)
EFF	1,07469	4,14E-05
DEG_CEN	0,179575	0,06673
BETW_CEN	0,0141379	0,02456
R ² Ajustado	19,59%	

Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software R 2.15.2* (2013)

Essa influência é corroborada pelo fato de que, no momento em que a variável DEG_CEN é excluída do modelo, DENS passa a não ser mais explicativa da variância do mesmo; Como dito anteriormente, a variável DEG_CEN explica 4,35% da variância do modelo (Tabela 70).

Tabela 70- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Química

Variáveis	Estimate	Pr(> t)
EFF	1,0334055	0,0001567
BETW_CEN	0,0147115	0,0213237
DENS	0,0312756	0,8372885
R ² Ajustado	18,55%	

Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software R 2.15.2* (2013)

E finalmente, é possível se perceber na Tabela 71, a influência da variável de capital social individual, *Efficiency*, para o modelo do programa de Química. Essa variável é mais representativa e explica 7,29% da variância do modelo.

Tabela 71- Variáveis do Modelo de regressão para o Programa de Pós-graduação em Química

Variáveis	Estimate	Pr(> t)
BETW_CEN	-0,0201248	0,0321276
DENS	1,3952774	0,0012285
DEG_CEN	0,1088871	0,0003386
R ² Ajustado	15,61%	

Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software R 2.15.2* (2013)

As conclusões gerais e considerações finais a respeito dos resultados alcançados nesta pesquisa serão realizadas, a seguir.

CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES FINAIS

Apesar de se debruçar sobre um tema já explorado, sob a abordagem de análise de redes sociais – a produção científica –, esta tese propôs entender a relação entre capital social (em grupo e individual e o desempenho das redes de colaboração científica dos pesquisadores dos programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA. Tal ambição, contudo, somente foi alcançada, após longo e meticuloso trabalho sobre uma profusão de dados diretamente coletados, em diversas bases de dados, e mediante aplicação de modelos econométricos de regressões de dados em painel.

No contexto da produção científica, diferentes recortes foram realizados ao longo deste trabalho. Inicialmente, procurou-se mapear e analisar, em profundidade, as redes de colaboração científica dos pesquisadores que compõem os programas de Pós-graduação de Física e Química da UFBA e sua produção científica. Posteriormente, buscou-se identificar as características estruturais e relacionais dessas redes e seus indicadores de capital humano e social; e, por fim, procurou-se identificar possíveis relações entre os indicadores de capital social e o desempenho dessas redes, referentes às suas produções científicas.

Para se alcançar tais objetivos, foi analisada uma população representada por 63 pesquisadores que participaram dos Programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA, no período de 1998 a 2009. Esses pesquisadores publicaram 898 artigos, em periódicos indexados na *ISI Web of Science*, entre os quais 443 artigos, elaborados por 32 pesquisadores de Química, e 455, por 31 pesquisadores do Programa de Física.

Os resultados alcançados apontam para a validade da proposta da pesquisa. O referencial teórico – lente por meio da qual a questão foi problematizada e foi investigada –, com seus conceitos, contribuiu para o entendimento e a análise crítica da pesquisa. Adicionalmente, o estudo de casos dos programas de pós-graduação já mencionados foi fundamental para a comprovação empírica da pesquisa.

Os resultados alcançados indicaram que os pesquisadores do Programa de Química apresentam melhores indicadores de produção e de qualidade média dos artigos publicados, em periódicos indexados na *Web of Science*, quando comparados aos resultados dos pesquisadores de Física. Do total de 898 artigos publicados pelos dois programas, os pesquisadores de Química participaram em 657, e os de Física, em 546 (Tabelas 41 e 42). Além disso, em Química, o número de artigos, cuja primeira autoria é de

um pesquisador do programa, foi também superior no período selecionado entre os anos de 2000 e 2009 (Tabela 26). O indicador de produção científica (1.568,60) e a qualidade média dos artigos publicados (2,43) também são superiores aos indicadores de Física, cuja produção científica soma 1.419,71 e qualidade média de 2,27.

Para explicar esses resultados, a pesquisa forneceu os seguintes substratos: os melhores resultados alcançados pelo Programa de Química podem estar relacionados às características estruturais das suas redes de colaboração científica. Essas redes são menos densas (Tabela 50) e apresentaram maior média do indicador de *small worlds*, nos períodos selecionados – 58,32 contra 44,70 de física (Tabelas 50 e 43) –, o que pode representar um maior volume de troca de conhecimento não redundante, importante para a construção de novos conhecimentos e qualidade dos artigos produzidos.

Ao se tratar da relação entre o capital social e o desempenho das redes de colaboração científica, a análise dos modelos apresentados na subseção 5.3, permitiu alcançar as seguintes conclusões:

Em relação à formação de capital social, os programas de Pós-graduação em Física e em Química comportam-se de forma diferenciada:

a) A produção científica do programa de física é influenciada pelas variáveis de **capital social em grupo**. As variáveis *Small Worlds*, Centralização em relação ao *Betweenness* e Densidade da rede foram as mais explicativas da variância do modelo;

b) Dentre as três variáveis citadas acima, a *Small Worlds* é mais explicativa da variação da produção científica do programa; A influência do fenômeno do *Small Worlds* demonstra a importância de os atores presentes nas redes de colaboração se conectarem, a partir de um pequeno número de intermediários. As ‘pontes’ construídas permitem a troca de conhecimento não redundante e um melhor desempenho em relação à produção dos artigos científicos;

Como dito anteriormente, segundo Moody e White (2003), quando o valor do Q é baixo, existem poucos laços entre grupos, tendendo a ser esparsos e não redundantes, levando ao isolamento dos pesquisadores com diferentes habilidades e capacidades. À medida que o coeficiente Q aumenta de valor, grupos separados são ligados por pesquisadores que se conhecem, possibilitando a troca de experiências e de conhecimento. No entanto, depois de certo ponto, o aumento da conectividade e da coesão aumenta a

redundância das habilidades, homogeneizando o conhecimento produzido, em que significados compartilhados e convenções tendem a imperar nos grupos. Como observa-se na tabela 72, o indicador de *small worlds* para os períodos selecionados é crescente, o que pode ser um indicativo de que as redes se apresentam num processo de crescimento da curva do U invertido. Esse crescimento é acompanhado pelo crescimento da produção científica e do número de coautores, apresentando assim uma relação positiva entre essas variáveis.

Tabela 72: Indicadores da Rede de Pesquisadores do Programa de Pós-graduação de Física, por período.

Indicadores de rede	1998 -2002	1999-2003	2000-2004	2001-2005	2002-2006	2003-2007
Nº de artigos	153	161	175	201	211	206
Nº de coautores	224	218	232	250	261	285
<i>Small World (Q)</i>	7,95	8,71	9,49	14,54	15,88	16,39

Fonte: Elaboração Própria (2013).

c) A produção científica do programa de química é influenciada por variáveis de **capital social em grupo** e de **capital social individual**, pois as variáveis Centralização da rede em relação ao *Degree*, Centralização da rede em relação ao *Betweenness* e Densidade da rede, além da variável de Buracos Estruturais – a *Efficiency*- foram as mais explicativas da variância do modelo.

d) Na análise geral, a dimensão **capital social grupal** é mais explicativa do que a de **capital social individual**. A primeira explica 15,61% da variância do modelo, enquanto que a segunda, representada por uma variável (*efficiency*) explica apenas 7,29% da variância.

Entretanto, dentre as quatro variáveis citadas acima, a variável de capital social individual, a *Efficiency*, é mais explicativa da variação da produção científica do programa. Segundo BURT (1992, 2002), há evidências na literatura de que os buracos estruturais estão associados a benefícios, como criatividade, aprendizagem, avaliações positivas, promoções, maiores compensações e desempenho. Nos achados da pesquisa, a relação entre buracos estruturais e a produção científica foi positiva, indicando que a produção científica aumenta, à medida que os indicadores de *efficiency* são maiores.

e) No caso específico da variável ‘Centralização da rede em relação ao *betweenness*’, por ter apresentado um relação inversa em ambos os programas (uma maior variação da produção científica está relacionada com uma maior concentração do conhecimento em poucos atores responsáveis pela intermediação do conhecimento), vale a pena observar se esse comportamento se repete em outros programas de pós-graduação.

f) O mesmo se sugere para a variável ‘Densidade da rede’, pois segundo os achados, em ambos os programas houve um relação direta entre essa variável e a variação da produção científica, o que indica que quanto mais densa é a rede, maior a variação da produção. Essa relação é tema de discussão teórica, alguns trabalhos, a exemplo de Burt (1992) e Kogut e Walker (2001), sugerem que uma alta coesão na rede provoca alta conectividade entre os atores, o que torna o fluxo de conhecimento mais intenso, entretanto há a formação de conhecimento cada vez mais redundantes, o que representar pouca qualidade nos artigos publicados pelos pesquisadores.

g) Em relação aos pesquisadores, a importância de Pepe, IM do programa de Física deve ser observada, visto que ele apresentou altos indicadores de centralidade de intermediação (*betweenness*) e de *bonacich*, que são características de poder. Além disso, devido ao seu elevado indicador de centralidade de grau (*degree*) apresentado no período selecionado, nos anos subsequentes, o seu afastamento da rede de colaboração do programa poderá conduzir a uma significativa redução da produção científica, o que poderá afetar as avaliações do programa junto a CAPES, devido à sua representatividade.

No caso específico do estudo de casos apresentado, foi possível obter um indício de que as notas referentes às avaliações CAPES para os programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA, respectivamente 4 e 5, foram fortemente influenciadas pelas características estruturais e relacionais das redes de colaboração científica dos pesquisadores dos seus programas.

Diante das evidências obtidas, e de modo abrangente, pode-se concluir que o processo de investigação realizado, ao longo deste trabalho científico, foi capaz de indicar e, com isso, validar o seu terceiro pressuposto, de que existe uma correlação significativa e positiva entre as duas dimensões do capital social - individual e em grupo - formado nas

redes e o desempenho das redes de colaboração científica dos programas de Pós-graduação.

Como recomendação, a fim de validar a metodologia utilizada nesta investigação, futuras pesquisas poderão ser realizadas, considerando novos objetos de análise, a exemplo de outros programas de pós-graduação, ou mesmo cursos de graduação que possuam afinidades epistemológicas e diferentes desempenhos.

Para aprofundar os achados aqui dispostos, sugerem-se novos estudos por meio da utilização de outras variáveis, disponíveis no universo de variáveis representativas das dimensões do capital social e do capital humano.

Por fim, ao finalizar esta tese, é importante observar a necessidade de investimento e de políticas públicas mais adequadas e incentivadoras para o desenvolvimento científico brasileiro. No caso específico dos programas de Pós-graduação em Física e em Química da UFBA, os resultados obtidos sugerem uma atenção na gestão do conhecimento e na formação de políticas, capazes de evitar a fragmentação das redes de pesquisadores já formadas e, evidentemente, de alavancar melhores resultados em relação à produção científica.

REFERÊNCIAS

ACEDO, F., BARROSO, C., CASNUEVA, C., GALÁN, J. Co-authorship in management and organizational studies: an empirical and network analysis. *Journal of Management Studies*. v. 43, 5ed., p. 957-983, jul./2006.

BALANCIERI, R; BOVO, A.B.; KERN, V.M; PACHECO, R.C.S; BARCIA, R.M. A Análise de Redes de Colaboração Científica sob as Novas Tecnologias de Informação e Comunicação: um estudo na Plataforma Lattes. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 34, n. 1, p. 64-77, jan./abr. 2005.

BALDI, M; VIEIRA, M.M. Calçados do Vale: imersão social e redes interorganizacionais. *RAE* . v. 46, n. 3, p. 16-27, jul./set. 2006.

BALOG, C. Multiple Authorship and Author Collaboration in Agricultural Research Publications. *Journal of Research Communication Studies 2* (1979/80) 159-69.

BALTAGI, B.H. *Econometric Analysis of Panel Data*. [s/l]:Wiley, 2008.

BARABÁSI, Albert-L. *Linked- How everything is connected to everything else and what it means for business, science and everyday life*. Cambridge, Massachusetts: Perseus Publishing, 2002.

_____, JEONG, H., NÉDA, Z., RAVASZ, E., SCHUBERT, A., & VICSEK, T. Evolution of the social network of scientific collaborations. *Physica A*, 311(3), 590-614, 2002.

BARBER, B. All economies are “embedded”: the career of a concept, and beyond. *Social Research*. v. 62, n. 2, p. 387-413, 1995.

BEAVER, B; ROSEN, R. Studies in Scientific Collaboration: Part I – The Professional Origins of Scientific Co-authorship. *Scientometrics*. p. 65-84, 1978.

_____. Studies in Scientific Collaboration: Part II - Scientific Coauthorship, Research Productivity and Visibility in the French Scientific Elite, 1799-1830. *Scientometrics*. p. 133-49, 1979a.

_____. Studies in Scientific Collaboration: Part III Professionalization and the Natural History of Modern Scientific Co-authorship. *Scientometrics*. p. 231-45, 1979b.

BERGER, P; LUCKMANN,T. *A Construção da realidade: tratado de sociologia do conhecimento*. 27ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

BIANCHETTI, Lucídio. Os dilemas do coordenador de Programa de Pós-Graduação: entre o burocrático-administrativo e o acadêmico-pedagógico. In.: BIANCHETTI, Lucídio; SGUISSARDI, Valdemar. (Orgs). *Dilemas da Pós-Graduação: gestão e avaliação*. Campinas, SP: Autores Associados, p. 15-99, 2009.

BONACICH, P. Power and centrality: a family of measures. *American Journal of Sociology*. v. 92, n. 5, p. 1170-1182, Mar. 1987.

BORGATTI, S. P., EVERETT, M. G., FREEMAN, L. C. *UCINET for Windows: Software for Social Network Analysis*. Boston: Harvard Analytic Technologies, 2002.

_____ ; OFEM, B. Overview: Social network theory and analysis. In.: A. J. Daly (ed.). *The ties of change: social network theory and application in education*. Cambridge, MA: Harvard Press, p. 17-30, 2010.

_____ ; KIDWELL, V. In Press. "Network Theorizing". In.: CARRINGTON, P. and SCOTT, J. (eds). *The Sage Handbook of Social Network Analysis*. Sage Publications, 2011.

_____ ; FOSTER, P. The network paradigm in organizational research: a review and typology. *Journal of Management*. v. 29, 6ed, p. 991-1013, 2003.

_____ ; HALGIN, D.S. On Network Theory. *Organization Science*. v. 22, 5ed, p.1168-1181, Sep./Oct. 2011.

BOURDIEU, Pierre. The forms of capital. In: RICHARDSON, J. (Comp.). *Handbook of theory and research for the sociology of education*. New York: Greenwood, 1985.

BRASS, D. J.; BURKHARDT, M. E. Centrality and power in organizations. In.: NOHRIA, N.; ECCLES, R. G. (eds.). *Networks and Organizations: Structure, Form, and Action*. Cambridge: Harvard School Press, 1992. p. 191-215.

BRITTO, J. Redes de cooperação entre empresas. In.: KUPFER, D. *Economia Industrial: Fundamentos teóricos e práticos no Brasil*. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2002.

BURKE, P. *Uma história social do conhecimento- II: da enciclopédia à Wikipédia*. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

BURT, Ronald S. *Brokerage and Closure: an Introduction to Social Capital*. Oxford: University Press, 2005.

BUSKENS, V. *Construction Methods for the Simulation of Stochastic Blockmodels*. ISCORE Paper n.104, Utrecht University. 1996.

CADERNO de indicadores do Programa de Pós-graduação em Física da UFBA. Disponível em: <<http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb>> Acesso em: 18 abr. 2013.

_____ de indicadores do Programa de Pós-Graduação em Química da UFBA. Disponível em: <<http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb>> Acesso em: 07 abr. 2013.

CAMIC, C. Sociology of Knowledge. In: SMELSER, N; BATES, P. (Org.). *International Encyclopedia of the Social Sciences*. Elsevier, 2001. p. 8143-8148.

CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. C. *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago: Rand McNally, 1963.

CASAS, R; GORTARI, R; LUNA, M; SANTOS, M.J.; TIRADO, R. *La Formación de Conocimiento: una perspectiva regional desde Mexico*. Mexico: Anthropos, 2001.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede: a era da informação: economia, sociedade e cultura*. 8ed. rev. e ampl. São Paulo: Paz e Terra. 2005. Vol. I

CASTELLS, M. *O poder da identidade*. 2ed. São Paulo: Paz e Terra. 2000. (Vol. 2: A era da informação: economia, sociedade e cultura)

_____. *Fim de milênio*. São Paulo: Paz e Terra, 1999. (Vol. 3: A era da informação: economia, sociedade e cultura).

CGEE. *Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento das Regiões Norte e Nordeste do Brasil: novos desafios para a política nacional de CT&I*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. p. 292. 2011.

CHAUÍ, Marilena. A universidade pública sob nova perspectiva. *Revista Brasileira de Educação*, n. 24, Set. /Out. /Nov. /Dez. 2003.

COENEN, L.; MOODYSSON, J. Putting constructed regional advantage into Swedish practice. *European Planning Studies*. Vol.17, Iss.4, 587-604, 2009.

COLEMAN, J. S. Social Capital in the Creation of Human Capital. In.: LESSER, L. L. *Knowledge and Social Capital: Foundations and Applications*. Boston, Butterworth Heinemann, 1999.

COLLABORATION, *Proceedings of the Conference on Computer-Supported Cooperative Work*. 26-28 September 1988, Portland, Oregon. p. 1-12.

COLLINS, H.M. O grupo de chá: redes de conhecimento tácito e científico. *Ciência Estudos*. v.

CROISSANT, Y; MILLO, G. *Linear Models for Panel Data: Package 'plm'*. Versão 1.3-1. Disponível em <http://www.R-project.org>. Acesso em: dezembro, 2012.

_____. Panel Data Econometrics in R: The plm Package. *Journal of Statistical Software*. v. 27, n. 2, julho de 2008.

DACIN, M. T.; VENTRESCA, M. J.; BEAL, B. The embeddedness of organizations: dialogue & directions. *Journal of Management*. v. 25, n. 3, p. 317-356, 1999.

DAVENPORT, Thomas H. *Ecologia da informação: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação*. São Paulo: Futura, 1998. 316p.

DAVENPORT, T; PRUSAK, L. *Conhecimento Empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DE NOOY, W., MRVAR, A., BATAGELJ, V. *Exploratory social network analysis with Pajek*. New York: Cambridge University Press, 2005.

DEGENNE, Alain, FORSÉ, Michel. *Les réseaux sociaux: une analyse structurale en sociologie*. Paris: Armand Colin, 1994.

DEVECHI, C; DIAS, E. Avaliação da Pós-graduação em Educação do Brasil: quanta verdade é suportável? *Anais da 35ª Reunião Anual da Anped*. Porto de Galinhas/PE. 21 a 24 de outubro de 2012.

DIDRIKSSON, A. La Sociedad del Conocimiento desde la Perspectiva Latinoamericana. *Memorias Del IV Encuentro de Estudios Prospectivos Región Andina: Sociedad, Educación y Desarrollo*. Medellín, ago./2003.

DRETSKE, F. I. *Knowledge and the Flow of Information*. Cambridge, MA: MIT Press, 1981.

DURSTON, John. *El capital social campesino en la gestión del desarrollo rural: diadas, equipos, puentes y escaleras*. Santiago de Chile : Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2002.

EDGE, D. Quantitative Measures of Communication in Science: a Critical Review. *History of Science* 17, 102-34, 1979.

ETZKOWITZ, H. ;LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from national systems and "mode 2" to a triple helix of university-industry-government relations. *Research Policy*. v. 29, p. 411-424, 2000.

ETZKOWITZ, H. *et al.* Innovation in innovation: the triple helix of university-industrygovernment relations. *Social Science Information*. vol.42, n. 3, p. 293-337, 2003.

_____. The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*. v.29, n. 2, fevereiro, 2000.

FACHINELLI, A. C., MARCON, C.; MOINET, N. Prática da gestão de Redes. *Comciencia - Revista Eletrônica da SBPC*, Campinas, 13 mar, 2001.

FAPESP. *Medidas para impulsionar a ciência no Brasil*. Disponível em www.agencia.fapesp.br/16332. Acesso em: 16 de outubro de 2012.

FETZ, Marcelo; DEFACCI, Fabrício Antonio; NASCIMENTO, Lerisson. Olhares Sociológicos sobre a Ciência no século vinte: mudanças e continuidades. *Sociologias*. Porto Alegre, ano 13, n. 27, p. 284-317, mai./ago. 2011.

FIGUEIRA, M.M.C. Identificação de Outliers, *Millenium* nº12 – Outubro de 1998.

FLAP, Henk D . Social Capital in the Reproduction of Inequality. *Comparative Sociology of Family, Health and Education*. v. 20, p. 6179-202, 1991.

FRAME, J.D.; CARPENTER, M.P. International Research Collaboration. *Social Studies of Science*. v.9, p. 481-497, 1979.

FREEMAN, L. Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*. Vol. 1, p. 215-239, 1979

_____. *The Development of Social Network Analysis: a study in the Sociology of Science*. Vancouver, Empirical Press, 2004.

GARFIELD, E. The use of journal impact factors and citation analysis for evaluation of science. 41st Annual Meeting of the Council of Biology Editors, 1998.

GARRIDO FILHO, E.R. A construção da Teoria Institucional nos Estudos Organizacionais no Brasil: o período de 1993-2007. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Administração. Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR, 2008.

GARTON, L.; HAYTHOMTHWAITE, C.; WELLMAN, B. (1997). Studying online social networks. v.3, n.1. Disponível em: <<http://jcmc.indiana.edu/vol3/issue/garton.html>>. Acesso em: 27 de agosto de 2009.

GIBBONS, M. LIMOGES, C., NOWOTNY, H., SCWARTZAN, S., SCOTT, P., TROW, M. The New Productions of Knowledge. *The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. Sage Publications. Londres, Thousands Oaks: Nueva Delhi, 1994.

GLAESER, Edward; LAIBSON, David; SACERDOTE, Bruce. An economic approach to social capital. *Economic Journal*. Oxford, v. 112, n. 483, p. 437-458, nov. 2002.

GNYAWALI, D., MADHAVAN, R. Cooperative Networks and Competitive Dynamics: a structural embeddedness perspective. *Academy of Management Review*. v.26, n.3, pp. 431-445, 2001.

GORDON, M. D. A Critical Reassessment of Inferred Relations Between Multiple Authorship, Scientific Collaboration, the Production of Papers and their Acceptance for Publication. *Scientometrics*. v. 2, p. 193-210, 1980.

GRANOVETTER, M. Economic action and social structure: the problem of embeddedness. *American Journal of Sociology*. Chicago, v. 91, n. 3, nov. 1985.

_____. The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*. v. 78, n. 6, p. 1360-1380, 1973.

GRUPOS DE PESQUISA do Programa de Pós-Graduação em Química da UFBA. Disponível em: <http://www.prppg.ufba.br/sisgrupos/grupos_unidades/unidade28.html> Acesso em: 13 abr. 2013.

HAGSTROM, W.O. *The Scientific Community*. Basic Books, Inc., New York, 1965.

HANNEMAN, R. A.; RIDDLE, M. *Introduction to Social Network Methods*. Riverside: University of California, 2005. Disponível em: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/index.html>.

HAIR Jr., Joseph; ANDERSON, Ralph; TATHAM, Ronald; BLACK, Willian. *Multivariate data analysis*. 17ed. PrenticeHall, 2009.

- HAMEL, G., PRAHALAD, C.K. Seeing the Future First. *Fortune*. p. 64-8, set. 1994.
- HESSEN, J. *Teoria do conhecimento*. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- HILL, C. *et al. Econometria*. São Paulo: Saraiva, 1999.
- _____.; GRIFFITHS, W.E.; JUDGE, G.G. *Econometria*. São Paulo: Saraiva, 1999.
- HISTÓRICO do Programa de Pós-Graduação em Química da UFBA. Disponível em: <<http://www.twiki.ufba.br/twiki/bin/view/Quimica/HistoricoPos#>> Acesso em: 22 abr. 2013.
- HOCH, PK. Migration and the Generation of New Scientific Ideas. *Minerva*. v. 25, p. 209-37, 1987.
- HOCKING, R. R. *Methods and applications of linear models regression and the analysis of variance*. 2nd ed. Wiley and Sons, inc, 2003.
- HOECHLE, D. *Robust Standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence*. First Draft. University of Basel. 2007. Disponível em http://fmwww.bc.edu/repec/bocode/x/xtscc_paper.pdf.
- HSIAO, C. *Analysis of Panel Data*. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.
- IBRAHIM, M. A. (Org.). The case-control study: Consensus and controversy. [Número especial]. *Journal of Chronic Diseases*. 32(1), 1-144, 1979.
- IPEA. Nota Técnica: Avaliação das Políticas de Incentivo à P&D e Inovação Tecnológica no Brasil. Julho, 2009. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/pdf/Nota_Tecnica_julho20094.pdf. Acesso em 18 fev. 2013.
- IPIRANGA, A.S.R.; ALMEIDA, P.C.H. O tipo de Pesquisa e a Cooperação Universidade, Empresa e Governo: uma análise na rede nordeste de Biotecnologia. *O&S*. Salvador, v. 19, n.60, p.17-34. jan./mar. 2012.
- JACOB, M. Utilization of social science knowledge in science policy: systems of innovation, triple helix and vinnova. *Social Science Information*. vol.45, n.3, p. 431-462, 2006.
- JOIA, L.A. Geração de modelos teóricos a partir de estudos de casos múltiplos: da teoria à prática. In.: VIEIRA, M.M.F. e ZOUAIN, D.M. (orgs). *Pesquisa qualitativa em Administração*. São Paulo: FGV. p.123-150, 2004.
- KATZ, J; MARTIN, Ben R. What is Research Collaboration? *Research Policy*.v.26, p.1-18, 1997.
- KAZMIER, L. J. *Estatística Aplicada à Economia e Administração*. 4ed. São Paulo: Bookman, 2007.
- KIMURA, E. ABE&M e fator de impacto. *Arq. Bras. Endocrinol Metab*. 2008.

KOGUT, B.; WALKER, G. The small world of firm ownership and acquisitions in Germany from 1993 to 1997: the durability of national networks. *American Sociological Review*. v. 66, n. 3, p. 317-335, 2001.

KRACKHARDT, D. Assessing the political landscape: structure, cognition, and power in organizations. *Administrative Science Quarterly*. v. 35, n. 2, p. 342-369, 1990.

KRAUT,R; EGIDO, C. Patterns of Contact and Communication in Scientific Research collaboration. Proceedings of the 1988 ACM conference on Computer-supported cooperative work. ACM, 1988.

LAVE, J; WENGER, E. *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge: University of Cambridge Press, 1991.

LAZZARINI, S. G. Mudar tudo para não mudar nada: análise da dinâmica de redes de proprietários no Brasil como 'mundos pequenos'. *RAE Eletrônica*. v. 6, p. 6, 2007.

LE COADIC, Yves- François. *A Ciência da Informação*. Brasília: Briquet de Lemos, 2004.

LEITE, F. *Gestão do conhecimento científico no contexto acadêmico: proposta de um modelo conceitual*. Dissertação de mestrado, 240 p. Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação, Universidade de Brasília. Brasília, 2006.

LEITE, F.; COSTA, SELY. Gestão do conhecimento científico: proposta de um modelo conceitual com base em processos de comunicação científica. *Ciência da Informação*. v. 36, no. 1. Brasília. Jan./abr., 2007.

LEYDESDORFF, L. The triple helix model and the study of knowledge based innovation Systems. *International Journal of Contemporary Sociology*. vol. 12, n 1, 1-16, 2005.

_____, ETZKOWITZ, H. The triple helix as a model for innovation studies. *Science and Public Policy*. v. 25, n. 3, 195-203, 1998.

LIBERT, Barry. *We Are Smarter Than Me*. Pearson Prentice Hall. 1 edition, 2007.

LI-CHUN, Y., KRETSCHMER, H., HANNEMAN, R. A., & ZE-YUAN, L. Connection and stratification in research collaboration: an analysis of the COLLNET network. *Information Processing & Management*. 42(6), 1599-1613, 2006.

LIN, N. *Social Capital: A theory of social structure and action*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

LIU, X., BOLLEN, J., NELSON, M. L., & VAN de SOMPEL, H. Co-authorship networks in the digital library research community. *Information Processing & Management*. 41(6), 1462-1480, 2005.

LOPES, F; BALDI,M. Redes como Perspectiva de Análise e como Estrutura de Governança. *RAP*. Rio de Janeiro. 43(5):1007-1035, set./out. 2009

MACHADO NETO, Antonio Luis. *Formação e Temática da Sociologia do Conhecimento*. São Paulo: Convívio: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1979.

MANNHEIM, K. *Ideologia e Utopia: uma introdução à sociologia do conhecimento*. 3ed. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1976.

MARKOVSY, B., WILLER, D.; PATTON, T. Power relations in exchange networks. *American Sociological Rev.* 53 220-236, 1988.

MARQUES, F. *Um País, dois modelos*. Pesquisa Fapesp 199. p. 34-37. Set/2012.

MARQUES, L.D. *Modelos Dinâmicos com dados em painel: revisão de literatura*. Centro de Estudos Macroeconômicos e Previsão (CEMPRE) – Faculdade de Economia do Porto. Outubro, 2000.

MARSDEN, P.V. Restricted access in networks and models of power. *American J. of Soc.* 88(4) 686- 717, 1983.

MARTELETO, R.M. Análise de redes sociais: aplicação nos estudos de transferência da informação. *Ciência da Informação*. 30(1), 71-81, 2001.

_____, SILVA, A.B.O. Redes e capital social: o enfoque da informação para o desenvolvimento local. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 33, n. 3, p.41-49, set./dez. 2004.

MATYAS, L.; SEVESTRE, P. (eds.). *The Econometrics of Panel Data*. Springer Verlag, Third Completely New Edition, 954 pp, 2008.

MCGARRY, K. J. *O contexto dinâmico da informação: uma análise introdutória*. Brasília: Briquet de Lemos, 1999. 206p.

MEADOWS, A., O'CONNOR, J. Bibliographic Statistics as a Guide to Growth Points in Science. *Science Studies*. 1, 95-99, 1971.

MELLO, A.F. *Globalização, sociedade do conhecimento e educação superior: os sinais de Bolonha e os desafios do Brasil e da América Latina*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. 332 p.

MERTON, Robert K. Science and the Social Order. In *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Ed. Norman W. Storer. Chicago: University of Chicago Press, 1973.

_____. *Sociological Ambivalence and Other Essays*. The Free Press. New York, 1976.

_____. The Ambivalence of Scientists. In.: KAPLAN, N. (ed.) *Science and Society*. Chicago: Rand McNally & Co, pp. 112-32. 1965.

MILGRAM, S. The small word problem. *Psychology Today* 2, 60-67, 1967.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia: recursos aplicados. Tabela 8.1.5. 2012. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2076.html>. Acesso em: 18 fev.2013.

MIRANDA, R. C. R. *Gestão do conhecimento estratégico: uma proposta de modelo integrado*. 268p. Tese (Doutorado em Ciência da Informação). Universidade de Brasília: Departamento de Ciência da Informação, 2004.

MOODY, J. The structure of a social science collaboration network: disciplinary cohesion from 1963 to 1999. *American Sociological Review*. 69(2), 213-238, 2004.

MULET, J. La Universidad origen de conocimiento tecnológico para la innovación. In: TOLEDO, F. *et al. Universidad y Economía em Europa*. Madri: Universidad Jaume I; Editorial Tecnos, 2006.

MULKAY, C.F.M. Cultural Growth in Science, reprinted in B. Barnes (ed.) *Sociology of Science*. Harmondsworth: Penguin, pp. 126-42, 1972.

NARIN, F; WHITLOW, E. S. *Measurement of Scientific Cooperation and Coauthorship in CEC-related Areas of Science*. (Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, Report EUR 12900, 1990.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. Science and Engineering Indicators 2012. Disponível em www.nsf.gov/statistics/seind12. Acesso em: 16 fev. 2013.

NEWMAN, M. E. J. The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of National Academic Sciences*. 98(2), 404-409, 2001.

NONAKA, I; TAKEUCHI, H. *Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

NOSELLA, Paolo. A pesquisa em educação: um balanço da produção dos programas de pós-graduação. *Revista Brasileira de Educação*. vol. 15, n. 43, jan./abr. 2010, p. 177-183.

NUDELMAN, A. E; LANDERS, E. The Failure of 100 Divided by 3 to Equal 331/3. *The American Sociologist*. 7 (1972) 9.

OTTE, E., & ROUSSEAU, R. Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science*. 28(6), 441-453, 2002.

PATTON, M. Q. Paradigms and pragmatism. In.: D. M. FETTERMAN (ed.). *Qualitative approaches to evaluation in education: the silent scientific revolution*. N.Y.: Praeger, p. 116-137, 1988.

PINTO, A.C.; ANDRADE, J.B. Fator de impacto de revistas científicas: qual o significado deste parâmetro? *Quim. Nova*. 22, 448-453, 1999.

PLONSKI, Guilherme Ary. Cooperação empresa-universidade: antigos dilemas, novos desafios. *Revista USP: Dossiê Universidade-Empresa*. São Paulo. v. 25, p. 32-41, 1995.

POLANYI, K. Our obsolete market mentality: civilization must find a new thought pattern. *American Jewish Committee*. v. 3, n. 2, p. 109-117, 1947.

_____. The Republic of Science, its Political and Economic Theory. In.: *Shils*. p.1-21, 1968.

POWELL, W. W. E SMITH-DOER, L. Networks and economic life. In: SMELSER, N. J.; SWEDBERG, R. *The handbook of economic sociology*. Princeton University Press, 1994.

PUTMAN, R.P. *Make Democracy Work: civic traditions in modern Italy*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1993.

ROCHA e SILVA M. Reflexões críticas sobre os três erres, ou os periódicos brasileiros excluídos. *Rev. Bras. Cir. Cabeça Pescoço*. v.40. n. 1, jan./fev./mar. 2011.

ROSSONI, L. Agência socialmente imersa em redes mundos pequenos: uma análise multinível da produtividade acadêmica. EPQ1 – *EnANPAD*, 2009.

_____, GARRIDO FILHO, E. Cooperação entre programas de pós-graduação em Administração no Brasil: evidências estruturais em quatro áreas temáticas. *RAC*, Curitiba, v.13, n.13, art.2, p.366-390, jul./ago.2009.

_____, MACHADO-DA-SILVA, C. L. Centralidade, produtividade e escolha preferencial: o papel da agência na construção do conhecimento científico em organizações e estratégia no Brasil. In.: EnEO 2008 - Encontro de Estudos Organizacionais, Belo Horizonte, 2008. *Anais do EnEO 2008 - Encontro de Estudos Organizacionais*. Rio de Janeiro: ANPAD. v. 1. p. 01-16, 2008.

ROSSONI, L.; MACHADO-DA-SILVA, C. L. A Construção Social do Conhecimento em Campos Científicos: análise institucional e a configuração de mundos pequenos. *XXXI Encontro da ANPAD*. Rio de Janeiro, 22 a 26 de setembro de 2007(b).

_____. Análise Institucional da Construção do Conhecimento Científico em Mundos Pequenos. *Faces (FACE/FUMEC)*. v. 7, n.1, p. 25-43, jan./mar. 2008.

_____. Coesão Estrutural e Construção do Conhecimento Científico no Campo da Estratégia. *III Encontro de Estudos em Estratégia*. São Paulo, 9 a 11 de maio de 2007(a).

ROSSONI, L.; HOCAYEN-DA-SILVA, A.; FERREIRA JUNIOR, I. Estrutura de Relacionamento entre Instituições de Pesquisa do Campo de Ciência e Tecnologia no Brasil. *RAE*. v. 48, n 4.

ROWLEY, T., BEHRENS, D. KRACKHARDT, D. Redundant Governance structures: an analysis of structural and relational embeddedness in the steel and semiconductor industries. *Strategic Management Journal*. 21: 369-386, 2000.

SÁBATO, J.; BOTANA, N. *La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina*. 1968. Disponível em: http://docs.politicasci.net/documents/Teoricos/Sabato_Botana.pdf. Acesso em: 06 fev. 2013.

SALOMON, J.-J. *Science et politique*. Paris: Editions du Seuil, 1970.

SAVIOTTI, Pier Paolo. On the dynamics of appropriability, of tacit and of codified knowledge. *Research Policy*. Elsevier, vol. 26(7-8), p. 843-856, Apr./1998.

SciELO. Disponível em <http://www.scielo.com/>. Acesso em: 27 ago. 2011

SCImago. SJR — SCImago Journal & Country Rank. Disponível em <http://www.scimagojr.com>. Acesso em: 08 fev. 2013.

SENKER, J. *The contribution of tacit knowledge to innovation*. Cognition, Communication and Interaction. Springer London, p. 376-393, 2008.

SILVA, S. L. Gestão do conhecimento: uma revisão crítica orientada pela abordagem da criação do conhecimento. *Ciência da Informação* v. 33, n. 2, p. 143-151. Brasília: mai./ago., 2004.

SKYRME, David. Tecendo redes de conhecimento. *Revista Inteligência Empresarial*. Riode Janeiro, n. 15, abr. 2003.

SMITH, M. (1958). The Trend Toward Multiple Authorship in Psychology. *American Psychologist*. 13, 596-99, 1958.

SOLLA PRICE, D. J. *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press, 1963

_____ ; BEAVER, D.B. Collaboration in an Invisible College. *American Psychologist*. 21 (1966) 1011-18.

STEFANIAK, B. Individual and Multiple Authorship of Papers in Chemistry and Physics. *Scientometrics*. v.4, p. 331-37, 1982.

STOCKS, T. D; HARTLEY, J.A. Coauthorship, Social Structure and Influence Within Specialties. *Social Studies of Science*. v.19, 'p. 101-25, 1989.

STORER, N.W. The Internationality of Science and Nationaliry of Scientists. *International Science Journal*. v. 22, p.87-104, 1970.

SUBRAMANYAM, K. Bibliometric Studies of Research Collaboration: a Review. *Journal of Information Science*. n 35, 1983.

TEIXEIRA FILHO, J. *Gerenciando o conhecimento: como a empresa pode usar a memória organizacional e a inteligência competitiva no desenvolvimento dos negócios*. Rio de Janeiro: Ed. SENAC, 2000.

THE Economist (2012). "R&D Spending". Disponível em <http://www.economist.com/blogs/graphicdetail/2012/10/focus-7>. Publicado em 30 out. 2012. Acesso em 13 fev. 2013.

THOMSON REUTERS. Disponível em <http://thomsonreuters.com>. Acesso em: 27 ago. 2011.

TOMAÉL, M. I.; MARTELETO, R. M. Redes sociais: posições dos atores no fluxo da informação. *Enc. Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.* Florianópolis. n. esp., 2006.

UNESCO. *GERD as a percentage of GDP and GERD per capita*. Table 26 e 27. Disponível em <http://stats.uis.unesco.org/unesco/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=2656>. Acesso em 17/02/2013.

UZZI, B. Social Structure and competition in interfirm networks: the paradox of embeddedness. *Administrative Science Quarterly*. 42, pp.35-67, 1997.

VARANDAS, M; REGO, R; FONTES, B; EICHNER, K. A Análise de redes sociais no mundo lusófono: contributos para o conhecimento de uma comunidade científica em desenvolvimento. *REDES – Revista hispana para el análisis de redes sociales*. Vol. 22, #7, Junio, 2012.

VILMÁNYI, M. e PINTÉR, E. *Segmentation of network competence elements in the sphere of public utilities service provider companies*. University of Pécs, Faculty of Business and Economics, Pécs, Hungary, Disponível em <http://www.impgroup.org/uploads/papers/4439.pdf>. Acesso em 27 abr. 2009.

WAGNER, C.S.; LEYDERSDORFF, L. “Measuring the globalization of knowledge networks”, Paper presented at “Blue Sky II 2006”: *What Indicators for Science, Technology and Innovation Policies in the 21st. Century*, Paris, OECD, 2006.

_____.; LEYDERSDORFF, L. Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. *Research Policy*. 34(10), 1608-1618, 2005.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

WATTS, Duncan J. Networks, Dynamics, and Small-World Phenomenon. *American Journal of Sociology*. v. 105, n. 2, p. 493-527, September 1999a.

WATTS, Duncan J. *Small Worlds: the dynamics of networks between order and randomness*. Princeton: Princeton University Press, 1999b.

_____. The “New” Science of Networks. *Annual Review of Sociology*. v. 30, p. 243-70, 2004.

_____.; STROGATZ, Steven H. Collective Dynamics of “Small-World” Networks. *Nature*. v. 393, p. 440-442, June 1998.

WERSIG, G.; NEVELING, U. The phenomena of interest to Information Science. *Information Scientist*, v. 9, n. 4, 1975.

WHITE, H . A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix and a Direct Test for Heteroskedasticity. *Econometrica*. v. 48, p. 817–838, 1980.

WOOLDRIDGE, J.M. *Econometric analysis of cross section and panel data*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2002.

WUCHTY, Stefan; JONES, Benjamin; UZZI, Brian. The Increasing Dominance of Teams

in Production of Knowledge. *Science*. USA. v. 316, p. 1036-1039, 18 May 2007.

YIN, R. *Case study research: Design and methods* (Rev. ed.). Beverly Hills: CA: Sage Publishing, 1989.

ZUKIN, S., DIMAGGIO, P. *Structures of Capital: the social organization of the economy*. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1990.

Anexo A: Percentual do PIB destinado ao Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) por país (2009)

País	P&D/PIB (%)
Israel	4,46
Finlândia	3,93
Suécia	3,60
Coréia do Sul	3,56
Japão	3,36
Dinamarca	3,06
EUA	2,90
Alemanha	2,82
Áustria	2,72
Singapura	2,43
França	2,26
Bélgica	2,03
Canada	1,92
Eslovênia	1,86
Reino Unido	1,86
Holanda	1,82
Noruega	1,78
Irlanda	1,74
China	1,70
Luxemburgo	1,66
Portugal	1,64
República Tcheca	1,48
Estônia	1,43
Espanha	1,39
Nova Zelândia	1,30
Itália	1,26
Rússia	1,25
Hungria	1,17
Brasil	1,17
Tunísia	1,10
Sérvia	0,92
Ucrânia	0,86
Turquia	0,85
Lituânia	0,84
Croácia	0,83
Hong Kong	0,79
Polônia	0,67
Bielorrússia	0,64
Gabão	0,64
Cuba	0,61

Argentina	0,60
Malta	0,54
Costa Rica	0,54
Bulgária	0,53
Moldávia	0,53
Porto Rico	0,49
Chipre	0,49
Eslováquia	0,48
Romênia	0,48
Paquistão	0,46

Fonte: UNESCO (2013)

Anexo B : Número de artigos publicados e indexados pelo *Scopus* por área, 1996-2011.

Área	total
Medicina	7.015.153
Engenharia	3.086.102
Bioquímica, genética e biologia molecular	2.813.426
Física e Astronomia	1.930.339
Ciências Agrárias e Biológicas	1.817.744
Química	1.713.502
Ciências de Materiais	1.526.532
Ciência da Computação	1.178.858
Ciências Sociais	1.025.298
Ciências Planetária e da Terra	1.001.622
Matemática	985.620
Engenharia Química	978.177
Ciência do Meio Ambiente	907.411
Imunologia e Microbiologia	785.977
Farmacologia e Toxicologia	685.523
Administração e Contabilidade	483.801
Neurociência	463.589
Artes e Humanidade	416.068
Energia	367.562
Psicologia	349.959
Enfermagem	278.310
Economia, Econometria e Finanças	260.036
Multidisciplinaridade	256.699
Veterinária	210.068
Profissões da Saúde	169.200
Ciências Decisórias	113.245
Odontologia	108.100

Fonte: SCImago (2013)

Anexo C: Número de artigos brasileiros publicados e indexados pelo *Scopus*, por área (1996-2011)

Classificação	Área	Número de Artigos	% do Total
1	Medicina	94.733	20,56
2	Ciências Agrárias e Biológicas	64.492	14,00
3	Bioquímica, Genética e Biologia Molecular	37.347	8,10
4	Física e Astronomia	34.362	7,46
5	Química	27.556	5,98
6	Engenharia	26.297	5,71
7	Ciência dos Materiais	18.963	4,12
8	Imunologia e Microbiologia	18.956	4,11
9	Matemática	17.407	3,78
10	Terra e Ciências Planetárias	14.820	3,22
11	Ciência Ambiental	13.503	2,93
12	Chemical Engineering	11.832	2,57
13	Farmacologia, toxicologia e Farmacêutica	10.670	2,32
14	Veterinário	10.532	2,29
15	Ciência da Computação	10.362	2,25
16	Neurociência	8.989	1,95
17	Ciências Sociais	8.147	1,77
18	Odontologia	7.489	1,63
19	Psicologia	4.144	0,90
20	Energia	4.072	0,88
21	Enfermagem	3.925	0,85
22	Artes e Humanidades	2.340	0,51
23	Profissões de Saúde	2.239	0,49
24	Multidisciplinar	2.081	0,45
25	Gestão, Administração e Contabilidade	1.938	0,42
26	Economia, Econometria e Finanças	1.857	0,40
27	Ciências da Decisão	1.757	0,38
	Total	460.810	100

Fonte: SCImago (2013)

Anexo D: Projetos do Programa de Pós-graduação em Química da UFBA (1998 e 2009):

• Área de Concentração: Física Atômica e Molecular

Linha de Pesquisa: Catálise

- Ancoragem de metalocenos
- Aplicações catalíticas de metais suportados sobre óxidos básicos
- Catalisadores alternativos para a reação de deslocamento de CO
- Catalisadores alternativos para a reação de HTS
- Catalisadores de metalocenos para polimerização
- Catalisadores de metalocenos para polimerização de etileno
- Catalisadores de metalocenos para polimerização de olefinas
- Catalisadores de shift de CO com baixa formação de metanol
- Catalisadores HPA na isomerização de Buteno-1
- Catalisadores metalocêntricos para polimerização de olefinas
- Catalisadores multimetálicos para reações de isomerização e reforma de hidrocarbonetos
- Catalisadores para isomerização de butenos
- Catalisadores para a produção do estireno
- Catalisadores para a reforma de nafta
- Combustão catalítica do gás natural em turbinas a gás, utilizando hexaaluminatos
- Combustão catalítica do metano
- Combustão do metano em turbinas a gás utilizando catalisadores hexaaluminatos
- Combustão do metano em turbinas a gás utilizando catalisadores de paládio suportado em g-alumina
- Conversão catalítica de derivados de petróleo e de gás natural em fase supercrítica
- Decomposição e redução de óxidos de nitrogênio e óxido nítrico e oxidação da amônia
- Deposição eletroquímica sem corrente externa na preparação de catalisadores de paládio suportados
- Desenvolvimento de catalisador a nível de bancada para reforma a vapor
- Desenvolvimento de catalisadores comerciais
- Desenvolvimento de catalisadores em escala piloto para a reforma de gás natural
- Desenvolvimento de catalisadores industriais
- Desenvolvimento de catalisadores para a geração de hidrogênio a partir de gás natural ou nafta de petróleo
- Desenvolvimento de catalisadores para a geração e melhoria da qualidade de combustíveis / CATCOMB
- Desenvolvimento de catalisadores para a produção de hidrogênio de alta pureza
- Desenvolvimento de catalisadores para a proteção ambiental
- Desenvolvimento de catalisadores para a redução da emissão de poluentes gasosos de fontes estacionárias da indústria do petróleo
- Desenvolvimento de catalisadores para a reforma de nafta
- Desenvolvimento de catalisadores para células a combustível
- Desenvolvimento de catalisadores suportados metalocênicos
- Desenvolvimento de catalisadores trimetálicos para a produção de compostos aromáticos
- Desenvolvimento de catalisadores trimetálicos para a reforma de nafta
- Desenvolvimento de células a combustíveis do tipo PEM e SOFC
- Desenvolvimento de tecnologia alternativa a produção de MTBE
- Determinação de contaminantes metálicos na gasolina
- Gases de exaustão de veículos movidos a álcool: perfil e abatimento das concentrações de alcoóis, aldeídos e ácidos carboxílicos e o seu impacto na atmosfera
- Geração fotocatalítica de hidrogênio
- Geração de hidrogênio por reforma catalítica do metano
- Heterogeneização de catalisadores metalocenos: Estudo das interações metaloceno-suporte
- Hidrogenação de aromáticos em diesel, na presença de contaminantes
- Isomerização de butenos lineares
- Materiais avançados para a proteção de dutos (rede multitarefas de materiais avançados)
- Metalocenos encapsulados em suportes zeolíticos
- Modelagem e simulação de reatores catalíticos heterogêneos
- Modernização do grupo de estudos em cinética e catálise
- Novos catalisadores para a polimerização de olefinas
- Otimização do processo de reforma catalítica (Estudos de desativação dos catalisadores)
- Potencialização de cargas de baixo valor agregado por reações de transalquilação
- Produção de hidrogênio de alta pureza a partir do gás natural
- RECATPOL: Avaliação em polimerização de etileno do sistema C

- RECSPOL
- Rede cooperativa de desenvolvimento de nanocatalisadores
- Rede de tecnologia em catalise e síntese de poliolefinas
- Reforma a vapor de óleos residuais e geração de hidrogênio: estudo exploratório da preparação do catalisado
- Regeneração de catalisadores de desidrogenação de parafinas
- RESUDEC: Rede sul-americana de desenvolvimento de catalisadores
- Síntese de materiais zeolíticos para uso em catálise
- SINTMENZEO: Síntese de membranas zeolíticas e compósitas para a separação de hidrocarbonetos e recuperação de hidrogênio
- Utilização do gás natural na combustão catalítica

- **Área de Concentração: Físico Química**

- **Linha de Pesquisa: Cinética e Dinâmica Moleculares**

- Alinhamento molecular em jatos líquidos
- Caracterização não-destrutiva da degradação microestrutural de materiais associados às propriedades mecânicas
- Cinética e dinâmica da interface gás-líquido
- Desenvolvimento de um feixe molecular supersônico pulsado
- Desenvolvimento de revestimento interno contendo sinalizador luminescente e de instrumentação básica para monitoramento de erosão em ductos de produção
- Dinâmica e cinética de fotofragmentação multi e monifotônica em feixes moleculares
- Dinâmica de reações químicas induzidas por fótons de alta energia
- Dynamics of photochemical processes relevant to microfabrication: laser and synchrotron radiation characterization of the excitation and dissociation of materials
- Espectroscopia fotoacústica em líquidos
- Estudo de difusão molecular em meios porosos utilizando a espectroscopia fotoacústica
- Estudo do fenômeno de parafinação em jazidas de petróleo – via micromodelagem laboratorial e avaliação de métodos físico-químicos e microbiológicos de desparafinação de reservatórios
- Grupo de fotoquímica
- Laboratório de cinética e dinâmica moleculares – Lab 216B
- Parafinação a nível molecular em campos maduros: reservatório, fingerprints e transporte ductoviário
- PROCAD – Estudos fotoquímicos e fotofísicos no estado estacionário e resolvidos no tempo de substâncias orgânicas

- **Área de Concentração: Físico Química**

- **Linha de Pesquisa: Química de Polímeros**

- Estudo da adesão de PS a superfícies de metal e vidro
- Estudo de sistemas poliméricos de interesse industrial e biomédico
- Modificação e caracterização de superfícies de polietileno
- Polimerização do eteno com metalocenos

- **Área de Concentração: Química Analítica**

- **Linha de Pesquisa: Química Ambiental**

- Atlas sócio ambiental do Recôncavo Baiano
- Avaliação do impacto socioambiental da atividade garimpeira, causado por emissões de mercúrio na atmosfera
- CNPq – RECOMBIO Rede de Combustão de Biocombustíveis do Nordeste
- Comportamento de compostos iônicos no meio ambiente: atmosfera e águas
- CT-Petro / CNPq / 2003: Emissões veiculares de diesel e gasolina: avaliação de formulações com bioderivados e impacto na qualidade do ar de grandes centros urbanos
- Desenvolvimento de dispositivo caseiro para dessalinização de água salobra para dessedentação humana
- Desenvolvimento de métodos ativos e passivos para monitoramento no Recôncavo Baiano
- Desenvolvimento de protocolo analítico ativo e passivo para poluentes orgânicos com aplicação na área industrial
- Desenvolvimento de sistema de abatimento de gás sulfídrico atmosférico –ABATGAS
- Desenvolvimento de técnicas passivas e automáticas para monitoração ambiental
- Determinação de compostos carbonílicos em amostras de vinho por cromatografia líquida de alta eficiência
- Dinâmica e reatividade de metais traços na Baía de Todos os Santos, Bahia
- Distribuição de alquebenzenos lineares em sedimentos da Baía de Todos os Santos
- Distribution of organochloride and organophosphorus pesticides in different environmental compartments

- Emissões de gases reduzidos de enxofre de ecossistemas naturais e de atividades antropogênicas na Bahia, Brasil
- Estudo das reações de gases e aerossóis atmosféricos
- Estudo do equilíbrio redox Sn(II) – Sn(IV) em solução aquosa e presença de Cu(II) e SO₂
- Estudo sobre agentes carcinogênicos/ genotóxicos no Pólo Petroquímico de Camaçari
- Gases de exaustão de veículos movidos a álcool: perfil e abatimento das concentrações de alcoóis, aldeídos e ácidos carboxílicos e o seu impacto na atmosfera
- Gerenciamento dos recursos hídricos do semiárido do Estado da Bahia. Subprojeto: Enquadramento de Rio Intermitente – Caso de Estudo Rio Salitre
- Interações físicas e químicas entre a biosfera e a atmosfera da Amazônia no experimento LBA
- Metanol e etanol: estudo de reatividade e efeito na formação de ozônio e nitrato de peroxiacetila (PAN) na atmosfera urbana
- Pesticidas organoclorados na Baía de Todos os Santos
- Projeto REVIZEE
- Protocolos de avaliação da qualidade de ambientes estuarinos impactados por atividades petrolíferas – PROAMB
- Qualidade de água e saúde: Avaliação e impacto no semiárido baiano
- Química para a segurança e agregação de valor a alimentos
- Reação de ozonilise de olefinas em fase gasosa
- Rede de abatimento de poluentes atmosféricos: aplicação a poços desativados de campos maduros de petróleo
- Rede para abatimento de poluentes químicos atmosféricos: REAPA
- Redução de gás sulfídrico na comunidade de buracica – REDGás
- Subprojeto de qualidade atmosférica do projeto avaliação de algumas estratégias de gestão ambiental do Pólo Petroquímico de Camaçari
- **Área de Concentração: Química Analítica**
- Linha de Pesquisa: Química Analítica Aplicada**
- Aplicação de reagentes orgânicos em análise inorgânica
- Automação de análise seletoras e discriminatórias (screening analysis)
- Avaliação da conformação de proteínas pela retenção de múltiplas espécies metálicas potencialmente tóxicas e essenciais ao organismo humano
- Avaliação da formação de goma em gasolinas automotivas
- Avaliação da qualidade de combustíveis automotivos através do monitoramento de contaminantes inorgânicos
- Cooperação internacional / convênios bilaterais / edital 44/2005 – projetos conjuntos de P&D&I / Cuba – CNPq / CITMA – Estudo físico-químico de azeites ozonizados
- Desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de nitrogênio total pelo método Kjeldahl utilizando energia de microondas
- Desenvolvimento de metodologias para a detecção seletiva de marcadores em combustíveis
- Desenvolvimento de procedimentos de análise de metais assistidos por radiação ultrassônica
- Desenvolvimento de sistema em fluxo para a determinação de acetaldeído e ácido acético em combustíveis
- Determinação de traços de metais em matrizes com alto teor em ferro por espectrometria atômica
- Determinação do teor de biodiesel na mistura com diesel mineral empregando espectroscopia na região do infravermelho e calibração multivariada
- Edital CNPq 19/2004 – Universal – Avaliação da qualidade de leite produzido na Bahia: Determinação de resíduos de inseticidas organofosforados
- Efeito do ultrassom na determinação espectrofotométrica de íons metálicos
- Espectrometria atômica de íons metálicos em diferentes matrizes em ICP–AES
- Estudo das condições de determinação de uma série de íons metálicos em diferentes matrizes empregando espectrometria atômica
- Exploração da geração soniquímica de reagentes em procedimentos de análises químicas
- Geração de reagentes pela degradação sonoquímica de efluentes e suas aplicações em sistemas automatizados
- Geração sonoquímica de reagentes
- Instrumentação e aplicações da espectroscopia no infravermelho próximo
- Instrumentação e metodologias espectroanalíticas
- MCT / FINEP 04/2003 Edital CT–Infra equipamentos multiusuários
- MCT / CNPq / FAPESB no. 003/2003 – PRONEX
- Modificação técnica da planta piloto para produção de biodiesel segundo norma ANP

- Novas estratégias para tratamento de amostras
- PADCT / CTInfra / Edital MCT / CNPq / PADCT Região Nordeste
- Produção de hidreto de selênio sob a ação de ultrassom
- Rastreabilidade de nutrientes e contaminantes nos procedimentos de análise da qualidade de alimentos

- **Área de Concentração: Química Analítica**

- **Linha de Pesquisa: Oceanografia Química**

- Determinação de metais traço e controle de qualidade de invertebrados marinhos: subsídios para a melhoria da condição socioeconômica da comunidade extrativista do Rio Subaé
- Espécies indicadoras de qualidade ambiental da Baía de Todos os Santos, BA
- Monitoramento oceanográfico das áreas de risco a derramamento de óleo – Costa Central da Bahia
- Simulação da circulação costeira e avaliação de derramamentos de óleo na Costa do Dendê (SACODE)
- Tributários da Baía de Todos os Santos: Caracterização, fluxos de metais e material em suspensão e sua influência na hidrogeoquímica da baía.

- **Área de Concentração: Química Orgânica**

- **Linha de Pesquisa: Química de Produtos Naturais**

- Aproveitamento do potencial biológico da flora da Bahia
- Aproveitamento do potencial biológico da flora do Estado da Bahia: Estudos biomonitorados em produtos naturais
- Biomonitoramento para busca de novas substâncias com atividades antimicrobianas de origem natural e/ou sintética
- Busca de novas substâncias bioativas de extratos polares de plantas medicinais da Bahia
- Busca de substâncias antifúngicas e antibacterianas em extratos e em óleos voláteis de plantas na Bahia
- Busca de substâncias bioativas de espécies das Famílias Clusiaceae e Myrtaceae
- Estudo da composição química de algas coletadas no Litoral da Bahia
- Estudo da composição química de óleos voláteis extraídos de plantas coletadas no Estado da Bahia
- Estudo de plantas medicinais do Estado da Bahia
- Extração de produtos agro-alimentares de alto valor agregado usando fluido supercrítico – AGRONEX
- Estudo e aproveitamento dos recursos naturais vegetais do Estado da Bahia
- Estudo fitoquímico de espécies da Família Guttiferae
- Estudo fitoquímico de plantas com atividades anticancerígenas
- Estudo fitoquímico de plantas com atividades biológicas
- Estudo fitoquímico de plantas da Bahia monitoradas por bioensaios simples
- Estudo fitoquímico de plantas medicinais da Bahia
- Estudo fitoquímico de plantas medicinais do Estado da Bahia
- Estudo fotoquímico e avaliação da atividade biológica de espécies de Rutaceae
- Estudo químico de espécies do Gênero Mikania coletadas na Chapada Diamantina
- Estudo químico de espécies vegetais do Estado da Bahia
- Estudo químico de óleos voláteis de plantas do Estado da Bahia
- Extração de produtos agro alimentares de alto valor agregado usando fluido supercrítico – AGRONEX
- Instituto do milênio do semiárido: biodiversidade, bioprospecção e recursos hídricos
- Laboratório baiano de ressonância magnética nuclear – LABAREMN
- Rede de extração de produtos agro alimentares de alto valor agregado usando fluidos supercríticos

- **Área de Concentração: Química Orgânica**

- **Linha de Pesquisa: Sistema de Compostos Orgânicos**

- Catálise aplicada a química fina – produção de monoésteres e diésteres de poliois
- Estudo da reação de guanilação de tioureias promovida por compostos de bismuto
- Estudo de reações de glicosilação: síntese de alquilglicosídeos
- O óleo essencial de eucalyptus citriodora como matéria prima para a obtenção de produtos químicos
- Síntese e avaliação farmacológica de novos agentes anti-inflamatorios derivados do núcleo 11-Oxo, 11-Diidro
- Uso de heteropoliácidos e seus derivados como catalisadores na química fina
- Valorização química de carboidratos e de óleos vegetais tropicais

- **Área de Concentração: Química Inorgânica**

- **Linha de Pesquisa: Sistema de Compostos Inorgânicos**

- Ação do oxigênio singlete na oxidação de compostos orgânicos
- Complexos de rutênio para estudo de atividade biológica na oxidação de catecóis
- Complexos de rutênio-nitrosilo como metalodroga: Avaliação de sua atividade biológica e aplicação em terapia fotodinâmica

- Efeito químico e bioquímico de complexos de rutênio-catecolaminas na oxidação de catecóis e sobre a atividade da superóxido dismutase
- Nitrilas e isômeros nitrogênio e oxigênio de carboxamidos e carboxamidas coordenados ao rutênio (II) (III)
- Síntese, caracterização e reatividade de amins de rutênio com 1,2 dicianobenzeno e 1,4 dicianobenzeno
- Síntese, caracterização e reatividade de complexos de rutênio com macrocíclicos e ligantes heterocromáticos
- Síntese, caracterização e reatividade de complexos de rutênio (II) monucleares e polinucleares com nitrilas
- Síntese e propriedades de complexos monucleares e binucleares de rutênio (II/III)

Anexo E: Projetos do Programa de Pós-graduação em Física da UFBA (1998 e 2009)

- **Área de Concentração: Física Atômica e Molecular**

- **Linha de Pesquisa: Estrutura Eletrônica de Átomos e Moléculas**

- A interação de configuração não-ortogonal
- Bioengenharia teórica e computacional de processos e sistemas
- Desenvolvimento de um método CI multireferência
- Desenvolvimento e avaliação experimental da tecnologia de exclusão biocompetitiva para controle da biosulfetogênese na indústria do petróleo
- Espectroscopia de átomos e moléculas
- Estados eletrônicos e absorção ótica de nanoestruturas funcionalizadas em meio líquido
- Estudos de sistemas multieletrônicos em cavidades
- Métodos estocásticos aplicados ao estudo de átomos e molécula
- Modelagem e simulação de processos biomoleculares em agregados e soluções
- Não Linearidade e Instabilidade no Problema Hartree–Fock e Determinação de Múltiplas Soluções HF
- Sistemas quânticos confinados
- Teoria do funcional densidade para estados excitados

- **Área de Concentração: Física Atômica e Molecular**

- **Linha de Pesquisa: Interação de Fótons e Elétrons com Átomos e Moléculas**

- Estudo da interação de fótons na região VUV com biomoléculas em fase condensada e gasosa
- Estudos da fotofragmentação de ácidos carboxílicos na região de valência
- Estudos sobre a fotoionização de moléculas de interesse tecnológico na região UVV
- Estudos sobre a influência da correlação eletrônica no processo de espalhamento elástico de elétrons por moléculas
- Estudos teóricos do espalhamento elástico de elétrons por radicais livres na faixa de energia intermediária, com o efeito da correlação eletrônica do alvo na faixa de baixa energia e fotoionização molecular
- Estudos teóricos do processo de espalhamento de elétrons por moléculas
- Ionização molecular por impacto de elétrons

- **Área de Concentração: Física Atômica e Molecular**

- **Linha de Pesquisa: Superfícies de Energia Potencial e Dinâmica dos Núcleos de Moléculas**

- Ajuste de superfícies de energia potencial usando redes neurais
- Determinação de propriedades termodinâmicas de sistemas moleculares
- Determinação do espectro rovibracional de moléculas
- Estudo teórico da dinâmica de núcleos de moléculas
- Estudo teórico de processos de espalhamento e meio espalhamento

- **Área de Concentração: Física Atômica e Molecular**

- **Linha de Pesquisa: Física Atômica e Molecular**

- Estudo de propriedades eletrônicas e difusividade em zeólitas usando um acoplamento
- Estudo de propriedades eletrônicas e mecânicas na difusão do carbono em matrizes de CO
- Superfícies de energia potencial e dinâmica molecular

- **Área de Concentração: Física Clássica e Estatística**

- **Linha de Pesquisa: Biofísica**

- Determinação de novas estruturas de peptídeos por otimização estocástica
- Dinâmica e estabilidade de filmes lipídicos: análise linear
- Dinâmica molecular de peptídeos com atividade biológica
- Interações elétricas em filmes de lipídios: análise não-linear

- **Área de Concentração: Física Clássica e Estatística**

- **Linha de Pesquisa: Física Estatística**

- Estruturas dissipativas em reações de catálise homogênea
- Estudos de sistemas de spin em redes hierárquicas, aperiódicas e fractais
- Formulação Hamiltoniana do Modelo de Landau
- Modelamento e análise de precipitações
- Propriedades ópticas, térmicas e morfológicas de semicondutores
- Transições de fase em materiais incomensuráveis

- **Área de Concentração: Física Estatística**

- **Linha de Pesquisa: Fenômenos Não-Lineares**

- Estudo das álgebras bidimensionais

- Estudos de diferentes propriedades físicas em sistemas incomensuráveis
- Estudo de ondas de densidade de carga (CDW) em metais de transição
- Estudo teórico de defeitos estruturais da matéria I: Uma abordagem cinemática
- Estudo teórico de defeitos estruturais da matéria II: uma abordagem dinâmica auto-consistente
- Métodos teóricos alternativos aplicados a sistemas ferroelétricos, magnéticos e estruturas solitônicas

- **Área de Concentração: Física Estatística**

- **Linha de Pesquisa: Física Estatística**

- Abordagem estocástica e termodinâmica do envelhecimento de proteínas
- Estudos de sistemas de spin em redes fractais, hierárquicas com interações aperiódicas, desordenadas e de longo alcance
- Física Biológica
- Transições de fase em sistemas magnéticos desordenados

- **Área de Concentração: Física da Matéria Condensada**

- **Linha de Pesquisa: Física Atômica e Molecular**

- Análise conformacional usando métodos semi-empíricos
- Análise das ligações secundárias com o índice de ligação
- Estudo de propriedades da distribuição de carga molecular
- Estudo das propriedades moleculares de fosfolipídios
- Não linearidade e instabilidade no Problema Hartree-Fock

- **Área de Concentração: Física da Matéria Condensada**

- **Linha de Pesquisa: Física de Semicondutores**

- Estudo das propriedades estruturais e eletrônicas de sólidos e superfícies
- Propagação não-linear, dispositivos lógicos e instabilidades
- Uma nova teoria de funções de green para fótons

- **Área de Concentração: Física da Matéria Condensada**

- **Linha de Pesquisa: Gravitação e Cosmologia**

- Gravitação e Cosmologia
- Desempenho térmico de uma parede convencional

- **Área de Concentração: Física de Sólidos e Materiais**

- **Linha de Pesquisa: Aplicação de Óxidos e Semicondutores à Conversão da Energia Solar**

- Células fotovoltaicas
- Superfícies opticalmente seletivas

- **Área de Concentração: Física de Sólidos e Materiais**

- **Linha de Pesquisa: Propriedades Óticas, Térmicas e Magnéticas de Materiais**

- Espectroscopia fotoacústica e fototérmica
- Instrumentação científica e detetores

- **Área de Concentração: Física de Sólidos e Materiais**

- **Linha de Pesquisa: Semicondutores**

- Condutividade e transição metal-isolante
- Determinação de propriedades estruturais e eletrônicas de moléculas, sólidos, nanoestruturas e de superfícies mediante métodos de primeiros princípios
- Propriedades ópticas, térmicas e morfológicas de semicondutores e outros materiais
- Sistema de semicondutores de baixa dimensionalidade

- **Área de Concentração: Física Estatística**

- **Linha de Pesquisa: Sistemas Complexos**

- Propriedades dinâmicas e fractais de sistemas complexos
- Redes Complexas
- Sistemas Complexos

- **Área de Concentração: Física de Sólidos e Materiais**

- **Linha de Pesquisa: Superfícies**

- Determinação da estrutura e topografia de superfícies utilizando a técnica de espalhamento de elétrons de baixa energia e difração de foto-elétrons
- Determinação de propriedades elétricas na vizinhança de superfícies rugosas e nanodispositivos
- Simulação computacional aplicada à física de superfícies

- **Área de Concentração: Física Matemática – Teoria de Campos**

- **Linha de Pesquisa: Física Matemática – Teoria de Campos**

- Estrutura algébrica da mecânica quântica e clássica
- Redução não relativística de teorias quânticas de campos

- **Área de Concentração: Física Matemática – Teoria Quântica de Campo, Gravitação e Cosmologia**

Linha de Pesquisa: Teoria de Campos

- Aspectos algébricos da mecânica quântica no espaço de fase
- Covariância Galileana e Espaço de Sitter (4,1)
- Defeitos topológicos em teorias clássicas de campos
- Dinâmica dos movimentos palpebrais
- Dualidade em Teoria de Campos
- Estados quânticos do campo eletromagnético
- Modelo de Gross–Neveu compactificado
- Simetrias usadas na determ. de transformações entre equações diferenciais
- Sistemas confinados: Efeito casimir e interação radiação–matéria
- Teoria de Campos Confinados e Transições de Fase

- **Área de Concentração: Teoria Quântica de Campo, Gravitação e Cosmologia**

Linha de Pesquisa: Gravitação e Cosmologia

- Campos gravitacionais de defeitos topológicos
- Gravitação e Cosmologia

Anexo F: 50 maiores países por número de artigos publicados e indexados pelo *Scopus* (1996-2011)

	País	Número de Artigos	Número de artigos citáveis	Citações	Auto-citações	Citações por artigo	Índice H
1	EUA	6.149.455	5.738.593	114.546.415	54.226.872	20,51	1.305
2	China	2.248.278	2.226.529	9.288.789	5.014.506	6	353
3	Reino Unido	1.711.878	1.550.373	27.919.060	6.703.673	18,03	802
4	Japão	1.604.017	1.563.732	18.441.796	5.520.032	12,09	602
5	Alemanha	1.581.429	1.490.140	23.229.085	6.171.727	16,19	704
6	França	1.141.005	1.073.718	16.068.688	3.749.874	15,58	646
7	Canadá	885.197	836.836	13.928.114	2.727.913	18,19	621
8	Itália	851.692	803.004	11.279.167	2.639.721	15	550
9	Espanha	665.977	623.236	7.640.544	1.958.835	13,66	448
10	Índia	634.472	602.868	3.860.494	1.335.686	7,71	281
11	Austrália	592.533	551.667	8.180.664	1.770.774	16,65	481
12	Rússia	527.442	521.993	2.811.862	837.763	5,49	308
13	Coreia do Sul	497.681	487.459	3.988.716	917.147	10,32	309
14	Holanda	487.784	457.933	8.928.850	1.524.755	20,82	545
15	Brasil	391.589	378.540	2.884.793	965.615	9,96	285
16	Taiwan	351.610	343.223	2.825.736	696.835	10,08	249
17	Suíça	350.253	329.198	6.873.551	966.536	22,46	537
18	Suécia	337.135	321.725	6.111.804	1.005.775	19,78	484
19	Polônia	304.003	297.361	2.149.143	571.333	8,13	281
20	Turquia	267.902	253.876	1.647.043	449.410	7,92	193
21	Bélgica	265.913	251.632	4.161.308	630.041	17,81	428
22	Israel	204.262	194.752	3.283.119	483.335	17,35	393
23	Áustria	188.440	177.324	2.688.324	387.884	16,51	355
24	Dinamarca	183.880	173.771	3.444.509	514.632	21,17	399
25	Finlândia	170.476	165.195	2.771.982	462.377	18,28	352
26	Grécia	160.760	152.000	1.589.963	289.460	11,93	247
27	Iran	159.046	154.748	657.186	269.132	8,13	121
28	Mexico	144.997	140.713	1.174.802	259.075	9,83	216
29	Hong Kong	144.935	139.331	1.722.546	262.368	13,52	268
30	Rep. Tcheca	142.090	137.882	1.103.719	272.685	9,14	223
31	Noruega	141.143	133.311	2.021.938	339.172	17,19	308
32	Singapura	126.881	122.436	1.330.684	191.033	12,51	240
33	Portugal	117.469	113.411	1.150.280	234.405	12,77	218
34	Nova Zelândia	114.495	107.441	1.504.946	248.529	15,43	264
35	África do Sul	107.976	101.434	1.013.102	225.507	11,11	216
36	Argentina	105.216	101.695	1.027.553	230.483	11,11	206
37	Hungria	100.137	96.842	1.058.391	182.169	11,57	239
38	Ucrânia	98.083	97.065	398.915	114.365	4,2	132

39	Irlanda	91.125	85.341	1.149.729	141.683	16,18	254
40	Romênia	76.361	75.381	338.601	85.821	6,31	126
41	Egito	75.610	73.968	438.912	91.957	7,23	122
42	Malásia	75.530	73.737	281.619	69.529	7,64	116
43	Tailândia	69.637	67.274	528.969	93.304	10,66	156
44	Chile	58.768	56.934	592.148	115.648	13,13	181
45	Eslováquia	49.863	48.510	342.191	73.530	7,59	138
46	Croácia	49.462	47.854	260.491	61.644	6,26	132
47	Paquistão	47.443	45.401	197.718	59.213	5,9	101
	Arábia						
48	Saudita	46.167	44.089	241.843	35.926	6,82	114
49	Eslovênia	44.142	43.056	345.352	72.636	9,16	141
50	Bulgária	40.848	40.059	283.100	50.558	7,57	129

Fonte: *SCLmago* (2013).

Apêndice A- Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Física, em 1998.

Pesquisador	Tempo Doutorado	Orientandos Doutorado	Artigos publicados na WoS
Abreu, LM	0	0	0
Almeida, JS	0	0	0
Andrade, RFS	17	0	3
Azevedo, S	0	0	0
Carneiro, S	3	0	1
Castilho, CMC	12	2	0
David, DGF	19	0	0
Dias, DT	0	0	0
Lima, AB	0	0	0
Malbouisson, JMC	2	0	2
Malbouisson, LAC	13	0	0
Maniero, AM	0	0	0
Marinho, RRT	0	0	2
Martins, MGR	0	0	0
Miranda, JGV	0	0	0
Mota, FD	0	0	0
Nakamura, O	7	0	0
Nascimento, EM	0	0	0
Neto, AM	6	0	0
Nogueira, E	2	0	1
Pepe, IM	3	0	1
Pinho, STR	0	0	2
Plácido, HQ	0	0	0
Prudente, FV	0	0	1
Ribeiro, A	15	0	0
Rivelino, R	0	0	0
Santos, ES	0	0	0
Silva, AF	19	0	0
Sobrinho, AMC	0	0	0
Teixeira, RM	0	0	0
Vianna, JDM	25	0	2
Total	-	2	15

Fonte: Elaboração própria (2013)

Apêndice B- Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação, em Física, em 1999.

Pesquisador	Tempo Doutorado	Orientandos Doutorado	Artigos publicados na WoS
Abreu, LM	0	0	0
Almeida, JS	0	0	0
Andrade, RFS	18	0	2
Azevedo, S	1	0	2
Carneiro, S	4	0	3
Castilho, CMC	13	1	0
David, DGF	20	0	0
Dias, DT	0	0	0
Lima, AB	0	0	0
Malbouisson, JMC	3	0	1
Malbouisson, LAC	14	0	0
Maniero, AM	0	0	0
Marinho, RRT	0	0	0
Martins, MGR	0	0	0
Miranda, JGV	0	0	0
Mota, FD	0	0	0
Nakamura, O	8	0	1
Nascimento, EM	0	0	3
Neto, AM	7	0	0
Nogueira, E	3	0	2
Pepe, IM	4	0	4
Pinho, STR	1	0	4
Plácido, HQ	0	0	0
Prudente, FV	0	0	2
Ribeiro, A	16	0	4
Rivelino, R	0	0	0
Santos, ES	0	0	0
Silva, AF	20	0	0
Sobrinho, AMC	0	0	0
Teixeira, RM	0	0	0
Vianna, JDM	26	0	0
Total	-	1	28

Fonte: Elaboração própria (2013)

Apêndice C- Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Física, em 2000.

Pesquisador	Tempo Doutorado	Orientandos Doutorado	Artigos publicados na WoS
Abreu, LM	0	0	0
Almeida, JS	0	0	0
Andrade, RFS	19	0	3
Azevedo, S	2	0	0
Carneiro, S	5	0	0
Castilho, CMC	14	1	0
Almeida, JS	0	0	0
David, DGF	21	0	0
Lima, AB	0	0	0
Malbouisson, JMC	4	0	1
Malbouisson, LAC	15	0	0
Maniero, AM	0	0	0
Marinho, RRT	0	0	0
Martins, MGR	0	0	0
Miranda, JGV	0	0	1
Mota, FD	1	0	0
Nakamura, O	9	0	0
Nascimento, EM	0	0	1
Neto, AM	8	0	1
Nogueira, E	4	0	3
Pepe, IM	5	0	4
Pinho, STR	2	0	0
Plácido, HQ	0	0	0
Prudente, FV	1	0	5
Ribeiro, A	17	0	1
Rivelino, R	0	0	1
Santos, ES	0	0	1
Silva, AF	21	0	1
Sobrinho, AMC	0	0	0
Teixeira, RM	0	0	0
Vianna, JDM	27	1	4
Total	-	2	27

Fonte: Elaboração própria (2013)

Apêndice D - Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Física, em 2001.

Pesquisador	Tempo Doutorado	Orientandos Doutorado	Artigos publicados na WoS
Abreu, LM	0	0	0
Almeida, JS	0	0	0
Andrade, RFS	20	0	4
Azevedo, S	3	0	3
Carneiro, S	6	0	1
Castilho, CMC	15	1	1
David, DGF	22	0	0
Dias, DT	0	0	0
Lima, AB	0	0	0
Malbouisson, JMC	5	0	3
Malbouisson, LAC	16	0	1
Maniero, AM	0	0	0
Marinho, RRT	0	0	1
Martins, MGR	0	0	0
Miranda, JGV	1	0	0
Mota, FD	2	0	0
Nakamura, O	10	0	0
Nascimento, EM	0	0	0
Neto, AM	9	0	1
Nogueira, E	5	0	0
Pepe, IM	6	0	11
Pinho, STR	3	0	4
Plácido, HQ	0	0	0
Prudente, FV	2	0	4
Ribeiro, A	18	0	2
Rivelino, R	0	0	2
Santos, ES	0	0	1
Silva, AF	22	0	4
Sobrinho, AMC	0	0	0
Teixeira, RM	0	0	0
Vianna, JDM	28	1	5
Total	-	2	48

Fonte: Elaboração própria (2013)

Apêndice E - Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Física, em 2002.

Pesquisador	Tempo Doutorado	Orientandos Doutorado	Artigos publicados na WoS
Abreu, LM	0	0	0
Almeida, JS	0	0	0
Andrade, RFS	21	0	3
Azevedo, S	4	0	3
Carneiro, S	7	0	1
Castilho, CMC	16	0	1
David, DGF	23	0	0
Dias, DT	0	0	0
Lima, AB	0	0	0
Malbouisson, JMC	6	0	3
Malbouisson, LAC	17	0	2
Maniero, AM	0	0	1
Marinho, RRT	0	0	1
Martins, MGR	0	0	1
Miranda, JGV	2	0	2
Mota, FD	3	0	0
Nakamura, O	11	0	3
Nascimento, EM	0	0	0
Neto, AM	10	0	2
Nogueira, E	6	0	2
Pepe, IM	7	0	9
Pinho, STR	4	0	0
Plácido, HQ	0	0	1
Prudente, FV	3	0	4
Ribeiro, A	19	0	0
Rivelino, R	0	0	2
Santos, ES	0	0	1
Silva, AF	23	0	8
Sobrinho, AMC	0	0	0
Teixeira, RM	1	0	3
Vianna, JDM	29	1	2
Total	-	1	55

Fonte: Elaboração própria (2013)

Apêndice F- Indicadores de capital humano por pesquisador do Programa de Pós-graduação em Física, em 2003.

Pesquisador	Tempo Doutorado	Orientandos Doutorado	Artigos publicados na WoS
Abreu, LM	0	0	1
Almeida, JS	0	0	3
Andrade, RFS	22	0	1
Azevedo, S	5	0	5
Carneiro, S	8	0	2
Castilho, CMC	17	0	0
David, DGF	24	0	0
Dias, DT	0	0	3
Lima, AB	0	0	0
Malbouisson, JMC	7	0	4
Malbouisson, LAC	18	0	2
Maniero, AM	0	0	1
Marinho, RRT	0	0	0
Martins, MGR	0	0	0
Miranda, JGV	3	0	0
Mota, FD	4	0	2
Nakamura, O	12	0	0
Nascimento, EM	0	0	0
Neto, AM	11	0	0
Nogueira, E	7	1	1
Pepe, IM	8	0	22
Pinho, STR	5	0	2
Plácido, HQ	1	0	0
Prudente, FV	4	0	1
Ribeiro, A	20	0	1
Rivelino, R	0	0	2
Santos, ES	0	0	1
Silva, AF	24	0	11
Sobrinho, AMC	0	0	0
Teixeira, RM	2	0	2
Vianna, JDM	30	1	1
Total	-	2	68

Fonte: Elaboração própria (2013)

Apêndice G - Indicadores de capital humano dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, em 1998

Pesquisador	Tempo Doutorado	Orientandos Doutorado	Artigos publicados na WoS
Andrade, HMC	15	1	0
Andrade, JB	12	5	0
Brandao, ST	5	0	0
Campos, VP	3	2	0
Costa, ACS	30	3	0
Cruz, FG	7	7	0
Cunha, SD	0	0	0
David, JM	7	0	2
David, JP	7	0	2
El-Bacha, RS	0	0	0
Ferreira, KQ	0	0	0
Ferreira, SLC	8	2	1
Hatje, V	0	0	0
Jesus, DS	0	0	0
Korn, M	2	0	1
Korn, MGA	2	1	2
Martins, D	2	0	0
Pereira, PAP	1	1	1
Quintella, CM	5	0	0
Rangel, MC	7	2	3
Rivelino, R	0	0	0
Rocha, GO	0	0	0
Rocha, ZN	3	0	0
Roque, NF	27	7	0
Sales, EA	2	0	0
Santos, VLCS	5	0	0
Santos, WNL	0	0	0
Silva, LA	0	0	0
Tavares, TM	8	3	0
Teixeira, LSG	0	0	0
Veloza, ES	3	0	0
Victor, MM	0	0	0
Total	-	34	12

Fonte: Elaboração própria (2013)

Apêndice H - Indicadores de capital humano dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, em 1999

Pesquisador	Tempo Doutorado	Orientandos Doutorado	Artigos publicados na WoS
Andrade, HMC	16	4	4
Andrade, JB	13	5	0
Brandao, ST	6	0	0
Campos, VP	4	2	1
Costa, ACS	31	4	2
Cruz, FG	8	7	0
Cunha, SD	0	0	0
David, JM	8	0	3
David, JP	8	0	3
El-Bacha, RS	0	0	1
Ferreira, KQ	0	0	0
Ferreira, SLC	9	4	3
Hatje, V	0	0	1
Jesus, DS	0	0	4
Korn, M	3	0	2
Korn, MGA	3	1	3
Martins, D	3	0	0
Pereira, PAP	2	1	2
Quintella, CM	6	0	1
Rangel, MC	8	2	1
Rivelino, R	0	0	0
Rocha, GO	0	0	0
Rocha, ZN	4	0	0
Roque, NF	28	7	0
Sales, EA	3	0	2
Santos, VLCS	6	0	0
Santos, WNL	0	0	0
Silva, LA	0	0	1
Tavares, TM	9	3	0
Teixeira, LSG	0	0	3
Veloza, ES	4	0	0
Victor, MM	0	0	1
Total	-	40	38

Fonte: Elaboração própria (2013)

Apêndice I - Indicadores de capital humano dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, em 2000.

Pesquisador	Tempo Doutorado	Orientandos Doutorado	Artigos publicados na WoS
Andrade, HMC	17	5	1
Andrade, JB	14	4	6
Brandao, ST	7	0	0
Campos, VP	5	2	0
Costa, ACS	32	3	0
Cruz, FG	9	7	0
Cunha, SD	1	0	1
Andrade, JB	15	3	2
David, JM	9	1	2
El-Bacha, RS	1	0	2
Ferreira, KQ	0	0	0
Ferreira, SLC	10	5	4
Hatje, V	0	0	0
Jesus, DS	1	0	2
Korn, M	4	0	3
Korn, MGA	4	3	3
Martins, D	4	0	0
Pereira, PAP	3	1	1
Quintella, CM	7	0	1
Rangel, MC	9	3	2
Rivelino, R	0	0	1
Rocha, GO	0	0	1
Rocha, ZN	5	0	0
Roque, NF	29	5	3
Sales, EA	4	0	1
Santos, VLCS	7	0	0
Santos, WNL	0	0	0
Silva, LA	0	0	0
Tavares, TM	10	3	0
Teixeira, LSG	0	1	6
Veloza, ES	5	0	0
Victor, MM	0	0	0
Total	-	46	42

Apêndice J - Indicadores de capital humano dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, em 2001.

Pesquisador	Tempo Doutorado	Orientandos Doutorado	Artigos publicados na WoS
Andrade, HMC	18	6	1
Andrade, JB	15	3	2
Brandao, ST	8	0	1
Campos, VP	6	0	1
Costa, ACS	33	4	6
Cruz, FG	10	7	1
Andrade, JB	15	3	2
David, JM	10	1	2
David, JP	10	1	2
El-Bacha, RS	2	0	1
Ferreira, KQ	0	0	0
Ferreira, SLC	11	8	6
Hatje, V	0	0	0
Jesus, DS	2	0	1
Korn, M	5	0	2
Korn, MGA	5	3	2
Martins, D	5	0	1
Pereira, PAP	4	1	2
Quintella, CM	8	0	0
Rangel, MC	10	3	3
Rivelino, R	0	0	2
Rocha, GO	0	0	0
Rocha, ZN	6	0	0
Roque, NF	30	4	8
Sales, EA	5	0	2
Santos, VLCS	8	0	0
Santos, WNL	0	0	0
Silva, LA	0	0	1
Tavares, TM	11	0	0
Teixeira, LSG	1	1	3
Veloza, ES	6	0	0
Victor, MM	1	0	1
Total	-	45	53

Fonte: Elaboração Própria (2013)

Apêndice K- Indicadores de capital humano dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, em 2002.

Pesquisador	Tempo Doutorado	Orientandos Doutorado	Artigos publicados na WoS
Andrade, HMC	19	6	0
Andrade, JB	16	2	4
Brandao, ST	9	0	0
Campos, VP	7	0	0
Costa, ACS	34	3	2
Cruz, FG	11	7	0
Cunha, SD	3	0	2
David, JM	11	3	4
David, JP	11	3	2
El-Bacha, RS	3	0	2
Ferreira, KQ	0	0	1
Ferreira, SLC	12	8	2
Hatje, V	0	0	2
Jesus, DS	3	0	0
Korn, M	6	4	4
Korn, MGA	6	2	2
Martins, D	6	0	0
Pereira, PAP	5	1	2
Quintella, CM	9	2	1
Rangel, MC	11	4	2
Rivelino, R	0	0	2
Rocha, GO	0	0	0
Rocha, ZN	7	0	1
Roque, NF	31	4	2
Sales, EA	6	0	0
Santos, VLCS	9	0	0
Santos, WNL	0	0	1
Silva, LA	1	0	1
Tavares, TM	12	0	0
Teixeira, LSG	2	1	2
Veloza, ES	7	0	0
Victor, MM	2	0	1
Total	-	50	42

Fonte: Elaboração Própria (2013)

Apêndice L - Indicadores de capital humano dos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Química, em 2003.

Pesquisador	Tempo Doutorado	Orientandos Doutorado	Artigos publicados na WoS
Andrade, HMC	20	4	1
Andrade, JB	17	6	5
Brandao, ST	10	0	0
Campos, VP	8	1	1
Costa, ACS	35	2	4
Cruz, FG	12	7	1
Cunha, SD	4	0	3
David, JM	12	3	2
David, JP	12	3	2
El-Bacha, RS	4	0	0
Ferreira, KQ	0	0	1
Ferreira, SLC	13	8	2
Hatje, V	1	0	0
Jesus, DS	4	0	0
Korn, M	7	4	3
Korn, MGA	7	2	5
Martins, D	7	0	0
Pereira, PAP	6	1	3
Quintella, CM	10	2	1
Rangel, MC	12	5	5
Rivelino, R	0	0	2
Rocha, GO	0	0	0
Rocha, ZN	8	0	1
Roque, NF	32	3	5
Sales, EA	7	0	0
Santos, VLCS	10	0	1
Santos, WNL	0	0	0
Silva, LA	2	0	1
Tavares, TM	13	3	0
Teixeira, LSG	3	1	2
Veloza, ES	8	0	3
Victor, MM	3	0	1
Total	-	55	55

Fonte: Elaboração Própria (2013)