

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO – PPGA  
CURSO DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO**

**PRISCILA BRESOLIN TISOTT**

**INOVAÇÃO EM GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA:  
UM ESTUDO DE CASO NO RIO GRANDE DO SUL**

**CAXIAS DO SUL  
2015**

**PRISCILA BRESOLIN TISOTT**

**INOVAÇÃO EM GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA:  
UM ESTUDO DE CASO NO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Administração.  
Área de Concentração: Administração da Produção

Orientador: Profa. Dra. Maria Emilia Camargo

Coorientador: Prof. Dr. Vilmar Antonio Gonçalves Tondolo

**CAXIAS DO SUL  
2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Universidade de Caxias do Sul  
UCS - BICE - Processamento Técnico

T616i Tisott, Priscila Bresolin, 1990-  
Inovação em grupos de pesquisa em nanotecnologia : um estudo de caso no Rio Grande do Sul / Priscila Bresolin Tisott. – 2015.  
120 f. : il. ; 30 cm

Apresenta bibliografia.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2015.  
Orientadora: Profa. Dra. Maria Emília Camargo ; Coorientador: Prof. Dr. Vilmar Antonio Gonçalves Tondolo.

1. Nanotecnologia – Rio Grande do Sul. 2. Inovações tecnológicas – Estudo de caso. 3. Pesquisa. I. Título.

CDU 2. ed.: 620.3(816.5)

Índice para o catálogo sistemático:

1. Nanotecnologia – Rio Grande do Sul	620.3(816.5)
2. Inovações tecnológicas – Estudo de caso	62:001.895
3. Pesquisa	001.891

Catalogação na fonte elaborada pela bibliotecária  
Roberta da Silva Freitas – CRB 10/1730

**“Inovação em Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia: Um estudo de Caso no Rio Grande do Sul”**

Priscila Bresolin Tisott

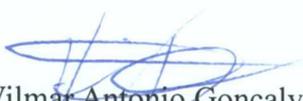
Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Administração, Área de Concentração: Administração da Produção

Caxias do Sul, 14 de maio de 2015

Banca Examinadora

  
Profa. Dra. Maria Emilia Camargo (orientadora)

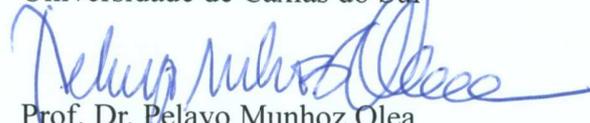
Universidade de Caxias do Sul

  
Prof. Dr. Vilmãr Antonio Gonçalves Tondolo (coorientador)

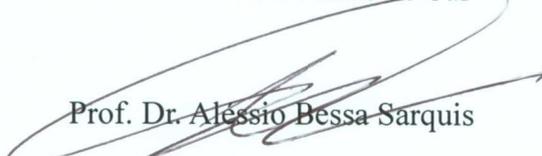
Universidade de Caxias do Sul

  
Profa. Dra. Ana Cristina Fachinelli

Universidade de Caxias do Sul

  
Prof. Dr. Pelayo Munhoz Olea

Universidade de Caxias do Sul

  
Prof. Dr. Aléssio Bessa Sarquis

Universidade do Sul de Santa Catarina

Aos meus familiares, que sempre foram  
meu porto seguro.

## AGRADECIMENTOS

A caminhada para a obtenção de um título de mestre é recheada de surpresas: muitas, certamente agradáveis; outras, nem tanto. Mas todas contribuem para o processo de amadurecimento e autoconhecimento de cada um dos alunos que tiveram esse sonho e batalharam para conquistá-lo. Por isso, os agradecimentos são a melhor forma de celebrarmos essa conquista com aqueles que se fizeram importantes nessa construção.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por ter me iluminado, me colocado no caminho certo, ter me proporcionado a disciplina, a obstinação e a força necessárias para perseguir meus sonhos e objetivos.

À Instituição de Ensino Universidade de Caxias do Sul, que abriu suas portas para uma menina sonhadora com 17 anos de idade, transformando-a em Bacharela em Comércio Internacional e, posteriormente, Mestra em Administração. Quaisquer que sejam os caminhos a serem seguidos a partir desse momento, a UCS sempre será a Instituição que me fez profissional, pelo que eu não cansarei de agradecer.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela bolsa que me foi concedida, a qual subsidiou essa caminhada.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Administração – da Universidade de Caxias do Sul, agradeço por terem tido a paciência necessária e o carinho inigualável na construção de um conhecimento ainda pequeno.

À minha orientadora, Profa. Maria Emilia Camargo, e ao meu coorientador, Prof. Vilmar Antônio Gonçalves Tondolo, pela competência acadêmica, carinho, atenção, pelos “puxões de orelha”, por acreditarem em mim e não me deixarem desistir, nas inúmeras vezes em que pensei que as adversidades seriam maiores do que eu.

Aos Profs. Pelayo Munhoz Olea, Ana Cristina Fachinelli, Daniel Puffal e Aléssio Sarquis, que não somente foram os especialistas responsáveis pela validação do meu instrumento de pesquisa, mas também dividiram comigo um pouco da sua sabedoria e experiência e, assim, me indicaram qual o melhor caminho a seguir.

Aos colegas do Mestrado com quem partilhei as dúvidas, as ansiedades, as alegrias e as conquistas dessa caminhada. Meu agradecimento especial às colegas Daniele Néspolo e Deise Taiana de Ávila Dias, pela relação de respeito mútuo, compreensão, carinho e amizade que construímos.

À amiga e Doutora em Administração Márcia Rohr da Cruz, que me incentivou a buscar o Mestrado, me acompanhou nessa caminhada e me mostrou que os caminhos, por mais tortuosos que sejam, possuem sempre um objetivo digno e, por isso, são trilhados com determinação, obstinação e com muito amor àquilo que fazemos.

Aos meus amigos e familiares que, mais uma vez, entenderam as minhas omissões, as minhas falhas, a minha falta de tempo e tentaram, no âmbito de suas limitações, me apoiar e incentivar na realização de mais este sonho. Em especial, agradeço à minha avó Ana Maciel Bresolin, meu maior exemplo de vida, de força e de amor. Às minhas madrinhas, Ana Cristina Tisott Rech e Bernardete Bresolin, que são minhas segundas mães; à minha afilhada, Marina Tisott Rech; e à minha cunhada, Roberta Pelizzari Tisott, que sempre me apoiaram e se orgulharam de mim, mesmo quando não concordavam com as minhas escolhas. Saibam que meu maior objetivo de vida é ser motivo de orgulho para vocês.

Aos meus pais, Rubens Antônio Tisott e Jandira Bresolin Tisott, e meu irmão, Luciano Bresolin Tisott, por terem me ensinado a importância de se ter prioridades. Por terem me proporcionado uma educação exemplar dentro de casa e feito inúmeros sacrifícios para que eu tivesse acesso à educação formal de melhor qualidade. Por terem me acalentado nos momentos difíceis, me parabenizado nas conquistas e vitórias e por terem feito parte, verdadeiramente, da realização desse sonho. Mais uma vez, eu lhes ofereço essa conquista. Se cheguei até aqui, foi por vocês e para vocês. Muito obrigada!

*Mais cedo ou mais tarde, sempre chegará o dia em que teremos a certeza de que não foi em vão termos feito, sempre que possível, um pouquinho além daquilo que era nosso estrito dever.*

**Cyro Dutra Ferreira**

## RESUMO

As organizações competem, atualmente, em um cenário de mudanças constantes, exigindo-se delas, dessa forma, capacidade tecnológica para atender às demandas do mercado. Nesse panorama, o setor nanotecnológico surge como uma promessa de futuro que vem se firmando a cada dia, não somente devido ao perfil inovativo inerente às invenções e inovações desse setor, mas também por exigir a criação e a manutenção de interações interorganizacionais para a promoção destas inovações. Dessa forma, este estudo teve por objetivo analisar o perfil da inovação e sua dinâmica vigente nos grupos de pesquisa em nanotecnologia do CNPq. Para a operacionalização do estudo, foi utilizada uma pesquisa aplicada, com objetivos exploratórios e descritivos. Como procedimento de pesquisa, foi utilizada uma *survey*, com dois instrumentos de coleta de dados enviados por meio eletrônico aos pesquisadores integrantes dos grupos de pesquisa da área de nanotecnologia que atuam nos grupos cadastrados no Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil, vinculado ao CNPq, localizados no Estado do Rio Grande do Sul, e que efetivamente trabalham com nanotecnologia. O instrumento de coleta destinado aos líderes dos grupos foi respondido por 10 grupos de pesquisa. Já o instrumento destinado aos pesquisadores em geral obteve 28 retornos. Os dados coletados foram analisados e descritos por meio de técnicas de estatística descritiva e inferencial, como análises de correlação e testes U de Mann-Whitney. A análise dos dados permitiu a identificação de resultados como: o aumento das publicações internacionais configura-se como a principal motivação encontrada pelos pesquisadores para integrar os grupos de pesquisa em nanotecnologia, enquanto o relacionamento com outros grupos é a principal dificuldade. Ademais, a falta de infraestrutura dos laboratórios e a dificuldade na obtenção de financiamento são entraves para o desenvolvimento nanotecnológico, pois não permitem produção tecnológica ou de novos produtos. Ainda, o fator custo não pode ser relacionado às motivações nem às dificuldades encontradas pelos pesquisadores, ao contrário do que evidencia a literatura. Além disso, apesar de os grupos possuírem uma configuração voltada ao compartilhamento de conhecimento interorganizacional para a promoção da inovação, não é possível identificar a existência de inovação nas atividades relacionadas aos grupos, haja vista a falta de um processo inovativo em que as invenções cheguem até o mercado. No que diz respeito ao conhecimento interorganizacional nos grupos, é possível perceber que a utilização de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento poderia levar à criação de novas competências e, por consequência, à existência de um processo inovativo.

**Palavras-chave:** Inovação. Grupos de Pesquisa. Nanotecnologia.

## ABSTRACT

Currently, the organizations compete in a scenario of constant change, requiring thus technological capacity to meet market demands. In this scenario, the nanotech industry emerges as a promise of future that continues on establishing itself every day, not only due to the inherent innovative profile of inventions and innovations in this sector, but also because it requires creation and maintenance of interorganizational interactions to promote these innovations. Therefore, this study aimed at analyze the profile of innovation and its current dynamics in research groups in nanotechnology CNPq. In order to implement the study, it was applied a survey with exploratory and descriptive goals. As research procedure, it was used one survey, with two data collection instruments sent electronically to the researchers members of research groups in the area of nanotechnology, registered in the Research Groups Directory of Brazil, linked to CNPq, located in Rio Grande do Sul state and that effectively work with nanotechnology. The instrument to the leaders of the groups was answered by 10 research groups. The instrument for the general researchers obtained 28 returns. The collected data was analyzed and described using descriptive and inferential statistical techniques such as correlation analysis and Mann-Whitney U Test. Data analysis allowed the identification of results such as the increase of international publications, representing the main motivation found by researchers to integrate research groups in nanotechnology, while the relationship with other groups is the main difficulty. Moreover, the lack of infrastructure of laboratories and the difficulty in obtaining financing are barriers to nanotechnology development, stalling technological production or development of new products. Still, the cost factor could not be affiliated to the motivations nor the difficulties encountered by researchers as opposed to the evidence in the literature. In addition, although the groups have a focused setting the sharing of interorganizational knowledge for the promotion of innovation, it is not possible to identify the existence of innovation in activities related to the groups, due to the lack of an innovative process in which inventions reach the market. Furthermore, regarding the knowledge in the groups, it's possible to see that the use of formal mechanisms of knowledge socialization could lead to the creation of new skills and, therefore, the existence of an innovative process.

**Keywords:** Innovation. Research Groups. Nanotechnology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação das Inovações segundo Abernathy e Clark (1985) .....	30
Figura 2 – Classificação das Inovações segundo Henderson e Clark (1990) .....	31
Figura 3 – Etapas do Processo de Inovação.....	32
Figura 4 – Modelo de Inovação Fechada de Chesbrough (2003) .....	35
Figura 5 – Modelo de Inovação Aberta de Chesbrough (2003).....	36
Figura 6 – Fontes de Financiamento dos Projetos de Pesquisa .....	58
Figura 7 – Tempo de Participação em Grupos de Pesquisa .....	59
Figura 8 – Proximidade dos pesquisadores .....	59
Figura 9 – Frequência com que ocorrem as reuniões entre pesquisadores.....	60
Figura 10 – Existência de Inovação nos Grupos de Pesquisa .....	63
Figura 11 – Existência de Processo Inovativo nos Grupos de Pesquisa.....	63
Figura 12 – Vinculação a Instituições Públicas e Privadas .....	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados dos artigos a partir da pesquisa.....	24
Quadro 2 – Resultado da pesquisa a partir do termo “ <i>nanotechnology innovation network</i> ”.....	25
Quadro 3 – Operacionalização dos objetivos específicos .....	50
Quadro 4 – Técnica de análise dos objetivos específicos.....	53
Quadro 5 – Força de associação nas variáveis correlacionadas .....	54
Quadro 6 – Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia no Rio Grande do Sul.....	56
Quadro 7 – Número de Pesquisadores por Grupo de Pesquisa .....	57
Quadro 8 – Correlação entre as variáveis MOT03 e MOT07 .....	71
Quadro 9 – Correlações das variáveis relacionadas aos motivadores.....	71
Quadro 10 – Correlações das variáveis relacionadas às dificuldades .....	75
Quadro 11 – Correlação das questões relativas ao ambiente dos grupos .....	85
Quadro 12 – Correlação das questões referentes à gestão, estrutura e dinâmica dos grupos .....	87
Quadro 13 – Correlação das questões relacionadas ao conhecimento interorganizacional .....	91

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Investimentos a partir da criação do grupo de pesquisa .....	58
Tabela 2 – Motivadores dos Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia .....	61
Tabela 3 – Dificuldades dos Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia .....	61
Tabela 4 – Análise das questões relativas ao ambiente dos grupos.....	64
Tabela 5 – Análise das questões relativas à gestão, estrutura e dinâmica dos grupos .....	64
Tabela 6 – Análise das questões relativas à adequação dos sistemas, programas e processos voltados à nanotecnologia .....	66
Tabela 7 – Análise das questões relativas ao conhecimento interorganizacional em grupos de pesquisa em nanotecnologia .....	66
Tabela 8 – Teste U de Mann-Whitney – Tempo de Participação de Grupos de Pesquisa.....	81
Tabela 9 – Teste U de Mann-Whitney – Proximidade física dos pesquisadores.....	82
Tabela 10 – Teste U de Mann-Whitney – Frequência das reuniões.....	82

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
BC	<i>Balanced Concentrations</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CLIC	<i>Concentrations of Local Industry Clusters</i>
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GAC	<i>Government Anchored Concentrations</i>
HCHC	<i>High Centralization – High Coordination Archetype</i>
HCLC	<i>High Centralization – Low Coordination Archetype</i>
IES	Instituições de Ensino Superior
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
LCHC	<i>Low Centralization – High Coordination Archetype</i>
LCLC	<i>Low Centralization – Low Coordination Archetype</i>
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
OCDE	Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
RDC	<i>Resource Dependent Concentrations</i>
RIN	<i>Regional Innovator Networks</i>
SI	Sistema de Inovação
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SEL	Sistema Econômico Local
TIC	<i>Traded Industry Concentrations</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1	TEMA.....	18
1.2	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	18
1.3	OBJETIVOS DA PESQUISA .....	20
<b>1.3.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>20</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>20</b>
1.4	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA .....	21
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>24</b>
2.1	INOVAÇÃO.....	26
<b>2.1.1</b>	<b>Conceito de Inovação</b> .....	<b>26</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Dimensões da Inovação</b> .....	<b>29</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Fases e Etapas do Processo de Inovação</b> .....	<b>32</b>
<b>2.1.4</b>	<b>Inovação Fechada e Aberta</b> .....	<b>33</b>
2.2	INTERAÇÕES INTERORGANIZACIONAIS .....	37
<b>2.2.1</b>	<b>Interações Interorganizacionais para a Promoção da Inovação</b> .....	<b>39</b>
2.3	Inovação em Nanotecnologia .....	41
<b>2.3.1</b>	<b>Nanotecnologia</b> .....	<b>41</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	<b>45</b>
3.1	PESQUISA QUANTITATIVA-DESCRITIVA.....	45
<b>3.1.1</b>	<b>População e Amostra</b> .....	<b>46</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Grupos de Pesquisa</b> .....	<b>47</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Instrumento de Coleta de Dados</b> .....	<b>48</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Validação do Instrumento de Coleta de Dados</b> .....	<b>50</b>
<b>3.1.5</b>	<b>Pré-Teste, Coleta e Processamento de Dados</b> .....	<b>51</b>
<b>3.1.6</b>	<b>Preparação dos Dados</b> .....	<b>52</b>
3.2	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS .....	53
<b>3.2.1</b>	<b>Análise de Correlação</b> .....	<b>54</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Teste U de Mann-Whitney</b> .....	<b>55</b>
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>56</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO ESTUDADA .....	56
4.2	MOTIVADORES E DIFICULDADES DOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA .....	60

4.3	INOVAÇÃO, ESTRUTURAÇÃO, CONFIGURAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA.....	62
4.4	CONHECIMENTO INTERORGANIZACIONAL EM GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA .....	66
<b>5</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>68</b>
5.1	MAPEAMENTO DOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA EXISTENTES NO RIO GRANDE DO SUL.....	68
5.2	ANÁLISE DAS MOTIVAÇÕES E DIFICULDADES PARA A FORMAÇÃO DOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA .....	69
5.3	INFLUÊNCIA DE DIFERENTES ELEMENTOS NA ESTRUTURAÇÃO, CONFIGURAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA .....	80
5.4	IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL DA INOVAÇÃO E PROCESSO INOVATIVO NOS GRUPOS DE PESQUISA.....	83
5.5	DINÂMICA DA INOVAÇÃO VIGENTE NOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA .....	84
<b>5.5.1</b>	<b>Ambiente dos Grupos de Pesquisa.....</b>	<b>84</b>
<b>5.5.2</b>	<b>Gestão, Estrutura e Dinâmica dos Grupos.....</b>	<b>87</b>
5.6	INFLUÊNCIA DO CONHECIMENTO INTERORGANIZACIONAL PARA A INOVAÇÃO NOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA .....	90
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>101</b>
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
6.2	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	104
6.3	SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS .....	105
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>106</b>
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA PESQUISADORES LÍDERES DOS GRUPOS DE PESQUISA .....</b>	<b>112</b>
	<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA PESQUISADORES .....</b>	<b>115</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A história ocidental apresenta profundas transformações no decorrer de um século, alterando, de tempos em tempos, a sociedade como um todo, a visão de mundo das pessoas, os seus hábitos e as suas crenças (DRUCKER, 1992). Assim, o surgimento da Sociedade do Conhecimento, em contraponto à Sociedade Industrial, representou uma transformação pela elevação do paradoxo de coexistência entre ideias diferentes, trazendo a incerteza para o centro dos debates (TAKEUCHI; NONAKA, 2008). Nesse cenário de transformações que se estabelece a cada dia, surgem novas tecnologias, novos competidores, e os produtos tornam-se obsoletos com rapidez, exigindo que as empresas criem e disseminem novos conhecimentos, a fim de obter sucesso no mercado (NONAKA, 1991).

Nesse contexto, as sociedades e organizações criadoras de conhecimento carecem da existência de inovação constante – visto que a essência da inovação é recriar o mundo de acordo com um ideal determinado, ou seja, gerar um novo conhecimento –, bem como da cooperação entre os agentes que fazem parte do mercado (TAKEUCHI; NONAKA, 2008; RICHARDSON, 1972). Assim, estabelece-se uma comunicação entre a criação do conhecimento e a inovação, por meio da criação do conhecimento interorganizacional, com o compartilhamento de cultura, valores, linguagem e espaço físico (AHMADJIAN, 2008).

A criação do conhecimento interorganizacional para a inovação surge, dessa forma, por meio do estabelecimento de redes entre empresas, universidades e institutos de pesquisa, conectados por meio da recombinação do conhecimento existente entre eles (AHMADJIAN, 2008). De acordo com Rothwell (1994), as práticas inovadoras se modificaram ao longo dos últimos quarenta anos, apresentando, atualmente, uma característica de sistema integrado e em rede, para o qual a inovação é uma ação conjunta de diversos atores internos e externos à organização.

Em meio a esse cenário de mudanças, a tecnologia pode ser entendida como impulsionadora heurística das transformações, além de constituidora da estratégia essencial de criação do próximo século. Canton (2001) apresenta os computadores, as redes, a biotecnologia e a nanotecnologia como as quatro ferramentas-chave do desenvolvimento tecnológico, por meio de um incremento lógico e gradual. Consoante isso, a nanotecnologia representa a mais elevada

tecnologia de criação concebida, a alquimia máxima alcançada por meio do potencial das demais ferramentas-chave.

Por nanotecnologia entende-se o ramo da ciência que se ocupa de estudar os materiais e seu comportamento em escala nanométrica (nanoescala), visto que possuem características diferentes dos materiais manipulados em escala macroscópica (DURÁN; MATTOSO; MORAIS, 2006). Na realidade, a proposta inicial da utilização de nanomateriais era a produção de objetos a partir das moléculas, manipulando-os e posicionando-os de forma precisa, como explicou K. Eric Drexler ao Comitê do Senado para o Comércio, Ciência e Transporte dos Estados Unidos da América, em 1992 (REGIS, 1997).

Após mais de uma década, contudo, o desenvolvimento nanotecnológico ainda se encontrava em fase inicial, visto que somente estruturas simples podiam ser criadas de maneira controlada. Assim, a nanotecnologia constitui uma área de pesquisa ampla e interdisciplinar, que necessita do esforço conjunto e do envolvimento das mais diversas áreas para o sucesso (DURÁN; MATTOSO; MORAIS, 2006). No Brasil, a ciência é considerada potencial para o desenvolvimento econômico e social e, a partir de seu caráter interinstitucional, aumenta sua participação por meio da constituição das redes de pesquisa.

O incentivo à criação das redes de inovação em nanotecnologia no Brasil surgiu por meio da chamada pública emitida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia do País e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, em 2001, no intuito de fomentar a constituição de redes de pesquisa básica e aplicada em nanociências e nanotecnologias, organizadas como centros virtuais. Com a constituição inicial de quatro redes, descentralizadas e localizadas nas universidades, ampliou-se o interesse científico nessa área, ainda que as iniciativas acadêmicas encontrem dificuldades de integração com o setor privado (LUDEÑA, 2008).

Nesse contexto, pretendeu-se, com este estudo, analisar as características do processo inovativo e a dinâmica de inovação vigente nas redes de pesquisa em nanotecnologia. O referencial teórico que norteou o estudo foi elaborado a partir dos resultados de uma pesquisa com viés bibliométrico, a qual determinou os construtos teóricos a serem abordados, a saber: (i) inovação; (ii) interações interorganizacionais; (iii) inovação em nanotecnologia.

No que diz respeito à metodologia utilizada para o estudo, foi caracterizada por uma pesquisa aplicada, quanto à sua natureza, e exploratória e descritiva, quanto aos seus objetivos. Como procedimento de pesquisa, foi utilizada uma *survey*, cujo instrumento de coleta de dados foi enviado por meio eletrônico aos participantes da pesquisa. A população do estudo foi constituída pelos pesquisadores integrantes dos grupos de pesquisa da área de nanotecnologia que atuam nos grupos cadastrados no Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil, vinculado ao CNPq, que efetivamente trabalham com nanotecnologia e que pertencem a instituições de ensino localizadas no Estado do Rio Grande do Sul. Assim, responderam a essa pesquisa 10 grupos e 28 pesquisadores.

## 1.1 TEMA

Inovação em Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia do Rio Grande do Sul.

## 1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

O paradigma da inovação aberta, introduzido por Chesbrough (2003), modificou as formas de pensar e sistematizar a inovação. A partir da introdução de novos atores nesse cenário, as atividades inovativas começaram a acontecer fora dos limites das empresas, estabelecendo uma nova cultura de inovação. Nesse novo contexto, o potencial inovativo passou a depender de fatores como o fluxo de conhecimento e a conexão dos sistemas para a inovação, bem como da integração entre as pessoas, instituições e empresas, que passaram a conduzir esse novo ciclo econômico e social (OCDE, 2008).

Para os setores que fazem uso intensivo de tecnologia, por exemplo, esse novo paradigma possibilitou a criação de novos produtos e processos, visto que mesmo as empresas de menor porte puderam utilizar-se do conhecimento advindo de fora da empresa para a melhoria de seus produtos e aumento de sua vantagem competitiva. Contudo, é preciso entender que a administração desse processo inovativo, que ocorre de forma sistêmica, tornou-se um desafio para as organizações, visto que a coordenação e a total integração dos atores externos à empresa e de seus próprios recursos é vital para o sucesso das atividades propostas (OCDE, 2008).

O setor nanotecnológico, que começou a se desenvolver no Brasil a partir do final da década de 1990, pode ser caracterizado como um dos setores que se utiliza intensamente dos processos de inovação aberta, tendo em vista o aspecto multidisciplinar da nanotecnologia. Essa ciência consiste em uma interface da química, física, engenharia e biologia, além de apresentar oportunidades tecnológicas nos setores da biofarmá, infotecnologia e nanotecnologia, demandando coordenação e integração entre os mais variados atores, geralmente externos às organizações (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2010).

Apesar da realização de pesquisas isoladas relacionadas ao tema, a iniciativa governamental brasileira no que tange à nanotecnologia surgiu apenas no ano de 2001, por meio de chamada pública emitida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, com o objetivo de fomentar a constituição de redes cooperativas de pesquisa em nanociências e nanotecnologias. Assim, foram aprovadas quatro grandes redes de pesquisa, descentralizadas e localizadas em universidades (LUDEÑA, 2008).

Posteriormente, no ano de 2004, 10 redes de inovação foram constituídas por meio do Programa BrasilNano. Essas redes receberam subsídios governamentais por um período de cinco anos e, após esse período, tiveram suas atividades encerradas por falta de recursos financeiros. Os resultados concretos das redes, tais como produtos, processos, patentes e serviços, não foram divulgados por falta de um mecanismo eficaz de avaliação das redes estabelecidas, além do fato de que os relatórios anuais a serem emitidos não foram produzidos ou não foram disponibilizados ao público em geral (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2014).

Já no ano de 2013, o governo brasileiro buscou aumentar a competitividade nanotecnológica do país por meio do estabelecimento de uma cooperação luso-brasileira na área (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2013). Além disso, o governo brasileiro possui cooperações nessa área com a Argentina e o México, por meio do Centro Brasileiro-Argentino de Nanotecnologia e do Centro Virtual de Nanotecnologia Brasil-México (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2014).

Apesar dos esforços governamentais para o desenvolvimento da nanociência, os desafios técnicos, políticos, sociais, legais e econômicos têm

constituído um grande desafio para as inovações nanotecnológicas brasileiras. Com o encerramento das atividades das redes de inovação em nanotecnologia, as iniciativas relativas à área têm sido desenvolvidas, principalmente, por meio dos grupos de pesquisa cadastrados no CNPq, com a participação de instituições de ensino e empresas particulares. Diante desse contexto, torna-se necessário entender o contexto no qual as inovações do setor nanotecnológico são concebidas, a fim de elaborar um panorama capaz de impulsionar os investimentos nesse setor.

Esse cenário conduz à seguinte questão de pesquisa: quais as características da inovação e sua dinâmica vigente no mercado da nanotecnologia?

### 1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

#### 1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar o perfil da inovação e sua dinâmica vigente nos grupos de pesquisa em nanotecnologia do CNPq.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

Com vistas a atingir o objetivo geral, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

- a) mapear os grupos de pesquisa em nanotecnologia existentes no Rio Grande do Sul;
- b) analisar as motivações e dificuldades para a formação dos grupos de pesquisa em nanotecnologia;
- c) verificar a influência de diferentes elementos na estruturação, configuração e desenvolvimento dos grupos de pesquisa em nanotecnologia;
- d) identificar o perfil da inovação nos grupos de pesquisa;
- e) identificar o processo inovativo dos grupos e organização de pesquisas;
- f) analisar a dinâmica vigente nos grupos de pesquisa em nanotecnologia;
- g) analisar a influência do conhecimento interorganizacional para a inovação nos grupos de pesquisa em nanotecnologia.

## 1.4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Desde o início dos anos 1990, observou-se uma rápida expansão das publicações científicas no que tange à nanotecnologia, provavelmente devido à multidisciplinariedade desse assunto. De acordo com Mangematin e Walsh (2012) a nanotecnologia pode representar a próxima “onda Schumpeteriana”, haja vista a revolução que pode proporcionar em muitos setores industriais, levando-se em conta, ainda, o fato de que, em menos de 25 anos, mais de 2 milhões de artigos já foram publicados sobre a nanotecnologia, e mais de 1 milhão de aplicações possuem patentes registradas.

Por possuir aplicações potenciais em uma ampla gama de domínios, de nanomateriais a nanoeletrônicos e nanobiotecnologia, a nanotecnologia tem sido considerada o motor de crescimento do século XXI, com previsões de ganhos em torno de US\$ 3,5 trilhões até o ano de 2015 (ABDI, 2010; BEAUDRY; ALLAOUI, 2012; MANGEMATIN; WALSH, 2012). Ademais, a nanotecnologia ganha força nos países em desenvolvimento pelo fato de que possibilita forte interação com as políticas públicas, visto que o desenvolvimento tecnológico pode propulsionar os estudos referentes aos problemas na área da saúde, habitação, transportes, bem como pode proporcionar avanços significativos na área da nanogeopolítica – utilização apropriada de recursos minerais (ABDI, 2010).

No Brasil, o governo federal, por meio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), reconheceu a área como uma oportunidade para a ciência, tecnologia e inovação dos produtos nacionais e direcionou investimentos para esse mercado. Assim, foram criadas diversas políticas de apoio e fomento às atividades nanotecnológicas, como a Política Industrial, Tecnológica e do Comércio Exterior em 2005, a Ação Transversal de Nanotecnologia dos Fundos Setoriais e o Programa Nacional de Nanotecnologia, que contempla a implementação de laboratórios e redes de nanotecnologia, fomento de projetos de P&D e institucionais em nanotecnologia (MCT, 2014).

Contudo, apesar de tais investimentos, a Base de Busca de Patentes do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil registra apenas 836 ocorrências relacionadas a sistemas nanoestruturados, enquanto a busca pelas palavras-chave “nano”, “nanotecnologia”, “nanomateriais”, “nanoescala”,

“nanométrica” e “nanobiotecnologia”, por título, retornou apenas 78 resultados (INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL, 2013). Esse panorama caracteriza as pesquisas brasileiras como incipientes, considerando que, no ano de 2007, a China e a Índia já apresentavam, respectivamente, 162 patentes e 115 patentes, registradas no período compreendido entre 1980 e 2007 (LIU et al., 2009).

Dessa forma, considerando-se que as tecnologias não são desenvolvidas de forma autônoma – ou seja, seguindo um canal linear entre a ciência e o mercado – e que os investimentos em nanociências e nanotecnologias no Brasil ainda encontram-se em fase inicial, torna-se relevante caracterizar a forma de atuação dos grupos de pesquisa em nanotecnologia brasileiros. Sendo esse o objetivo deste estudo, surge a contribuição empírica, a fim de que os governos, as instituições de ensino superior e o setor privado entendam o potencial inovador desses grupos de pesquisa e do contexto em que trabalham, a fim de emergirem novos investimentos nesse setor. Nesse contexto, a análise das motivações para a formação dos grupos de pesquisa e a verificação da influência dos diferentes elementos na estruturação dos grupos poderá proporcionar um panorama acerca das potencialidades e fraquezas do setor, permitindo, assim, a melhoria contínua dos processos inovativos em questão.

Ademais, a identificação do processo inovativo e da organização das pesquisas nos grupos voltados à nanotecnologia poderá servir de base para a organização de novos grupos dedicados ao setor como um todo, ou ainda de grupos que se dediquem a setores específicos na área nanotecnológica, buscando estabelecer o Brasil como líder no cenário mundial das pesquisas em nanociências e nanotecnologia. A caracterização dos grupos de pesquisa pode, dessa forma, auxiliar para o estabelecimento de uma política de inovação mais consistente na área, permitindo a especialização dos profissionais por meio da popularização dos resultados atingidos até o momento.

Já sob o ponto de vista teórico, a caracterização de modelos de inovação aberta, na prática, pode contribuir para a criação de sistemas regionais de inovação, estimulando, assim, o estabelecimento de um Sistema Nacional de Inovação. Apesar dos inúmeros investimentos do governo brasileiro no que tange à inovação, as conexões entre os diversos atores ainda não apresentam coesão suficiente para sustentarem as políticas inovativas do setor, prejudicando a atuação dos grupos de pesquisa e o fortalecimento das políticas de inovação brasileiras. Além disso, a

realização de uma pesquisa voltada aos pesquisadores da área de nanotecnologia, e que atuam em redes, pode alavancar a produção científica acerca dos resultados obtidos com essas iniciativas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta o referencial teórico da dissertação. Com o propósito de identificar os estudos realizados acerca do tema “redes de inovação em nanotecnologia”, foi realizada uma pesquisa com viés bibliométrico na base de dados *SCOPUS*, que se constitui como a maior base de dados em resumos e citações do mundo, de literatura revisada por pares (ELSEVIER, 2013). Os termos definidos para a realização da pesquisa foram “*network*”, “*innovation*” e “*nanotechnology*”. Contudo, a consulta independente dos termos gerou resultados inexpressivos relacionados ao assunto deste estudo, devido à amplitude dos temas relacionados aos termos.

Assim, procedeu-se à pesquisa pelos termos *nanotechnology innovation network*, sem a utilização de aspas, a qual apresentou 128 resultados, buscando-se a partir de resumo, título e palavras-chave. Esses resultados, organizados por número de citações, apresentaram número máximo de 63 citações em um documento. Em função disso, optou-se pela análise do resumo dos artigos que possuíam 20 citações ou mais, resultando em 11 artigos no total.

Em um primeiro momento, foram selecionados os artigos disponíveis para consulta de texto completo, verificando-se, posteriormente, seus resumos. A leitura dos resumos teve por objetivo excluir os materiais que não estavam de acordo com os objetivos deste trabalho. Dessa forma, somente seis artigos foram considerados em sua totalidade, de acordo com as informações do Quadro 1.

Quadro 1 – Resultados dos artigos a partir da pesquisa

(continua)

Artigo 1	Managing innovation networks: Exploratory evidence from ICT, biotechnology and nanotechnology networks.
Autores	Giselle Rampersad, Pascale Quester, Indrit Troshani
País	Austrália
Ano de Publicação	2009
Artigo 2	Nanotechnology systems of innovation – An analysis of industry and academia research activities
Autores	Kumiko Miyazaki, Nazrul Islam
País	Japão
Ano de Publicação	2007
Artigo 3	International nanotechnology development in 2003: Country, institution, and technology field analysis based on USPTO patent database
Autores	Zan Huang, Hsinchun Chen, Zhi-kai Chen, Mihail C. Roco
País	Estados Unidos da América
Ano de Publicação	2004

(conclusão)

Artigo 4	Worldwide nanotechnology development: a comparative study of USPTO, EPO, and JPO patents (1976-2004)
Autores	Xin Li, Yiling Lin, Hsinchun Chen, Mihail C. Roco
País	Estados Unidos da América
Ano de Publicação	2007
Artigo 5	Trends for nanotechnology development in China, Russia and India
Autores	Xuan Liu, Pengzhu Zhang, Xin Li, Hsinchun Chen, Yan Dang, Catherine Larson, Mihail C. Roco, Xianwen Wang
País	China e Estados Unidos da América
Ano de Publicação	2009
Artigo 6	Social Distance versus spatial distance in R&D cooperation: Empirical evidence from European collaboration choices in micro and nanotechnologies
Autores	Corinne Autant-Bernard, Pascal Billand, David Frachisse, Nadine Massard
País	França
Ano de Publicação	2007

Fonte: Elaborado pela autora (2013).

A consulta com os termos especificados em língua portuguesa não retornou resultados. Ainda, a pesquisa pelo termo “*nanotechnology innovation network*”, entre aspas, retornou apenas um resultado, o qual é especificado no Quadro 2.

Quadro 2 – Resultado da pesquisa a partir do termo “*nanotechnology innovation network*”

Artigo 1	Practitioners' Views on Responsibility: Applying Nanoethics
Autores	Foley, R.W., Bennett, I., Wetmore, J.M.
País	Estados Unidos da América
Ano de Publicação	2012

Fonte: Elaborado pela autora (2013).

A partir do exposto, a leitura dos artigos identificou aspectos relevantes no que tange às redes de inovação em nanotecnologia, representados, sobretudo, pela caracterização dos países com maior número de patentes e/ou iniciativas relacionadas aos programas de inovação em nanotecnologia. Essa pesquisa constituiu, dessa forma, a base para a construção do referencial teórico deste trabalho, permitindo a identificação dos construtos a serem trabalhados.

Assim, este capítulo está dividido em três seções, a saber:

- a) inovação;
- b) interações interorganizacionais;
- c) inovação em nanotecnologia.

## 2.1 INOVAÇÃO

### 2.1.1 Conceito de Inovação

O desenvolvimento econômico, ao longo dos anos, foi associado ao conceito evolucionista darwinista, considerando o processo evolutivo como uma função de mudança da população, e não do indivíduo. Assim, as funções econômicas seriam consideradas estáticas, e as mudanças ocorridas seriam resultado de um desenvolvimento uniforme a toda uma população, nação ou humanidade (SCHUMPETER, 1934).

Contudo, a Teoria do Desenvolvimento Econômico de Joseph Alois Schumpeter, cuja primeira edição em língua alemã data do ano de 1911, explicitou que as mudanças ocorridas na economia não constituem um processo de desenvolvimento circular. Ao contrário, é necessário que a base para a interpretação dos fatos futuros seja baseada em outros fatores que não somente a simples análise das condições econômicas históricas. Sob esse viés, ao introduzir no cenário econômico a figura do empresário inovador, Schumpeter (1934) apresenta um novo formato de desenvolvimento, explicando que esse agente econômico é o responsável pela introdução de novos produtos no mercado, descoberto por meio de novas combinações dos fatores de produção existentes ou ainda pela aplicação prática de alguma invenção.

Logo, a visão schumpeteriana de inovação baseia-se na interligação entre a criação de novos mercados, a ação empreendedora e o processo de inovação, estabelecendo o lucro como premissa fundamental para a existência de inovação. Ademais, o autor entende que o processo inovador surge a partir de cinco pressupostos, sendo eles: (i) a introdução de um novo produto ou mudança qualitativa em um produto existente; (ii) a inovação de processo que possa configurar-se como novidade para uma indústria; (iii) a abertura de um novo mercado; (iv) o desenvolvimento de novas fontes de suprimento de matéria-prima ou novos insumos; e (v) as mudanças na organização industrial (SCHUMPETER, 1982).

De uma mesma forma, Drucker (1986) apresenta a inovação como a capacidade de buscar e aproveitar novas oportunidades para satisfazer as necessidades humanas. Assim, o autor apresenta a inovação como o instrumento

específico do espírito empreendedor, o qual chamamos por vezes de empreendedorismo, visto que a inovação tem a capacidade de criar um recurso e, portanto, riqueza. É importante ressaltar que, para o autor, a inovação explora a mudança por meio da análise sistemática de um conjunto de sete áreas de fontes de oportunidades inovadoras, sendo elas: (i) o inesperado; (ii) a incongruência; (iii) inovação baseada em necessidade do processo; (iv) mudanças na estrutura do setor industrial ou do mercado; (v) mudanças demográficas; (vi) mudanças em percepção, disposição e significado; e (vii) conhecimento novo (DRUCKER, 1986).

Para autores como Higgins (1995) e Rogers (1995), o conceito de inovação está intrinsecamente conectado à novidade, visto que ambos conceituam-na como uma nova ideia, comportamento ou objeto que seja percebido como novo para a organização ou o indivíduo. De uma mesma forma, Dosi (1998) relaciona o processo de inovação à descoberta e desenvolvimento por meio de experimentação de novos produtos, processos ou arranjos organizacionais. Ainda, Damanpour (1991) associa a inovação às mudanças, explicando que estas são concebidas pelas empresas, seja como reação, seja como prevenção ao que ocorre no ambiente externo.

Para Porter (1989), uma nação somente consegue se tornar competitiva por meio das inovações, pois a capacidade industrial da Nação para inovar e melhorar é a premissa essencial de sua competitividade. Ao mesmo tempo, e utilizando-se de um pensamento neo-schumpeteriano, Tidd, Bessant e Pavitt (2008) estabelecem a relação entre lucro e inovação ao situar a ocorrência de inovação somente quando as oportunidades identificadas são, de fato, aproveitadas. Ou seja, a inovação decorre da aplicação bem sucedida de um novo produto ou processo, não dependendo unicamente da novidade ou da invenção.

Essa interação entre o conceito de inovação e o mercado pode ser observada também nos manuais publicados pela Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE), que consiste na referência para os estudos que tangem à inovação, visto que, desde a década de 1970, a organização considerava como inovação a utilização de um método tecnológico, pela primeira vez, e com a condição de que obtivesse êxito comercial. Contudo, devido às implicações econômicas e sociais, esse conceito foi revisto posteriormente pela OCDE (OCDE, 1992).

Atualmente, os manuais produzidos pela Organização apresentam as diretrizes e parâmetros para avaliação de indicadores relacionados à inovação.

Assim, o Manual de Camberra possuía como objetivo principal a definição das diretrizes e parâmetros para mensuração de recursos humanos utilizados no desenvolvimento tecnológico. O Manual de Frascati trouxe a conceituação de inovação tecnológica, além de descrever as atividades de inovação, tratando das pesquisas de P&D nas indústrias. Já o Manual de Oslo contempla as ações que englobam as inovações de processo, produto, organizacional e *marketing*, bem como os impactos decorrentes desses fenômenos (OCDE, 2002; OCDE, 1997).

Pela definição do Manual de Oslo, a inovação consiste na “implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de *marketing*, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas” (OCDE, 2004). De acordo com o exposto, é possível entender que a inovação, atualmente, é considerada um processo, do qual fazem parte a Pesquisa, Desenvolvimento, Clientes e Mercado (OCDE, 1997).

Esse viés mercadológico da inovação também é observado por Hamel e Prahalad (1994), que a descrevem como o processo de utilização de novas tecnologias com a finalidade de aumentar a competitividade da organização, e com o objetivo de firmar sua participação no mercado frente à concorrência. Assim, uma empresa inovadora precisa centrar sua competência essencial na reinvenção de seus produtos e processos, transformando a inovação em um processo estratégico intrínseco à empresa.

No âmbito da inovação tecnológica, esta se difere do conceito usual de inovação, pois engloba a utilização de uma gama de conhecimentos científicos, técnicas e procedimentos diversos para a implantação de um produto ou serviço no mercado, conforme descrito por Donadio (1983). Christensen (2001) reforça esse pensamento, conectando a inovação às mudanças tecnológicas que são utilizadas nas transformações de propostas de baixo desempenho em outras com desempenho superior, ao que chama inovação disruptiva.

Contudo, como a utilização intensiva de conhecimentos científicos e tecnológicos nas transformações ocorridas nas empresas sugere o emprego de tecnologia nas inovações que obtêm sucesso no mercado, a linha que diferencia os conceitos de inovação e inovação tecnológica é tênue, fazendo com que, para efeitos deste estudo, ambos os conceitos tenham o mesmo significado.

### 2.1.2 Dimensões da Inovação

A primeira edição do Manual de Oslo diferenciava as inovações tecnológicas do que chamava de atividades inovativas, visto que considerava como inovação tecnológica somente as inovações de produto e processo, que envolveriam uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais e comerciais (OCDE, 1997). Já as atividades inovativas seriam: (i) pesquisa e desenvolvimento (P&D); (ii) engenharia industrial; (iii) início da produção; (iv) *marketing* de novos produtos; (v) aquisição de tecnologia intangível; (vi) aquisição de tecnologia tangível; (vii) *design*. Contudo, posteriormente, as inovações não tecnológicas foram abrangidas pelo manual, adicionando-se ao escopo as inovações de *marketing* e organizacional.

Assim, o Manual de Oslo admite a existência de quatro dimensões de inovação, sendo elas as inovações de produto, processo, organizacionais e de *marketing*. As **inovações de produto**, no escopo do Manual, consistem na implantação ou comercialização de produtos com características de desempenho aprimoradas, enquanto as **inovações de processo** englobam a implantação ou adoção de métodos de produção ou comercialização novos ou significativamente aprimorados, o que pode envolver mudanças nos equipamentos, métodos de trabalho, recursos humanos ou uma combinação dos anteriores (OCDE, 1997).

Ademais, as **inovações organizacionais** contemplam a introdução de estruturas organizacionais significativamente alteradas, técnicas de gerenciamento avançado ou orientações estratégicas novas ou alteradas. Já as **inovações de marketing** contemplam as atividades que são relacionadas ao lançamento de um produto novo ou aprimorado (OCDE, 1997).

De uma mesma forma, Tidd, Bessant e Pavitt (2008) categorizam a inovação em quatro grupos, aos quais denominam os “4 Ps” da inovação. Estas categorias contemplam as inovações de produto, que englobam as mudanças nos produtos ou serviços oferecidos por uma empresa; inovações de processo, que abrangem as mudanças na forma de entrega dos produtos ou serviços; as inovações de posição, que consistem nas mudanças no contexto em que os produtos e serviços são introduzidos; e as inovações de paradigma, que englobam as mudanças nos modelos mentais que orientam as ações da empresa.

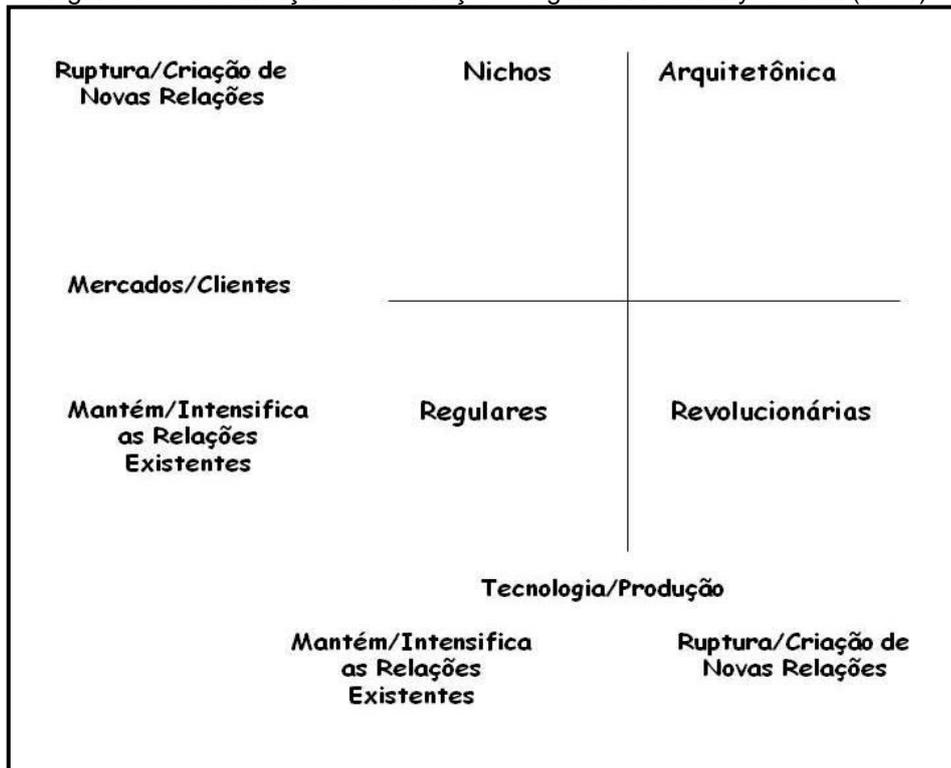
No que tange ao grau de novidade envolvido, Tidd, Bessant e Pavitt (2008) explicam que as inovações podem ser desde incrementais até radicais, dependendo

do resultado causado pela forma como serão utilizadas. Assim, as pequenas modificações com abrangência limitada a atividades específicas seriam consideradas incrementais, enquanto as grandes transformações ocorridas na sociedade seriam consideradas radicais. A mesma tipologia de diferenciação das inovações foi apresentada por Freeman e Soete (1997), ao mesmo tempo em que Dobni (2008) apresenta, ainda, as inovações tecnológicas nessa taxonomia.

Para Abernathy e Clark (1985), as inovações precisam ser classificadas de acordo com a forma com a qual afetam a organização, ao que denominam efeito de transiliência. Para os autores, uma inovação tem a capacidade de alterar os sistemas existentes de produção e *marketing*, desde melhorá-los até destruí-los. Assim, é preciso entender se a inovação proposta altera a competência do produto (seu *design*, sistemas de produção, materiais, entre outros) ou a competência do mercado (base de consumidores, aplicações, canais de distribuição, entre outros).

Para tanto, Abernathy e Clark (1985) apresentam quatro distintas classificações para as inovações, a saber: (i) arquitetônica; (ii) de nicho; (iii) regular; e (iv) revolucionária. A classificação sugerida pelos autores pode ser observada na Figura 1.

Figura 1 – Classificação das Inovações segundo Abernathy e Clark (1985)



Fonte: Adaptada de Abernathy e Clark (1985).

De acordo com essa tipologia, as inovações arquitetônicas apresentam setores completamente novos e modificam as relações com o mercado e os competidores. Já as inovações de nicho são aquelas que abrem novas oportunidades de mercado, utilizando-se de tecnologias existentes. Ainda, as inovações regulares são as que respeitam as competências técnicas nas mudanças ocorridas e se direcionam aos mesmos clientes, ou seja, mantêm praticamente o mesmo padrão, enquanto as revolucionárias tornam as tecnologias e processos existentes obsoletos, mas não modificam os mercados já consolidados (ABERNATHY; CLARK, 1985).

De acordo com Henderson e Clark (1990), a tipologia apresentada de inovação incremental e radical foi muito importante para os avanços teóricos nessa área, contudo, são fundamentalmente incompletos. Assim, eles apresentam uma classificação baseada nos tipos de conhecimento envolvidos em cada forma de inovação, permitindo classificá-las em: (i) inovação incremental; (ii) inovação modular; (iii) inovação descontínua; e (iv) inovação de arquitetura, conforme apresenta a Figura 2.

Figura 2 – Classificação das Inovações segundo Henderson e Clark (1990)

		Conceitos Centrais	
		Reforçado	Destruído
Relação entre Conceitos Centrais e Componentes	Não-alterado	<b>Inovação Incremental</b>	<b>Inovação Modular</b>
	Alterado	<b>Inovação de Arquitetura</b>	<b>Inovação Radical</b>

Fonte: Adaptada de Henderson e Clark (1990).

Para os autores, a inovação incremental consiste na melhora de produtos ou processos, sendo realizada por meio do conhecimento acumulado de conceitos centrais. Já a inovação modular traz a alteração significativa de algum elemento, ainda que a arquitetura permaneça a mesma. Nessa classe, embora haja a necessidade de adquirir um novo conhecimento, não há mudanças radicais envolvidas.

Na inovação de arquitetura, por sua vez, surgem novas combinações estruturais, como resposta às necessidades diferenciadas de grupos de usuários, exigindo a reformulação das fontes de conhecimento. Já na inovação radical, altera-se todo o conjunto conhecido, abrindo-se espaço para novos entrantes. Assim, nem o produto final nem os meios de obtenção são conhecidos.

### 2.1.3 Fases e Etapas do Processo de Inovação

No que diz respeito às fases do processo de inovação, a primeira contribuição advém de Schumpeter (1982), que dividiu em três fases o processo de mudança tecnológica, sendo elas a invenção, a inovação e a difusão. A invenção derivaria, dessa forma, de um processo de descoberta; seguido pelo desenvolvimento de uma invenção de forma comercial – a inovação – e culminando com a difusão, que seria a expansão de uma inovação em uso comercial. Sob esse viés, a inovação só seria concretizada ao se realizar a primeira transação comercial do novo produto ou processo.

Já no que diz respeito às etapas envolvidas no processo de inovação, Tidd, Bessant e Pavitt (2008) apresentam de forma resumida três fases: procura, seleção e implementação, de acordo com o apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Etapas do Processo de Inovação



Fonte: Tidd, Bessant e Pavitt (2008).

Na fase de procura, as empresas analisam o cenário a fim de identificar oportunidades e ameaças para as mudanças. Já na fase de seleção, a empresa decide a quais desses sinais deverá responder. A fase de implementação consiste na tradução da ideia inicial no produto a ser introduzido no mercado e, por isso, precisa de atenção especial à aquisição de conhecimento, execução do projeto, lançamento da inovação no mercado, sustentabilidade da inovação a longo prazo e oportunidades de aprendizagem das empresas por meio deste ciclo.

Para Drucker (1986), a inovação é um processo sistemático que resulta da análise, sistema e trabalho árduo, visto que pelo menos 90% das inovações que obtêm sucesso no mercado ocorrem dessa forma. Para o autor, as ideias luminosas geralmente não possuem os fatores necessários para se tornarem inovações. Assim, a inovação sistemática começa com a análise das oportunidades inovadoras, reunidas pelo autor em sete áreas de fontes de oportunidades, seguida por uma elaboração analítica do plano de ação, que inclui a análise das expectativas, valores e necessidades dos consumidores finais. Somente assim pode-se obter a inovação certa da forma certa, atingindo o resultado específico esperado.

Já Usher (1954) apresentou o processo de inovação em quatro etapas, consistindo na percepção do problema, definição do estágio, o ato de *insight* e a revisão crítica. Para o autor, a etapa de percepção do problema consiste na identificação do problema existente, seguida pela configuração dos eventos existentes, ou contextualização – a definição do estágio. Já o ato de *insight* consiste em encontrar a solução correta, em meio ao leque de opções existentes. Já a etapa final, de revisão crítica, pretende analisar a inovação, a fim de verificar sua real praticidade.

#### **2.1.4 Inovação Fechada e Aberta**

Os primeiros modelos propostos pelos estudiosos da área de inovação sugeriam que o processo inovativo acontecia de forma linear, com ênfase nas capacidades internas das organizações e, por conseguinte, em seus setores de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Contudo, a maior compreensão acerca das atividades desse processo estabeleceu mudanças significativas nesse panorama, o

que fez com que a inovação passasse a ser entendida como um processo complexo, interdependente e dinâmico (DIEHL; RUFFONI, 2012).

Rothwell (1994) propôs uma perspectiva histórica e evolutiva dos modelos de inovação, desde os modelos lineares das décadas de 1950 e 1960, até o modelo contemporâneo paralelo. De acordo com o autor, a primeira geração, ocorrida entre os anos 1950 até a metade da década de 1960, possuía o conceito *technology-push*, ou seja, quando maior o investimento em P&D nas organizações, maior o sucesso dos produtos introduzidos no mercado.

A segunda geração, ocorrida entre a segunda metade dos anos 1960 e o início dos anos 1970, possuía uma característica *market-pull*. Nesse modelo, as inovações seriam geradas a partir da necessidade dos consumidores, ainda que o processo continuasse sendo linear. Dos anos 1970 até a metade dos anos 1980, observou-se a terceira geração, caracterizada pelo modelo de acoplamento entre ciência, tecnologia e mercado, no qual as características *technology-push* e *market-pull* começaram a se integrar (ROTHWELL, 1994).

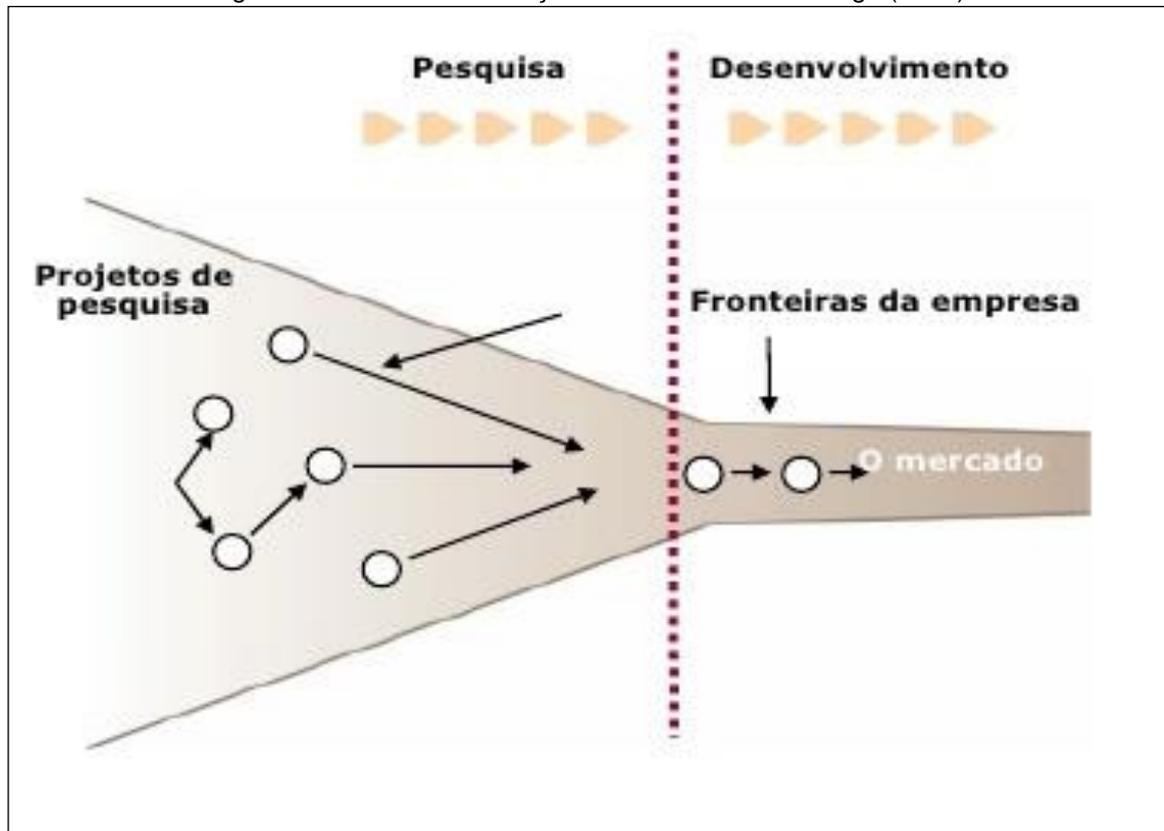
A quarta geração, do início dos anos 1980 até o início dos anos 1990, foi caracterizada por um modelo integrado. Inspirado nas empresas japonesas, que utilizavam a prática intensiva de reengenharia, o modelo propunha uma integração das equipes de desenvolvimento (inclusive fornecedores) e o desenvolvimento em paralelo, exigindo o aumento da velocidade de desenvolvimento de novos produtos/serviços para a competitividade das empresas (ROTHWELL, 1994).

Já a quinta geração, que ocorre a partir da metade dos anos 1990, é caracterizada pela integração de sistemas e redes de cooperação, unindo as melhores práticas das gerações anteriores. Essa geração é amparada pelos recursos tecnológicos, sobretudo pela tecnologia da informação, e é fortemente orientada para a eficiência, utilizando-se da união de fatores estratégicos e organizacionais, fatores de execução, fatores de economia, fatores tecnológicos e fatores de integração, possibilitando a geração de inovação em produtos que exigem desenvolvimento intensivo e alto custo (ROTHWELL, 1994).

Nesse contexto, os estudos de Chesbrough (2003) admitem a existência de dois modelos de inovação, sendo eles a inovação fechada e a inovação aberta. O modelo de inovação fechada é semelhante à 1ª, à 2ª e à 3ª gerações propostas por Rothwell (1994), enquanto a 4ª e a 5ª gerações apresentam semelhanças com o modelo de Inovação Aberta.

Para Chesbrough (2003), o conceito de Inovação Fechada, ou *Closed Innovation*, considera que todas as fases do processo de inovação devem ser realizadas internamente, ou seja, a própria empresa deve gerar suas ideias, e se responsabilizar pelo desenvolvimento, construção, comercialização, distribuição e financiamento destas, sem qualquer tipo de interação externa. Nesse paradigma, o foco reside nas capacidades internas da organização, fazendo com que todos os projetos de P&D das empresas entrem no início do processo e deixem a organização somente quando do lançamento do novo produto no mercado. O modelo de inovação fechada proposto pelo autor pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 – Modelo de Inovação Fechada de Chesbrough (2003)



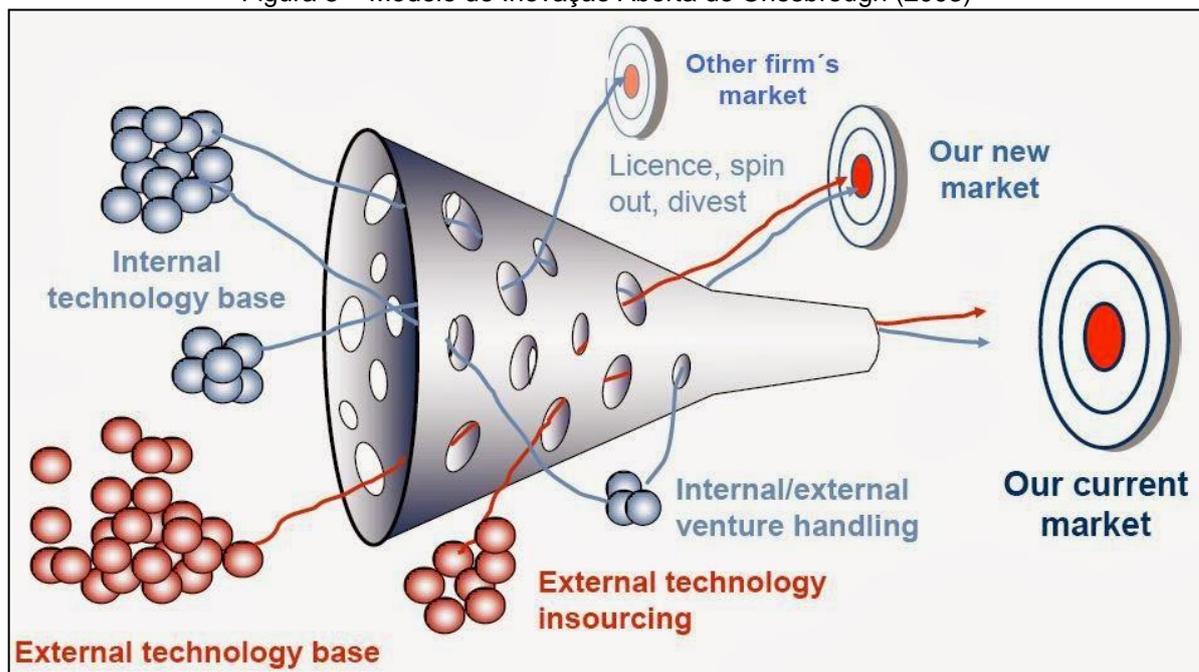
Fonte: Adaptada de Chesbrough (2003).

O modelo de inovação fechada possui essa denominação porque os projetos de pesquisa possuem somente uma forma de entrada na empresa e seguem um único caminho até sua chegada ao mercado. Ou seja, os projetos de pesquisa são introduzidos a partir da base da empresa e passam pelo processo natural de progressão. Nessa progressão, alguns projetos são interrompidos, enquanto outros são selecionados para futuras pesquisas, atingindo finalmente o mercado.

Contudo, apesar de o modelo ter sido bem-sucedido até meados dos anos 1980, a partir do século XX as empresas passaram a questionar essa maneira de condução dos processos de inovação, visto que as pequenas empresas que começaram a investir em alta tecnologia não possuíam capacidade suficiente para administrar todo o processo. Assim, o aumento da competitividade forçou as empresas a diminuir seus custos de produção, além do fato de que se elevou a mobilidade da força de trabalho.

Segundo Chesbrough (2003), essas mudanças impulsionaram uma nova forma de pensamento no interior das empresas, denominada Inovação Aberta, ou *Open Innovation*. Esse novo paradigma admite que as empresas podem e devem utilizar ideias internas e externas no desenvolvimento de tecnologia, exigindo que as empresas busquem parceiros e conhecimento externo, de acordo com o ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Modelo de Inovação Aberta de Chesbrough (2003)



Fonte: Chesbrough (2003).

Dessa forma, a inovação aberta trata a pesquisa e o desenvolvimento como um sistema aberto, que admite que as ideias valiosas venham do interior da empresa ou do próprio mercado. Assim, o conhecimento torna-se uma ferramenta amplamente distribuída, em que mesmo as empresas mais capacitadas em P&D precisam identificar e se conectar a fontes de conhecimento externas como um

passo essencial no processo de inovação. Esse modelo é considerado aberto, pois existem muitos caminhos para que as ideias possam acompanhar o fluxo do processo e ainda muitos outros caminhos que as levem até o mercado (CHESBROUGH, 2003).

De acordo com Lonigro, Morreale e Enea (2014), a análise acerca da integração entre os procedimentos de P&D e a inovação aberta deve ser considerada de acordo com o tipo de indústria no qual o novo produto será inserido. Na indústria biofarmaceutica, por exemplo, as atividades de P&D constituem processos longos, incertos, caros e estratégicos para o setor. Assim, a cooperação entre pesquisas internas e externas torna-se ideal, visto que os atores envolvidos geralmente possuem condições financeiras de apoiar esses projetos, permitindo a customização dos produtos de acordo com a necessidade dos consumidores.

Ademais, é preciso entender que a atividade de P&D, por constituir um processo intensivo em conhecimento, se beneficia da interação entre atores internos e externos à organização (NONAKA; VON KROGH; VOELPEL, 2006). Desse modo, como o conhecimento e a tecnologia tornam-se a cada dia mais complexos, existe uma importância crescente da interação entre as empresas e outras instituições, que permite o compartilhamento de conhecimento e novos padrões de atuação, estabelecendo, por meio da inovação aberta, uma nova forma de gerenciar a inovação.

## 2.2 INTERAÇÕES INTERORGANIZACIONAIS

No entendimento de Ritter e Gemünden (2003), as interações interorganizacionais são mecanismos socialmente constituídos, visando à ação coletiva, e que são formados e reestruturados pelas ações e interpretações simbólicas das partes envolvidas. Para Oliver (1990), esses relacionamentos são formados pelas transações, fluxos e ligações de recursos relativamente duradouros que ocorrem entre duas ou mais organizações, podendo ser de forma cooperativa ou concorrencial e antagônica. Para fins deste estudo, contudo, somente as interações cooperativas ou colaborativas serão consideradas, visto que as atividades concorrenciais não são compatíveis com os objetivos da pesquisa.

Apesar de Aldrich (1979) destacar que as organizações prefeririam não estabelecer relações interorganizacionais, pois estas podem limitar as suas ações e

dificultar a escolha de suas estratégias individuais, foi possível acompanhar, desde o início dos anos 1980, o aumento do interesse das empresas em inúmeras formas de colaboração, tais como *joint-ventures*, alianças e consórcios. Esse interesse surgiu baseado na incapacidade de autossustentação das organizações, que começaram a entender a colaboração e cooperação como elemento imprescindível no estabelecimento de uma estratégia competitiva (SMITH, 1994; ALDRICH, 1979).

Assim, no que diz respeito às motivações para o estabelecimento de alianças entre organizações, Whetten e Leung (1979) ressaltam que as empresas procuram estabelecer relacionamentos externos devido ao seu valor instrumental, isto é, a fim de contribuir para o alcance dos objetivos organizacionais e maximizar seus ganhos. Ritter e Gemünden (2003) reforçam esse pensamento, estabelecendo, como motivador para a formação de alianças, o propósito econômico e a orientação para o longo prazo, ressaltando, ainda, que os relacionamentos não são estáticos, isto é, se modificam ao longo do tempo e variam de acordo com os agentes envolvidos no processo.

De uma mesma forma, Smith (1994) explicita que algumas empresas estabelecem relações a fim de neutralizar a concorrência, transformando os competidores em aliados, enquanto outras utilizam a cooperação como forma de acessar os recursos e capacidades necessários, com o intuito de aumentar sua competitividade. Ademais, os relacionamentos interinstitucionais podem ser entendidos como um meio rápido, eficaz e eficiente no processo de aquisição e apropriação do conhecimento.

No âmbito científico, as relações interorganizacionais surgem por meio da cooperação e/ou colaboração científica e consistem em um esforço coordenado e resultados com méritos compartilhados, permitindo o avanço das pesquisas científicas em quaisquer áreas. Para Katz e Martin (1997), a colaboração pode ocorrer entre indivíduos, grupos, departamentos, instituições, setores ou nações, entre os (inter) e dentro dos (intra) diferentes níveis.

Os principais motivos para o estabelecimento de relacionamentos cooperativos na academia, para autores como Katz e Martin (1997), estão relacionados à facilidade de acesso às informações devido à popularização da tecnologia; o alto custo das pesquisas, demandando o compartilhamento de custos; e a grande quantidade de informações disponíveis, que exigem especialização e colaboração para a solução de problemas complexos.

Outra característica surgida a partir dos relacionamentos cooperativos na área científica diz respeito às interações ocorridas entre as universidades, centros de pesquisa, empresas e, eventualmente, órgãos governamentais. Sobretudo nos países caracterizados pela industrialização tardia, as empresas não dispõem de estrutura própria de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, necessitando formar alianças com universidades para o incremento de suas pesquisas. Assim, é possível reduzir custos e tempo inerentes às pesquisas; usufruir de benefícios fiscais criados para incentivar o desenvolvimento tecnológico; ter acesso a laboratórios e recursos humanos qualificados; e conhecer intensamente os avanços tecnológicos da área de atuação, aumentando, assim, a competitividade das organizações (LONGO; OLIVEIRA, 2000).

### **2.2.1 Interações Interorganizacionais para a Promoção da Inovação**

De acordo com a OCDE (2013), o local é um fator importante para a inovação, visto que as interações mais fortes ocorrem de acordo com a proximidade, considerando-se um raio de aproximadamente 200 quilômetros. Além disso, a globalização tem forçado as organizações a pensarem fora de seus próprios limites, fato corroborado pelo aumento do número de patentes registradas por inventores de países diferentes – que cresceu de 10% para 20% nas últimas três décadas – e pelo número de publicações científicas em colaboração com autores estrangeiros, que triplicou no mesmo período.

O conceito de redes de inovação, ou redes de inovadores, não constitui um conhecimento novo ou mesmo uma nova forma de atuação. Freeman (1987) atestava, ainda, no final dos anos 1980, que a utilização de informações externas pelas empresas, ou mesmo a atuação por meio de redes colaborativas voltadas à inovação, constituía um assunto reconhecido e estudado desde a metade da década de 1950, ou seja, há mais de 35 anos. Contudo, o maior interesse acerca das redes de inovação surgiu somente a partir da década de 1980, transformando e modificando as formas de atuação existentes até aquele momento.

No entendimento de Imai e Baba (1989), as redes de inovação podem ser entendidas como um arranjo institucional básico para lidar com a inovação sistêmica, atuando por meio de uma forma interpenetrada de mercado e organização. De acordo com Bianchi (1991), uma rede de inovadores pode ser entendida como uma

cooperativa, com base na determinação dos direitos individuais sobre o consumo de um bem específico de propriedade do grupo como um todo. Nessa rede, a produção de conhecimento regulamenta a divisão do trabalho e a geração de inovações de produtos e processos. Assim, o conhecimento torna-se um bem público para os participantes da rede e gera um interesse comum na introdução de inovações.

A OCDE (2008) diz que, a partir da década de 1980, as organizações perceberam que, para que as empresas pudessem atender à crescente demanda dos clientes e fornecedores, as grandes companhias precisariam adotar uma nova forma de atuação, a que chamaram “ecossistema de inovação”. Essa atuação é realizada por meio de uma rede global de inovação, incluindo pessoas, instituições (governos e universidades) e empresas em seu próprio país ou em outras nações, a fim de solucionar problemas, buscar conhecimento ou gerar ideias. Dessa forma, as atividades de P&D seriam desenvolvidas por essas grandes redes colaborativas, facilitando o acesso ao conhecimento e o desenvolvimento de novas tecnologias (OCDE, 2008).

A partir dessa perspectiva, percebe-se que o conceito de redes de inovação se confunde, por vezes, com a literatura acerca de Sistemas de Inovação (SI), que analisa de que forma a infraestrutura regional ou nacional pode contribuir para impulsionar a inovação em empresas locais. De acordo com Freeman (1995), o termo Sistema Nacional de Inovação (SNI) foi utilizado pela primeira vez por Lundvall no ano de 1992, ainda que a ideia de “Sistema Nacional de Economia Política” descrita por Friedrich List em 1841 se assemelhe muito ao conceito de SNI.

De acordo com Freeman (1995), o Sistema Nacional de Inovação constitui um conjunto de instituições, atores e mecanismos de um país que venham a contribuir para a criação, o avanço e a difusão das inovações tecnológicas. Dentre os agentes do SNI, estão os institutos de pesquisa, as instituições de ensino, as empresas, os laboratórios de pesquisa e desenvolvimento, os órgãos governamentais, o sistema financeiro, as universidades e os mecanismos e as instituições de coordenação.

Já Albuquerque (1996) definiu o Sistema Nacional de Inovação como uma construção institucional com finalidade de impulsionar o progresso tecnológico em economias capitalistas complexas, sendo essa construção produto de uma ação deliberada ou de um somatório de decisões não planejadas. Mais tarde, Edquist

(2001) definiu o SNI como um sistema composto por entidades econômicas, sociais e políticas e outros fatores que influenciam a criação, difusão e uso das inovações.

A conceituação de Sistemas Nacionais de Inovação inspirou o surgimento do conceito de sistemas regionais de inovação, que constituem uma estrutura surgida a partir do fluxo de informações e aprendizagem localizado em uma região específica. Essa região pode tornar-se mais inovativa e competitiva por meio da promoção de relacionamentos sistêmicos entre empresas e a infraestrutura de conhecimento da região. Além disso, a criação de conhecimento nas empresas pode ser explorada para suportar novas atividades econômicas, atividade condizente com o processo inovativo (FAGERBERG; MOWERY; NELSON, 2006).

Outro conceito que é baseado na relação entre as empresas e outros agentes, a fim de promover a inovação, é o modelo da Hélice Tríplice, proposto por Etzkowitz e Leydesdorff, em 1996. Esse modelo surgiu a partir da proposta de Jorge Sábato e Natalio Botana, em 1968, que propunham uma abordagem da ciência e da tecnologia com o propósito de superar o subdesenvolvimento da América Latina. Segundo os autores, o chamado Triângulo de Sábato emergiria da ação múltipla e coordenada de três elementos fundamentais para o desenvolvimento social: o governo, a estrutura produtiva e a infraestrutura científica e tecnológica (SÁBATO; BOTANA, 1968).

De uma mesma forma, os estudos de Etzkowitz e Leydesdorff (2000) basearam o modelo da Hélice Tríplice na interação entre a Universidade, o Governo e as Indústrias, com a óptica de que a Universidade seria responsável por promover as relações com as empresas (setor produtivo de bens e serviços) e o governo atuaria como setor regulador e fomentador da atividade econômica, com o intuito de produzir novos conhecimentos, fomentar a inovação tecnológica e fortalecer o desenvolvimento econômico.

## 2.3 INOVAÇÃO EM NANOTECNOLOGIA

### 2.3.1 Nanotecnologia

De acordo com o relatório emitido pela The Royal Society & The Royal Academy of Engineering (2004), a nanociência é a área que se dedica ao estudo do fenômeno e à manipulação de materiais nas escalas atômica, molecular e

macromolecular, cujas propriedades diferem significativamente daquelas em escalas maiores. Já a nanotecnologia define o desenho, caracterização, produção e aplicação de estruturas, dispositivos e sistemas por meio do controle do tamanho e forma em escala nanométrica.

O objetivo da nanotecnologia é criar novos materiais e desenvolver novos produtos e processos, baseados na capacidade de manipular átomos e moléculas. Assim, utilizam-se as estruturas em escala nanométrica (nm), a qual, em uma escala de grandeza associada a potências de 10, representa  $10^{-9}$ . Ou seja, um nanômetro equivale a um fator de  $10^{-9}$  do metro, ou um bilionésimo do metro. Esse tamanho é aproximadamente cem mil vezes menor do que o diâmetro de um fio de cabelo e setecentas vezes menor do que um glóbulo vermelho encontrado no sangue humano (ABDI, 2010).

A importância da abordagem nano está no fato de que, nessa dimensão, os materiais exibem propriedades diferentes das normais, deixando de obedecer às leis convencionais da física. Esse ramo da ciência pode também atuar no início da estrutura hierárquica dos materiais, o que a permite tratar de estruturas maiores com as propriedades desejadas (HAYASHI et al., 2006).

Quando se fala em nanotecnologia, algumas pessoas pensam que ela teve seu início apenas no início dos anos 80, o que é verdade em relação ao nome e ao conceito. Contudo, a preocupação do homem com “o que é muito pequeno” vem de séculos antes, a exemplo da fabricação dos vitrais de catedrais da Europa, que utilizavam pigmentos feitos à base de metais e seus compostos, ou mesmo da fabricação do aço de Wootz (aço de damasco), que continha compostos de carbono semelhantes aos nanotubos, conferindo ao material uma dureza excepcional (ABDI, 2010).

O termo “nanotecnologia” foi utilizado pela primeira vez por Norio Taniguchi, em 1957, ao tentar explicar as estruturas com dimensões inferiores a um micrão (1.000nm) (ABDI, 2010). Já no ano de 1959, Richard P. Feynman chamou atenção para a crescente necessidade de espaço, estimulando as pesquisas acerca de redução do tamanho dos objetos e questionando a possibilidade de utilizar a manipulação de átomos para alcançar tal redução (HAYASHI et al., 2006).

A publicação do livro *Engines of Creation*, de autoria de Eric Drexler, no ano de 1981, foi responsável pela popularização da nanotecnologia, embora a importante descoberta acerca dos nanotubos de carbono, que constituem estruturas

cilíndricas formadas por átomos de carbono e que possuem alta resistência, tenha acontecido apenas em 1991, por Sumio Iijima, no Japão. Essas descobertas estabeleceram a nanotecnologia como “uma nova revolução científica”, o que se acentuou com os investimentos de US\$ 495 milhões dados pelo Governo Clinton, em 2000, para a Iniciativa Nacional de Nanotecnologia, nos Estados Unidos da América (ABDI, 2010).

No que diz respeito ao desenvolvimento da nanociência, de acordo com Huang et al. (2004), até o ano de 2003, os países que detinham o maior número de patentes relacionadas à nanotecnologia registradas na base USPTO eram Estados Unidos da América, Japão, Alemanha e França, trazendo, no mesmo ano, a República da Coreia e a Holanda no *ranking*. Já no ano de 2007, os países citados mantinham a liderança nas bases USPTO e EPO, com exceção da Holanda, que assistiu a uma rápida expansão de países como Canadá e Suíça (LI et al., 2007). Já no ano de 2010, a análise conduzida por Zheng et al. (2013) mostrou que os países líderes do *ranking*, de acordo com as patentes registradas na base USPTO, eram Estados Unidos, Alemanha, Japão e Canadá.

No que diz respeito às publicações científicas, por sua vez, o estudo conduzido por Kumiko e Islam (2007) no conteúdo das bases de dados da Elsevier, mostrou que o Japão possuía 42% das publicações asiáticas relacionadas à nanotecnologia, seguido pela China, com 31%. Nesse cenário, o Japão apresentou um aumento nas publicações de 1994 a 2002, seguido por uma estagnação em 2003 e 2004, provavelmente devido aos novos entrantes, como a China. Ainda assim, as publicações científicas relacionadas à nanotecnologia traziam na liderança os mesmos países que detinham o topo do registro das patentes, sendo eles Estados Unidos da América, Japão e Alemanha, permitindo classificar os países em quatro grandes grupos: i) Ásia; ii) Estados Unidos; iii) União Europeia e; iv) outros.

Dentre os setores que têm apresentado maior destaque no lançamento de produtos obtidos por via nanotecnológica, ou contendo nanotecnologia, estão os setores de energia, iluminação, automóveis, esportes, tecidos, embalagens, cosméticos e fármacos, além de grande utilização no setor de Ciências da Vida, com a criação de materiais implantáveis, materiais de reparação óssea, implantes de retinas, sistemas de *drug-delivery* com sensores e autodosadores (insulina), etc. O sistema eletrônico de alta performance, que utiliza pequenas partículas há mais de

20 anos, também continua em forte atividade, com o desenvolvimento de novas memórias, etiquetas eletrônicas e outros (ABDI, 2010).

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo, são descritas as técnicas que foram empregadas para a coleta e análise dos dados recolhidos na pesquisa, bem como as estratégias utilizadas no planejamento da dissertação.

#### 3.1 PESQUISA QUANTITATIVA-DESCRITIVA

Lakatos e Marconi (2011) explicitam que o método consiste nas atividades sistemáticas empregadas a fim de alcançar um objetivo, de forma segura e econômica e com a possibilidade de detecção de erros. De uma mesma forma, Cervo, Bervian e Silva (2007) explicam que o método consiste no conjunto de processos empregados na investigação e na demonstração da verdade. Dessa forma, o método não pode ser inventado, já que depende fundamentalmente do objeto da pesquisa. Ao mesmo tempo, não pode ser entendido como um modelo ou uma fórmula sem margem de erros, pois é um instrumento de pesquisa que depende de seu usuário, o pesquisador (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

No que diz respeito à natureza das pesquisas científicas, estas podem ser básicas ou aplicadas. Desse modo, este estudo configura-se como uma pesquisa aplicada, visto que pretende gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos (LAKATOS; MARCONI, 2005).

Quanto aos objetivos da pesquisa, Hair Jr. et al. (2005) apresentam as pesquisas exploratória, descritiva e causal. De acordo com os autores, a pesquisa exploratória torna-se útil quando existe pouca teoria disponível para orientar as previsões ou quando as questões de pesquisa são vagas. Já a pesquisa descritiva tem o intuito de descrever alguma situação, geralmente utilizando-se de estatísticas descritivas, enquanto a pesquisa causal pretende testar se um evento acontece em decorrência de outro.

De uma mesma forma, Malhotra et al. (2006) argumentam que existem dois tipos amplos de modelos de pesquisa: conclusiva e exploratória. Enquanto a pesquisa exploratória permite proporcionar esclarecimento e compreensão, por meio de uma amostra pequena, de análise qualitativa dos dados e de resultados experimentais, a pesquisa conclusiva pretende testar hipóteses específicas, por meio de análise quantitativa dos dados de uma amostra representativa, gerando

resultados conclusivos.

Assim, quanto aos objetivos, a presente pesquisa assume um caráter exploratório e descritivo, pois alguns objetivos específicos do estudo pressupõem a utilização da pesquisa exploratória, a fim de prover o pesquisador de um conhecimento amplo a respeito do assunto a ser pesquisado (GIL, 2008). Já no que tange aos demais objetivos específicos, a pesquisa assume as características de uma pesquisa quantitativa-descritiva, que consiste em uma investigação empírica com o objetivo de delinear ou analisar as características de fatos ou fenômenos, estabelecidos pelo objeto de estudo (LAKATOS; MARCONI, 2005).

No que diz respeito aos procedimentos, este estudo constituiu uma pesquisa transversal operacionalizada por meio de uma *survey*. Por conseguinte, as características de uma amostra foram coletadas, tabuladas e sintetizadas estatisticamente, a fim de permitir inferências a respeito de uma população (HAIR JR. et al., 2005).

### **3.1.1 População e Amostra**

Definiram-se como população-alvo para este estudo todos os componentes dos grupos de pesquisa (líderes e pesquisadores) da área de nanotecnologia que se enquadrem nas características listadas a seguir:

- a) atuam nos grupos de pesquisa cadastrados no Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil;
- b) atuam em grupos de pesquisa vinculados a instituições de ensino localizadas no Estado do Rio Grande do Sul;
- c) atuam efetivamente em nanotecnologia.

A consulta pelo termo “nanotecnologia”, no Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil, retornou 300 resultados, visto que a consulta é realizada considerando-se os nomes dos grupos de pesquisa, os títulos das linhas integrantes dos grupos e as palavras-chave da linha (DIRETÓRIO DOS GRUPOS DE PESQUISA NO BRASIL, 2014). Contudo, somente foram considerados os pesquisadores que atuam nos grupos cujo nome contém o prefixo “nano”, totalizando, assim, 76 grupos.

Dos 76 grupos de pesquisa considerados, 19 estão vinculados a instituições de ensino superior localizadas no Estado do Rio Grande do Sul. Portanto, inicialmente, a população desta pesquisa foi constituída por 146 pesquisadores,

visto que esse é o número total de estudiosos cadastrados nos grupos considerados.

Assim sendo, os 146 pesquisadores identificados como população foram contatados, por correio eletrônico, bem como os líderes dos 19 grupos de pesquisa. No que tange aos grupos, 10 questionários foram respondidos. Já no que diz respeito aos pesquisadores, o retorno ao contato realizado indicou que nem todos os investigadores de cada grupo trabalham, efetivamente, com nanotecnologia. Logo, a partir da orientação de que somente os que trabalham com nanotecnologia deveriam responder ao questionário, retornaram 28 formulários respondidos. Dessa amostra, 23 foram respondidos de forma eletrônica, por meio do formulário do *Google Docs*, enquanto 5 entrevistas foram realizadas pessoalmente ou pelo *Skype*, a pedido dos pesquisadores. Dessa forma, a amostra considerada neste estudo foi intencional e não paramétrica.

### **3.1.2 Grupos de Pesquisa**

O Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil é a base de dados que contém informações acerca dos grupos de pesquisa em atividade no País, tais como os pesquisadores, estudantes e técnicos que constituem esses grupos, as linhas de pesquisa em andamento, os setores de aplicação e produção científica e tecnológica, dentre outros. Dessa forma, o inventário é capaz de descrever o perfil geral das atividades científico-tecnológicas no Brasil, as quais geralmente ocorrem nas universidades, instituições de ensino superior, institutos de pesquisa científica e institutos tecnológicos (CNPq, 2014).

Dentre os principais objetivos do Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil, destacam-se: i) a possibilidade de servir como instrumento para o intercâmbio e a troca de informações; ii) a constituição de uma ferramenta para o planejamento e a gestão das atividades de ciência e tecnologia; e iii) a preservação da memória da atividade científico-tecnológica no Brasil, por meio da realização de censos. A constituição dos grupos se dá em torno de um líder, e cada grupo deve estar ligado a uma instituição de ensino, além de ser autorizado pelo CNPq. Contudo, a participação no Diretório é opcional (CNPq, 2014).

É importante ressaltar que, até o ano de 1978, existiam 332 grupos de pesquisas no Brasil, número que chegou a 11.285 no período compreendido entre

os anos de 2007 a 2010, o que mostra o crescimento não somente da pesquisa científica no Brasil, mas também das interações entre os pesquisadores, instituições e destes agentes com o mercado. No censo referente ao ano de 2010, 46,8% dos grupos estavam localizados geograficamente na região Sudeste do Brasil, e 22,5% na região Sul do País (CNPq, 2014).

No que diz respeito ao relacionamento entre os grupos de pesquisa e empresas, 8.054 grupos relataram estabelecer relações com empresas, no censo do ano de 2010. As atividades realizadas nessas interações consideraram as pesquisas científicas sem e com considerações de uso imediato dos resultados, atividades de engenharia não rotineiras ou desenvolvimento de protótipos, desenvolvimento de *software*, transferência de tecnologia, atividades de consultoria e treinamento de pessoal, dentre outros. Dentre as empresas mais citadas, a Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – possui relações com 109 grupos, seguida pela Petrobras, com 56 menções. O maior número de interações também ocorre na região Sudeste do Brasil, seguida pela região Sul, sendo que a área de concentração com maior número de interações é a área das engenharias (CNPq, 2014).

### **3.1.3 Instrumento de Coleta de Dados**

Para a coleta dos dados, foram utilizados dois instrumentos, sendo um somente para os líderes dos grupos, e o outro para todos os pesquisadores integrantes dos grupos de pesquisa.

O primeiro instrumento utilizado, conforme pode ser visualizado no Apêndice A, foi um questionário elaborado com a finalidade de mapear os grupos de pesquisa em nanotecnologia existentes no Brasil e vinculados às IESs localizadas no Estado do Rio Grande do Sul e identificar os principais indicadores relativos à inovação nesses grupos. Para a construção do questionário, foi adaptado o instrumento desenvolvido por Dias (2006).

A parte inicial do questionário trouxe as questões de identificação do entrevistado e do grupo o qual lidera, trazendo, posteriormente, as informações gerais sobre as atividades de pesquisa mantidas pelo grupo. Assim, a identificação dos termos gerais sobre as atividades do grupo, pessoas ligadas ao grupo e produção tecnológica e técnico-científica deste permitiram a realização de um

mapeamento acerca dos grupos de pesquisa em nanotecnologia existentes no Brasil.

Ademais, a investigação acerca da produção tecnológica e técnico-científica dos grupos permitiu à pesquisadora quantificar as atividades inovativas (perfil de inovação) dos grupos pesquisados, visto que a mensuração da inovação pode ser realizada por meio desses indicadores. Ainda, a identificação das pessoas ligadas ao grupo de pesquisa, sua qualificação, as principais atividades e projetos em andamento relacionados ao grupo, bem como a produção técnico-científica e os investimentos advindos da criação do grupo permitiram verificar os diferentes elementos constituintes da estruturação, configuração e desenvolvimento do objeto de estudo.

Já o segundo instrumento, que pode ser visualizado no Apêndice B, constitui um questionário aplicado aos pesquisadores integrantes dos grupos de pesquisa em nanotecnologia e que constituem a amostra deste estudo. A construção das perguntas iniciais desse instrumento, denominado I Bloco: Perfil dos Entrevistados, foi realizada a partir da adaptação do questionário de Ramos (2006). Esses questionamentos pretendiam auxiliar no mapeamento dos grupos de pesquisa em nanotecnologia brasileiros, além de possibilitar um maior entendimento acerca configuração e desenvolvimento dos grupos, além da organização das pesquisas realizadas nestes.

A segunda parte do questionário, II Bloco: Motivadores dos Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia, adaptada a partir do estudo de Dias (2006), pretendeu investigar as motivações na constituição e manutenção dos grupos de pesquisa. De uma mesma forma, a terceira parte, III Bloco: Dificuldades dos Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia, também adaptada do estudo de Dias (2006), teve por objetivo identificar as dificuldades na constituição e manutenção dos grupos de pesquisa.

A quarta parte do questionário, IV Bloco: Inovação em Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia, trouxe questionamentos que permitiram identificar o perfil de inovação nos grupos de pesquisa, bem como o processo inovativo existente neles, utilizando-se de questões propostas pela autora do estudo e baseadas na revisão da literatura. Já a quinta parte, V Bloco: Estruturação, Configuração e Desenvolvimento dos Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia, adaptada a partir do estudo de Ludeña (2008), pretendiam analisar a dinâmica de inovação vigente no mercado da nanotecnologia, por meio da análise do posicionamento dos pesquisadores acerca

desse mercado e da composição dos próprios grupos de pesquisa.

A última parte do instrumento, VI Bloco: Conhecimento Interorganizacional em Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia, utilizou-se de questões propostas pela autora e adaptações do estudo de Faoro (2015), e teve por objetivo identificar de que forma o grupo retém e compartilha conhecimento interorganizacional. O Quadro 3 mostra as questões referentes a cada objetivo específico do estudo, bem como o estudo originário destas variáveis.

Quadro 3 – Operacionalização dos objetivos específicos

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Questões do Questionário (variáveis)</b>	<b>Origem (referência)</b>
Mapear os grupos de pesquisa em nanotecnologia existentes no Brasil	Apêndice A – Questões 1 a 14	Dias (2006)
	Apêndice B – Questões 8 a 10	Ramos (2006)
Analisar as motivações e dificuldades para a formação dos grupos de pesquisa em nanotecnologia	Apêndice B – Questão 11 a 38	Dias (2006)
Verificar a influência de diferentes elementos na estruturação, configuração e desenvolvimento dos grupos de pesquisa em nanotecnologia	Apêndice A – Questões 3 e 6 a 8	Dias (2006)
	Apêndice B – Questões 8 a 10	Ramos (2006)
Identificar o perfil da inovação nos grupos de pesquisa	Apêndice A – Questões 1, 2, 4 e 7	Dias (2006)
	Apêndice B – Questão 39	Proposto neste estudo
Identificar o processo inovativo dos grupos e organização de pesquisas	Apêndice B – Questão 40	Proposto neste estudo
Analisar a dinâmica de inovação vigente no mercado da nanotecnologia	Apêndice B – Questões 41 a 43	Ludeña (2008)
Analisar a influência do conhecimento interorganizacional para a inovação no mercado da nanotecnologia	Apêndice B - Questão 44	Proposto neste estudo, adaptado de Faoro (2015)

Fonte: Elaborado pela autora (2014).

### 3.1.4 Validação do Instrumento de Coleta de Dados

Após a finalização dos instrumentos de coleta de dados, a literatura sugere a validação do conteúdo dos questionários, por meio de uma análise sistemática das escalas utilizadas, considerando a definição teórica dos construtos (HAIR Jr. et al., 2009). Dessa forma, o questionário desenvolvido foi enviado para a avaliação de cinco *experts* da área de inovação, sendo eles professores pesquisadores integrantes de grupos de pesquisa, todos doutores em diferentes áreas do conhecimento.

Após a análise minuciosa dos questionários por parte dos *experts*, foram efetuadas mudanças nos documentos, tais como a separação das questões em blocos, a retirada de algumas questões e a condensação de outras, a fim de facilitar tanto o entendimento quanto, por consequência, a resposta aos questionários.

### **3.1.5 Pré-Teste, Coleta e Processamento de Dados**

Autores como Hair Jr. et al. (2005) e Lakatos e Marconi (2005) sugerem que, anteriormente à coleta dos dados, os instrumentos a serem aplicados sejam administrados a uma pequena parte da amostra, a fim de avaliar a exatidão e coerência das respostas. Considerando que o número máximo de respondentes de um pré-teste não deverá exceder a 30 pessoas, visto que um número maior geralmente não oferece um aumento substancial de informações na revisão dos questionários (HAIR JR. et al., 2005), foi utilizada uma amostra-piloto de 5 respondentes, os quais são pesquisadores atuantes em grupos de pesquisa em nanotecnologia vinculados a IESs localizadas em outros Estados do território brasileiro que não o Rio Grande do Sul.

A aplicação do questionário para a amostra foi realizada nos meses de setembro a dezembro de 2014, por meio eletrônico e de forma presencial, utilizando-se de questionários autoadministrados enviados aos respondentes por correio eletrônico. Para tanto, em um primeiro momento, foram identificados os endereços de correio eletrônico dos pesquisadores que constituíam a amostra deste estudo, a fim de possibilitar o envio do questionário.

Em um segundo momento, os instrumentos de pesquisa foram disponibilizados no aplicativo *Google Docs*, o qual fornece o endereço para o preenchimento dos formulários e disponibiliza, posteriormente, a compilação dos resultados para o pesquisador. Assim, juntamente com o endereço para o preenchimento da pesquisa, foi enviada uma breve explanação dos objetivos da investigação e a forma de preenchimento do questionário.

Uma primeira onda de questionários foi enviada para todos os pesquisadores da amostra, na primeira semana do mês de setembro de 2014, respeitando-se o tempo de 15 dias para o recebimento dos retornos. Ao final do período estabelecido, contudo, somente um questionário respondido foi recebido. Após o envio de mais duas ondas de questionários, respeitando-se o tempo de 15

dias entre cada uma delas, somente 5 retornos foram recebidos, compelindo à restrição da população do estudo.

A partir do estabelecimento de uma nova população, considerando somente os componentes dos grupos de pesquisa vinculados a IESs localizadas no Estado do Rio Grande do Sul, foi realizado um novo contato, por correio eletrônico, com os líderes dos grupos, solicitando-lhes que entrassem em contato com os pesquisadores componentes de seus grupos e, por sua vez, que buscassem o auxílio deles na resposta aos questionários. Esse contato gerou 10 retornos, nos quais, além dos questionários respondidos, os líderes dos grupos disponibilizaram os endereços de correio eletrônico de todos os componentes do grupo.

Dessa forma, uma nova onda de questionários foi enviada na primeira semana do mês de novembro de 2015, respeitando-se, novamente, o período de 15 dias para o recebimento das respostas. Durante esse intervalo, 5 respondentes solicitaram que a pesquisadora aplicasse o instrumento presencialmente, e essas entrevistas foram, então, realizadas entre os dias 19 de novembro de 2015 e 10 de dezembro de 2015.

O recebimento dos questionários foi encerrado no dia 31 de dezembro de 2015, totalizando 28 questionários respondidos pelos pesquisadores e 10 questionários respondidos pelos líderes, em nome de seus grupos de pesquisa. Ao final do período de coleta, os dados foram inseridos no *software IBM SPSS Statistics 2.0*, a fim de iniciar os procedimentos de análise dos dados.

### **3.1.6 Preparação dos Dados**

Após o período de coleta de dados, o banco de dados foi revisado cuidadosamente para verificar as respostas faltantes e, dessa forma, identificar a validade das respostas. Além disso, as questões cujos dados eram nominais foram transformadas, com vistas a facilitar o processo de análise.

Os dados faltantes foram desconsiderados nesse estudo, transformando-se em zero. Assim, evitou-se a tendenciosidade das respostas, sobretudo devido à amostra pequena.

### 3.2 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

Como procedimento para a análise dos dados, definiu-se o método de estatística descritiva, utilizando-se de frequências relativas, de análise de correlação e de testes U de Mann-Whitney. Também foram construídos intervalos de confiança de 95% para todas as variáveis analisadas. Além disso, utilizando-se dos dados provenientes das pesquisas realizadas de forma presencial ou pelo *Skype*, o método de triangulação de dados foi utilizado para permitir inferências a partir da percepção da pesquisadora.

De acordo com Fávero (2009), a estatística descritiva é o método que permite ao pesquisador uma melhor compreensão do comportamento dos dados, fornecendo, ainda, a possibilidade de demonstrar o comportamento destes por meio de tabelas, gráficos e medidas-resumo. Já a estatística inferencial objetiva propiciar ao pesquisador a elaboração de conclusões acerca de uma população a partir de uma amostra, utilizando-se das técnicas de estimação ou teste de hipóteses.

A técnica empregada para a análise de cada objetivo específico do estudo está detalhada no Quadro 4.

Quadro 4 – Técnica de análise dos objetivos específicos

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Estatística realizada</b>
Mapear os grupos de pesquisa em nanotecnologia existentes no Brasil	Estatística descritiva
Analisar as motivações para a formação dos grupos de pesquisa em nanotecnologia	Estatística descritiva e inferencial Análise de correlação
Verificar a influência de diferentes elementos na estruturação, configuração e desenvolvimento dos grupos de pesquisa em nanotecnologia	Estatística descritiva e inferencial Teste U de Mann-Whitney
Identificar o perfil da inovação nos grupos de pesquisa	Estatística descritiva e inferencial
Identificar o processo inovativo dos grupos e organização de pesquisas	Estatística descritiva e inferencial
Analisar a dinâmica de inovação vigente no mercado da nanotecnologia	Estatística descritiva e inferencial Análise de correlação
Analisar a influência do conhecimento interorganizacional para a inovação no mercado da nanotecnologia	Estatística descritiva e inferencial Análise de correlação

Fonte: Elaborado pela autora (2014).

Na análise de estatística descritiva e inferencial, foram utilizados gráficos de pizza e medidas de tendência central. Os gráficos de pizza, segundo Hair et. al. (2005), são uma maneira de apresentar os dados visualmente e expõem as proporções relativas das respostas, sendo que cada seção representa uma

proporção relativa.

Já no que diz respeito às medidas de tendência central, os quadros extraídos do software IBM SPSS *Statistics* 2.0 trazem as respostas mínimas, máximas, a média e o desvio padrão das respostas. Os quadros foram classificados utilizando-se a maior média, que representa a maioria das respostas em uma escala métrica. Além disso, o desvio padrão descreve a dispersão da variabilidade dos valores de distribuição da amostra a partir de sua média (HAIR JR. et. al, 2005).

### 3.2.1 Análise de Correlação

De acordo com Hair Jr. et. al. (2005), o coeficiente de correlação é a técnica utilizada para avaliar a associação entre duas (ou mais) variáveis. As orientações comuns indicam que, para que uma correlação possa ser considerada estatisticamente significativa, a probabilidade de que ela aconteça deve ser pelo menos  $<0,05$ . Assim, a maioria dos *softwares* de análise estatística indica a significância das correlações, como é o caso do IBM SPSS *Statistics*, que indica a significância  $<0,05$  e  $< 0,01$ .

Além da significância estatística, é preciso identificar se a força de associação é aceitável. Geralmente, as forças de associação superiores a 0,91 são consideradas muito fortes, ou seja, a covariância é compartilhada entre as duas variáveis analisadas (HAIR JR. et. al, 2005).

O Quadro 5 traz as forças de associação aceitáveis, de acordo com o entendimento de Hair Jr. et. al. (2005). É importante ressaltar que o índice de correlação deve ser estatisticamente significativo para que, em momento posterior, possa ser avaliada a força de associação.

Quadro 5 – Força de associação nas variáveis correlacionadas

Varição do coeficiente	Força de Associação
$\pm 0,91 - \pm 1,00$	Muito Forte
$\pm 0,71 - \pm 0,90$	Alta
$\pm 0,41 - \pm 0,70$	Moderada
$\pm 0,21 - \pm 0,40$	Pequena mas definida
$\pm 0,01 - \pm 0,20$	Leve, quase imperceptível

Fonte: Adaptado de Hair Jr. et. al. (2005).

### 3.2.2 Teste U de Mann-Whitney

O Teste U de Mann-Whitney constitui um dos testes não paramétricos mais poderosos e torna-se uma alternativa à utilização do teste paramétrico  $t$ , quando os dados analisados não são normais e quando se trata de duas amostras independentes (SIEGEL, 1977). Esse teste, que também pode ser chamado de Teste de Wilcoxon, é baseado nos postos dos valores obtidos combinando-se duas amostras independentes (BUSSAB; MORETTIN, 2002).

Assim, a partir da ordenação dos valores, a estatística do teste apresenta a soma dos postos associados aos valores de amostra de uma população. Caso essa soma seja grande, essa é uma indicação de que os valores dessa população tendem a ser maiores que os valores de outra população, e então, a hipótese será rejeitada. No caso de uma variável qualitativa ordinal, são atribuídos números (classes) às variáveis, para sua classificação. Esses valores constituirão os postos a serem considerados.

A utilização desse teste se deu com a finalidade de entender a associação dos motivadores e dificuldades com as variáveis: (i) tempo de participação em grupos de pesquisa; (ii) proximidade física dos pesquisadores; e (iii) frequência com que ocorrem as reuniões. Assim, foi possível entender se esses fatores exercem influência nas motivações e dificuldades para a formação dos grupos de pesquisa em nanotecnologia.

## 4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados encontrados na pesquisa, os quais foram obtidos a partir dos dados coletados e foram analisados por meio do *software* IBM SPSS *Statistics* 2.0.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO ESTUDADA

Para esta pesquisa, consideraram-se como população os componentes dos grupos de pesquisa (líderes e pesquisadores) da área de nanotecnologia que atendam às características listadas a seguir:

- a) atuam nos grupos de pesquisa cadastrados no Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil;
- b) atuam em grupos de pesquisa vinculados a instituições de ensino localizadas no Estado do Rio Grande do Sul;
- c) trabalham efetivamente com nanotecnologia.

Assim, foram considerados 19 grupos de pesquisa, conforme o Quadro 6.

Quadro 6 – Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia no Rio Grande do Sul

Nome do Grupo	IES de vinculação
Células-tronco e Nanotecnologia para a Engenharia de Tecidos	UFRGS
Grupo de Aplicações de Nanoestruturas para Desenvolvimento de Energia Sustentável (GANDES)	PUCRS
Grupo de Estrutura Eletrônica de Nanomateriais	UFPEL
Grupo de Estudos Ambientais e Nanocompósitos	UNILASALLE
Grupo de Nanobiotecnologia	PUCRS
Grupo de Nanoestruturas e Nanoscopia	PUCRS
Grupo de Óptica, Micro e Nanofabricação de Dispositivos – GOMNDI	UNIPAMPA
Grupo de Pesquisa em Nanobiotecnologia e Nanotoxicologia	UNIPAMPA
Materiais Compósitos e Nanocompósitos	UFRGS
Nanobiotecnologia	UFRGS
Nanocompósito	UFRGS
Nanocompósitos	IFRS
Nanoestruturados	UNIPAMPA
NanoMat - Grupo de Materiais Nanoestruturados	UFPEL
Nanotoxicologia Ambiental	FURG
Novonano - Grupo de Tecnologias Aplicadas de Materiais Avançados	UFPEL
Síntese de Materiais Nanoestruturados	PUCRS
Sistemas Micro- e Nanoparticulados Contendo Substâncias de Interesse Farmacêutico	UFMS
Sistemas Nanoestruturados para Administração de Fármacos	UFRGS

Fonte: Elaborado pela autora (2014).

De acordo com os dados constantes no Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil, os 19 grupos considerados para este estudo possuem 146 pesquisadores no total, distribuídos conforme mostra o Quadro 7.

Quadro 7 – Número de Pesquisadores por Grupo de Pesquisa

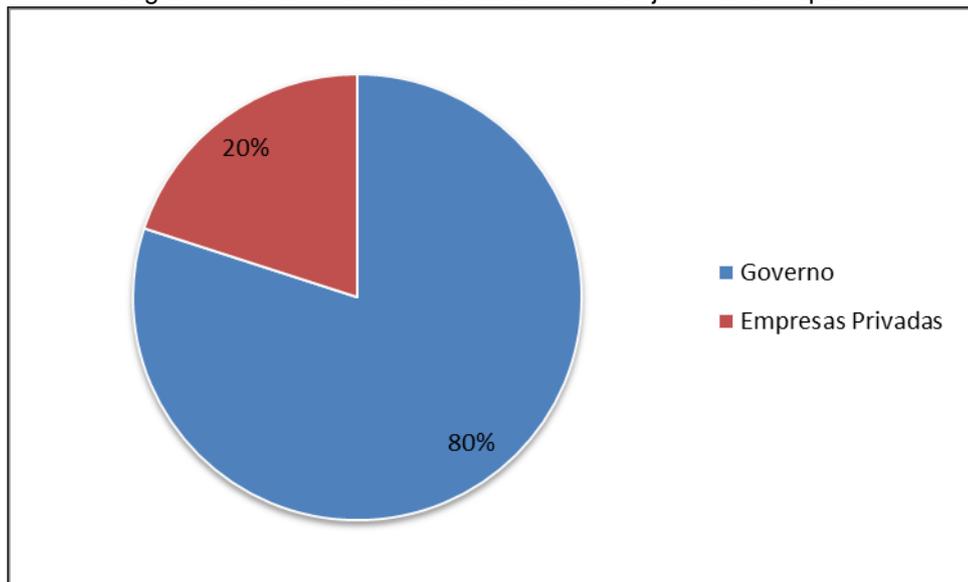
Nome do Grupo	Número de Pesquisadores
Células-tronco e Nanotecnologia para a Engenharia de Tecidos	18
Grupo de Aplicações de Nanoestruturas para Desenvolvimento de Energia Sustentável (GANDES)	8
Grupo de Estrutura Eletrônica de Nanomateriais	5
Grupo de Estudos Ambientais e Nanocompósitos	11
Grupo de Nanobiotecnologia	2
Grupo de Nanoestruturas e Nanoscopia	8
Grupo de Óptica, Micro e Nanofabricação de Dispositivos - GOMNDI	8
Grupo de Pesquisa em Nanobiotecnologia e Nanotoxicologia	8
Materiais Compósitos e Nanocompósitos	20
Nanobiotecnologia	3
Nanocompósito	5
Nanocompósitos	2
Nanoestruturados	8
NanoMat - Grupo de Materiais Nanoestruturados	6
Nanotoxicologia Ambiental	6
Novonano - Grupo de Tecnologias Aplicadas de Materiais Avançados	2
Síntese de Materiais Nanoestruturados	8
Sistemas Micro- e Nanoparticulados Contendo Substâncias de Interesse Farmacêutico	7
Sistemas Nanoestruturados para Administração de Fármacos	11
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2014).

Do total de 19 grupos de pesquisa que constituem a população deste estudo, 10 grupos de pesquisa aceitaram participar da pesquisa e responderam ao questionário destinado aos líderes dos grupos, o qual tinha por objetivo identificar os aspectos gerais dos grupos de pesquisa da área.

No que diz respeito às fontes de financiamento mais importantes para os projetos de pesquisa do grupo, referentes aos últimos três anos, é possível concluir que 80% do financiamento recebido é proveniente de órgãos governamentais (CAPES, CNPq, órgãos de fomento estaduais, entre outros), enquanto que 20% do financiamento recebido é proveniente de empresas privadas, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6 – Fontes de Financiamento dos Projetos de Pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora (2015).

Em termos de produção tecnológica, dois dos grupos respondentes indicaram haver o licenciamento de patentes, ocorrido nos anos de 2013 e 2014, sendo que estas foram realizadas em parceria com outras universidades no Brasil e no exterior. Outros indicadores de produção tecnológica não foram citados pelos respondentes.

Concernente aos investimentos da universidade/instituto na área de nanotecnologia a partir da criação do grupo de pesquisa, as respostas mostram a existência de poucos investimentos, sendo que se identificou maior investimento na área de infraestrutura, seguida pela área de material permanente e pessoal, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Investimentos a partir da criação do grupo de pesquisa

<b>Estatísticas Descritivas</b>					
	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Infraestrutura	10	1,00	5,00	2,2000	1,54919
Material Permanente	10	1,00	4,00	2,0000	1,15470
Pessoal	10	1,00	5,00	2,0000	1,63299
Novos Cursos de Graduação	10	1,00	2,00	1,4000	,51640
Novos Cursos de Pós-Graduação	10	1,00	2,00	1,4000	,51640
N válido	10				

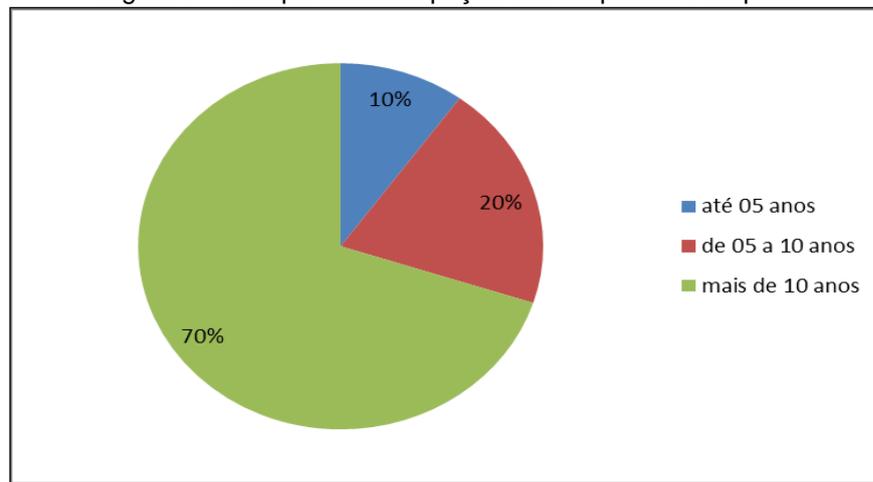
Fonte: Elaborada pela autora (2015).

Dentre os 146 pesquisadores contatados para participação nesta pesquisa,

somente 28 participaram do estudo respondendo ao questionário. O baixo índice de respostas deve-se, primordialmente, à quantidade de pesquisadores em cada grupo de pesquisa que efetivamente trabalham com nanotecnologia.

As questões relativas ao perfil dos pesquisadores identificaram que grande parte deles participa de grupos colaborativos de pesquisa há mais de 10 anos (70% dos respondentes), como mostra a Figura 7.

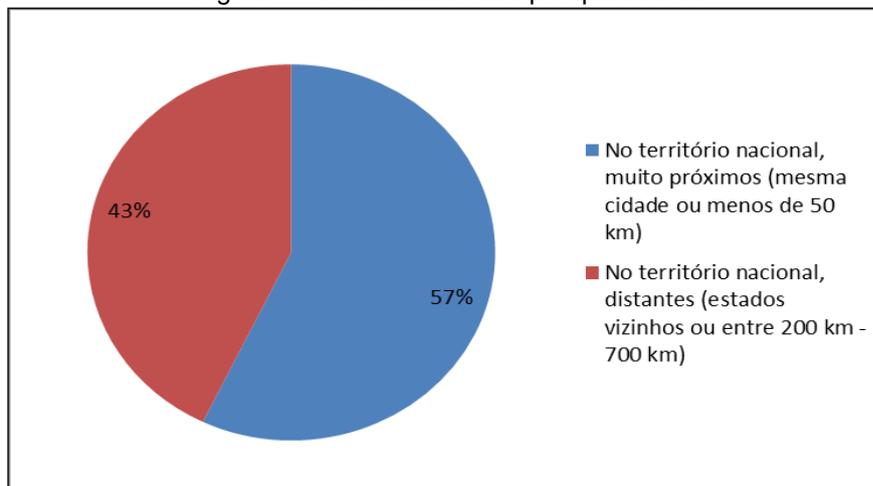
Figura 7 – Tempo de Participação em Grupos de Pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora (2015).

Já no que tange à proximidade física dos pesquisadores integrantes de cada grupo, 100% dos respondentes afirmam que os pesquisadores de seu grupo atuam no território nacional, sendo que 57% estão muito próximos (dentro da mesma cidade ou a menos de 50km), de acordo com a Figura 8.

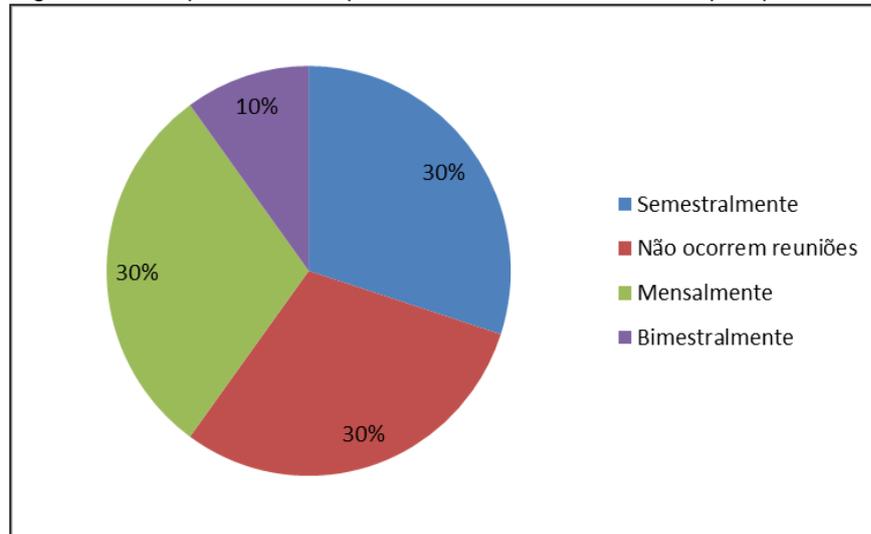
Figura 8 – Proximidade dos pesquisadores



Fonte: Elaborada pela autora (2015).

No que diz respeito às reuniões realizadas pelos grupos para o compartilhamento de informações, 30% dos pesquisadores afirmam que os encontros ocorrem mensalmente, e 30% declaram que ocorrem semestralmente, enquanto outros 30% dos respondentes afirmam não haver a ocorrência de reuniões. As respostas deste item podem ser observadas por meio da Figura 9.

Figura 9 – Frequência com que ocorrem as reuniões entre pesquisadores



Fonte: Elaborada pela autora (2015).

#### 4.2 MOTIVADORES E DIFICULDADES DOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA

Dentre as motivações apresentadas pelos respondentes para integrar os grupos de pesquisa estudados, o aumento de publicações internacionais foi o motivo mais citado, seguido pelo oferecimento de infraestrutura de alta qualidade por parte dos laboratórios e pela possibilidade de novos projetos de pesquisa. Já no que diz respeito aos motivos menos citados, temos a capacidade de oferecer novos produtos e serviços aos mercado e a redução de custos, que apresentou média de 1,61. O resultado referente aos motivadores pode ser encontrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Motivadores dos Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia

<b>Estatísticas Descritivas</b>					
	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Aumento de publicações internacionais	28	3	5	4,71	,659
Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	28	2	5	4,54	1,036
Possibilidade de novos projetos de pesquisa	28	2	5	4,50	,962
Aumento da capacidade de discussão com os pares	28	2	5	4,21	1,101
Compartilhamento de Estrutura	28	1	5	4,00	1,305
Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	25	1	5	3,76	1,363
Exigência dos Programas <i>Stricto Sensu</i> – CAPES	28	3	5	3,64	,678
Aumento de publicações nacionais	28	1	5	3,61	1,423
Necessidade de aumentar a inserção internacional	25	1	5	3,60	1,291
Aumento de produção de patentes	28	1	5	3,11	1,343
Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado	28	1	5	2,96	1,551
Redução de Custos	28	1	4	1,61	1,066
<i>Valid N (listwise)</i>	25				

Fonte: Elaborado pela autora (2015).

Já no que diz respeito às dificuldades encontradas pelos pesquisadores, conforme mostra a Tabela 3, o relacionamento com outros grupos foi a principal dificuldade citada pelos pesquisadores, seguido pelo relacionamento interpessoal e pela autonomia do grupo. No que concerne aos menos citados, surgem as dificuldades com disponibilidade de financiamento, manutenção de infraestrutura e o alto custo com as pesquisas.

Vale ressaltar aqui que o fator relativo ao custo com as pesquisas não se tornou significativo no que tange aos motivadores, sendo que a redução dos custos foi o fator menos citado. Além disso, no que se refere às dificuldades, o alto custo com as pesquisas tampouco é apresentado como uma dificuldade representativa. Dessa forma, a variável custo não pode ser entendida como um fator expressivo na estruturação dos grupos de pesquisa em nanotecnologia.

Tabela 3 – Dificuldades dos Grupos de Pesquisa em Nanotecnologia

(continua)

<b>Estatísticas Descritivas</b>					
	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Relacionamento com outros grupos	28	3	5	4,21	,787
Relacionamento interpessoal	25	3	5	3,72	,843

(conclusão)

**Estatísticas Descritivas**

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Autonomia do grupo	28	2	5	3,68	,819
Reconhecimento do grupo pelos pares	28	3	4	3,43	,504
Manutenção das atividades do grupo	28	1	4	3,25	1,005
Espaço físico para treinamentos	25	2	4	3,12	,726
Disponibilidade de tempo para treinamentos	28	1	5	3,04	1,071
Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	28	1	5	3,04	1,232
Manutenção de pessoal especializado	28	1	5	2,96	1,170
Disponibilidade de pessoal especializado	28	1	5	2,79	1,197
Disponibilidade de infraestrutura	28	1	4	2,71	1,049
Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção das atividades	28	1	4	2,54	,922
Disponibilidade de financiamento	25	1	4	2,52	1,194
Manutenção de infraestrutura	28	1	4	2,43	,959
Alto custo com pesquisas	25	1	4	2,32	1,249
<i>Valid N (listwise)</i>	19				

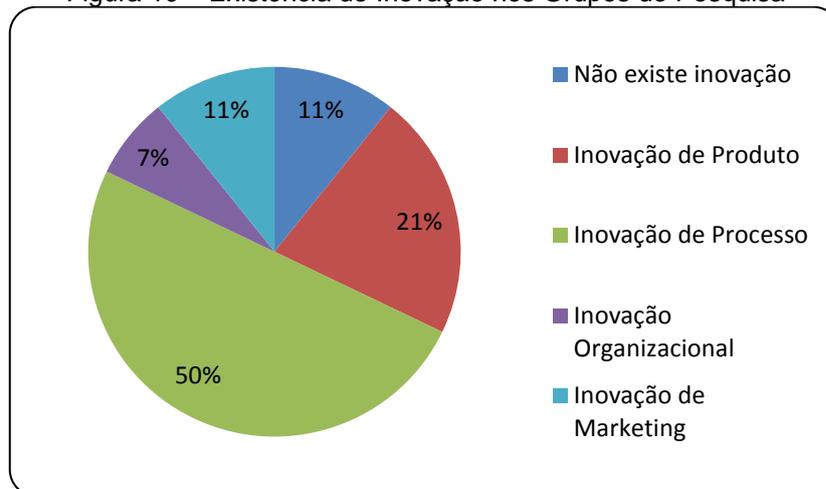
Fonte: Elaborada pela autora (2015).

#### 4.3 INOVAÇÃO, ESTRUTURAÇÃO, CONFIGURAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA

No que diz respeito à inovação nos grupos pesquisados, 50% dos respondentes afirmaram existir inovação de processo, 21% disseram haver inovação de produtos, 11% alegaram haver inovação de *marketing*, 7% indicaram existir inovação organizacional e outros 11% responderam não haver inovação. Esses resultados estão descritos na Figura 10.

É importante ressaltar que a conceituação de inovação de produto, processo, organizacional e de *marketing* seguiu a referência do Manual de Oslo (2004) e foi trazida no corpo do próprio questionário, com a finalidade de evitar dúvidas por parte dos respondentes.

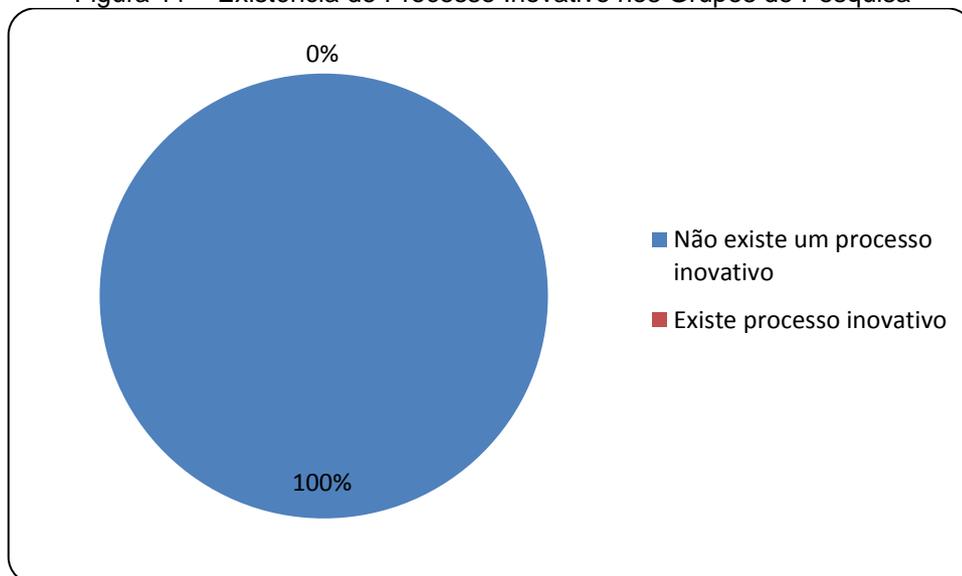
Figura 10 – Existência de Inovação nos Grupos de Pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora (2015).

No que trata da existência de um processo inovativo – isto é, quando as invenções do grupo são comercializadas no mercado, completando, assim, o ciclo invenção–inovação–difusão –, 100% dos respondentes afirmaram não existir processo inovativo nos grupos, como mostra a Figura 11.

Figura 11 – Existência de Processo Inovativo nos Grupos de Pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora (2015).

No que diz respeito às questões referentes à estruturação, configuração e desenvolvimento dos grupos de pesquisa em nanotecnologia, a Tabela 4 traz as médias relativas às questões P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 E P9, que tratam das questões relativas ao ambiente dos grupos.

Tabela 4 – Análise das questões relativas ao ambiente dos grupos

<b>Estatísticas Descritivas</b>			
	N	Média	Desvio Padrão
Uma política de inovação que considere a Nanotecnologia é fundamental para fortalecer o Sistema Nacional de Inovação e, por consequência, os mecanismos de inovação (ex.: incentivos fiscais, marcos regulatórios, ambiente para empreendedorismo e inovação, política de formação de recursos humanos, etc.)	28	4,07	1,086
Os custos para análise das questões de saúde impactarão na comercialização da nanotecnologia.	28	4,07	,539
A definição de uma estratégia nacional em nanotecnologia no Brasil (considerando os diferentes atores: governo, academia, empresas, etc.) é fundamental para garantir sua sustentabilidade a longo prazo.	28	4,04	,922
Os custos para análise das questões ambientais impactarão na comercialização da nanotecnologia.	28	3,89	,875
Os custos para análise das questões de segurança impactarão na comercialização da nanotecnologia.	28	3,89	,875
A formação de recursos humanos em nanotecnologia é uma fortaleza das inovações em nanotecnologia brasileiras.	28	3,75	1,295
Os custos para análise das questões de ciclo de vida impactarão na comercialização da nanotecnologia.	28	3,71	,810
Os aspectos institucionais do País favorecem a inovação em interações interorganizacionais para a nanotecnologia (ex: políticas de inovação, marcos legais, instituições de suporte, cultura favorável à inovação e empreendedorismo, etc.)	28	2,75	1,295
A infraestrutura (laboratório de alta qualidade, tecnologias de informação e comunicação) para o grupo é suficiente, permitindo que o Brasil acompanhe o desenvolvimento da nanotecnologia no seu grupo.	28	2,57	,997
<i>Valid N (listwise)</i>	28		

Fonte: Elaborada pela autora (2015).

A Tabela 5 apresenta as médias e o desvio padrão referentes às questões P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20 e P21, também constantes do bloco referente à estruturação, configuração e desenvolvimento dos grupos de pesquisa em nanotecnologia e que tratam especificamente da gestão, estrutura e dinâmica dos grupos.

Tabela 5 – Análise das questões relativas à gestão, estrutura e dinâmica dos grupos  
(continua)

<b>Estatísticas Descritivas</b>			
	N	Média	Desvio Padrão
Uma infraestrutura laboratorial de alta qualidade é fundamental para facilitar sua pesquisa.	28	4,79	,418

(conclusão)

<b>Estatísticas Descritivas</b>			
	N	Média	Desvio Padrão
As interações entre os pesquisadores de diferentes universidades e das diferentes disciplinas, do seu grupo (para troca de informação, conhecimento, etc.), são relevantes para fortalecer o desempenho do grupo.	28	4,29	,460
Programas de difusão e treinamento para fortalecer e desenvolver competências em rede são importantes.	28	4,29	1,243
As interações entre pesquisadores de diferentes universidades (institutos) do seu grupo (para troca de informação, conhecimento, etc.) são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	28	4,25	,585
A formação de RH para nanotecnologia é um pilar fundamental para o seu desenvolvimento.	28	4,25	1,041
As interações entre os pesquisadores da mesma universidade (para troca de informação, conhecimento, etc.) são muito importantes para melhorar o desempenho do grupo.	28	4,25	,585
A pesquisa e a comercialização em nanotecnologia requerem métricas e padrões que garantam a saúde pública e o ambiente.	28	4,21	,738
As interações entre pesquisadores de diferentes disciplinas (química, física, biologia, etc.) do seu grupo (para troca de informação, conhecimento, etc.) são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	28	4,21	,787
Um Sistema de Propriedade Intelectual para Nanotecnologia que permita proteger o potencial inovador dos pesquisadores é indispensável.	28	4,11	1,257
A definição de uma estratégia (de longo prazo) para o grupo é fundamental para garantir a sustentabilidade do grupo e deve estar alinhada à estratégia nacional.	28	3,79	,995
Os fundos públicos permitem que os grupos possam desenvolver seus projetos.	28	3,54	1,374
O grupo ocupa uma posição de destaque (no que se refere a publicações, prestígio, participações em eventos, etc.), com respeito a outros grupos similares, no cenário internacional.	28	3,14	1,008
<i>Valid N (listwise)</i>	28		

Fonte: elaborado pela autora (2015).

No que diz respeito à adequação dos sistemas, programas e processos voltados à nanotecnologia, a que se referem os questionamentos P22, P23, P24 e P25, a Tabela 6 traz a média das respostas.

Tabela 6 – Análise das questões relativas à adequação dos sistemas, programas e processos voltados à nanotecnologia

<b>Estatísticas Descritivas</b>			
	N	Média	Desvio Padrão
A cooperação e a mobilidade, tanto nacional quanto internacional, no seu grupo de pesquisa, são na sua opinião.	28	3,29	1,182
O Sistema de Propriedade Intelectual para Nanotecnologia que garante o potencial inovador dos pesquisadores é na sua opinião.	28	3,04	,962
Os programas de difusão e treinamento para os pesquisadores com a finalidade de fortalecer competências e capacidades interorganizacionais, são na sua opinião.	28	2,93	1,184
O sistema de medição e certificação (para garantir segurança nos processos e produtos) em nanotecnologia, é na sua opinião.	28	2,71	1,243
<i>Valid N (listwise)</i>	28		

Fonte: Elaborada pela autora (2015).

#### 4.4 CONHECIMENTO INTERORGANIZACIONAL EM GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA

No que concerne ao bloco de questões VI, que trata do conhecimento interorganizacional em grupos de pesquisa em nanotecnologia, a Tabela 7 traz a média das respostas.

Tabela 7 – Análise das questões relativas ao conhecimento interorganizacional em grupos de pesquisa em nanotecnologia

(continua)

<b>Estatísticas Descritivas</b>			
	N	Média	Desvio Padrão
O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.	28	4,21	,418
O grupo adquire conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	28	4,11	,567
O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	28	3,89	,567
O grupo desenvolve rotinas que facilitem a combinação de conhecimento existente com conhecimentos recém-adquiridos e assimilados por meio do relacionamento com outros grupos.	28	3,86	1,008
O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	28	3,82	,612
O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.	28	3,68	1,056

(conclusão)

<b>Estatísticas Descritivas</b>			
	N	Média	Desvio Padrão
O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	28	3,64	,678
O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	28	3,43	1,501
O grupo percebe a existência de inovações de processo relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	28	3,11	1,449
As informações e conhecimento transitam com facilidade por diferentes níveis hierárquicos e subdivisões do grupo.	28	3,07	1,184
O grupo faz uso de mecanismos tecnológicos no compartilhamento do conhecimento interorganizacional ( <i>e-mail</i> , intranet, fórum virtual, etc.).	28	3,07	1,676
O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	28	2,93	1,359
O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	28	2,89	1,524
O grupo percebe a existência de inovações organizacionais relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	28	2,68	1,416
O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	28	2,46	1,347
<i>Valid N (listwise)</i>	28		

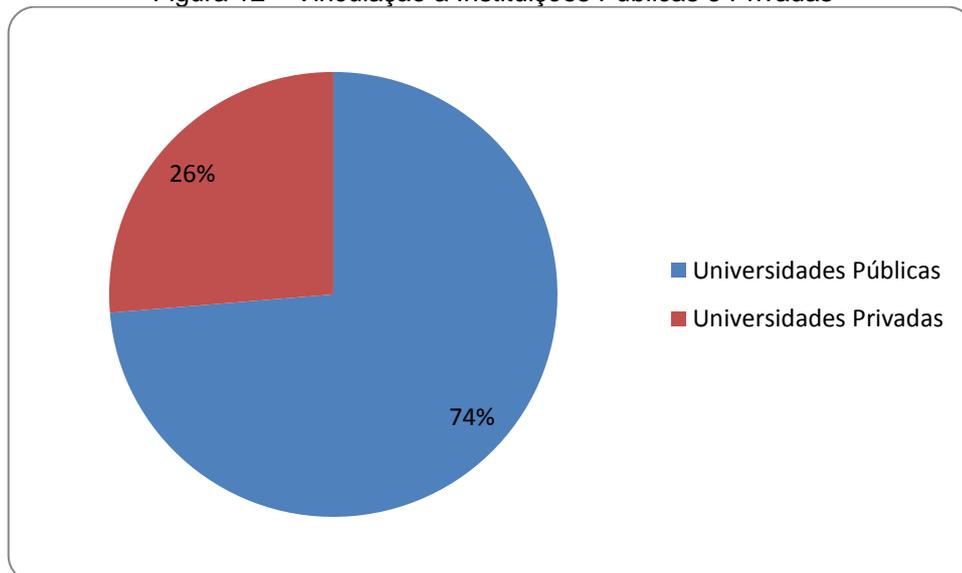
Fonte: Elaborado pela autora (2015).

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 MAPEAMENTO DOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA EXISTENTES NO RIO GRANDE DO SUL

O mapeamento dos grupos de pesquisa em nanotecnologia existentes no Rio Grande do Sul apontou que, dos 19 grupos existentes, somente 5 grupos estão ligados a instituições de ensino privadas, sendo 4 grupos vinculados à Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e um grupo vinculado ao Centro Universitário La Salle (Unilasalle). Ou seja, da população de grupos existentes no território compreendido, 26% são vinculados a universidades privadas, enquanto 74% são vinculados a universidades públicas, conforme mostra a Figura 12.

Figura 12 – Vinculação a Instituições Públicas e Privadas



Fonte: Elaborada pela autora (2015).

Contudo, apesar da forte interação das universidades públicas do Estado com os grupos de pesquisa, não foi possível relacionar a vinculação dos grupos – se vinculados a instituições públicas ou privadas – com as fontes de financiamento citadas pelos respondentes dos grupos. Ou seja, não existe relação entre o financiamento aos projetos por empresas privadas e a vinculação dos grupos a universidades privadas, por exemplo.

Ainda, no que diz respeito às fontes de financiamento dos projetos de pesquisa e à produção tecnológica dos grupos, também não foi possível estabelecer uma relação entre o financiamento por empresas privadas e o registro e licenciamento de patentes, visto que as instituições que têm patentes licenciadas possuem somente fontes de financiamento provenientes de órgãos governamentais.

Já no que diz respeito aos investimentos gerados nas universidades e/ou institutos a partir da criação dos grupos, a análise das respostas mostra que há pouca relação entre as melhorias em infraestrutura, material permanente e pessoal em virtude da criação dos grupos (com uma média de respostas de 2,00 e 2,20), indicando uma posição neutra nesses itens. Já com relação ao incentivo a novos cursos de graduação e pós-graduação, os respondentes indicaram haver pouco investimento, uma vez que a média foi de 1,40 para ambos os itens.

Nas entrevistas realizadas de forma presencial, os maiores investimentos citados dizem respeito ao número de bolsas de iniciação científica, graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado oferecidas por órgãos como o CNPq/CAPES, além dos órgãos de fomento à pesquisa estaduais. Contudo, tais bolsas são oferecidas aos programas ou aos projetos como um todo, o que não garante que esse capital humano seja utilizado nas pesquisas em nanotecnologia.

## 5.2 ANÁLISE DAS MOTIVAÇÕES E DIFICULDADES PARA A FORMAÇÃO DOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA

No que diz respeito às motivações dos respondentes para integrar os grupos de pesquisa, o aumento das publicações internacionais, infraestrutura de alta qualidade dos laboratórios, possibilidade de novos projetos de pesquisa, aumento da capacidade de discussão com os pares e o compartilhamento de estrutura foram os itens que apresentaram maior média de respostas (acima de 4,00). Os itens que apresentaram menor média (inferior a 3,00) foram a capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado (2,96) e a redução de custos (1,61).

Perante as respostas dos entrevistados, foi possível perceber uma característica diferenciada das motivações citadas no referencial teórico. Isso porque autores como Longo e Oliveira (2000) tratam dos relacionamentos cooperativos na área acadêmica como um interesse advindo do setor privado, no intuito de aproveitar as oportunidades de redução de custo e recursos humanos qualificados da

academia para o desenvolvimento dos seus projetos. Contudo, as respostas dos entrevistados mostraram que, na prática, os motivadores para a formação dos grupos de pesquisa não estão interligados com os objetivos privados, mas sim com motivações intrínsecas aos próprios pesquisadores, como o aumento de número de publicações, a possibilidade de novos projetos de pesquisa e o aumento da capacidade de discussão com os pares.

Além disso, Katz e Martin (1997) citam a redução de custos como um dos principais motivos para o estabelecimento de grupos de pesquisa, enquanto que neste estudo tal item obteve média de 1,61, ou seja, foi classificado pelos respondentes como um fator de baixo impacto para integrarem os grupos.

Já no que diz respeito às dificuldades, somente o item relacionamento com outros grupos obteve uma média acima de 4,00. Com relação às menores médias encontradas, nenhum item apresentou média inferior a 2,00, ainda que o item alto custo com pesquisas tenha apresentado média 2,32.

As entrevistas realizadas pessoalmente oportunizaram o entendimento das maiores dificuldades encontradas pelos grupos, que, no caso, são os itens relacionamento com outros grupos (média 4,21) e relacionamento interpessoal (média 3,72). No que tange à nanotecnologia, é preciso entender que as pesquisas realizadas possuem alto grau de dificuldade em sua realização e, portanto, exigem do pesquisador um trabalho solitário e de grande concentração. Nesse aspecto, as questões relativas ao relacionamento com outros grupos e outros pesquisadores de um mesmo grupo tornam-se desprezíveis, em função de outras práticas consideradas mais importantes pelos pesquisadores.

Quando correlacionadas as variáveis referentes aos motivadores com as variáveis referentes às dificuldades, foram encontradas correlações com força de associação moderada, alta e muito forte. A correlação com associação muito forte, de acordo com o entendimento de Hair Jr. et al. (2005), e com nível de significância 0,01 foi encontrada entre as variáveis MOT03 e MOT07 e pode ser visualizada no Quadro 8. Assim, é possível perceber que, à medida que a infraestrutura dos laboratórios aumenta na população estudada, aumentam também as publicações internacionais na área.

Quadro 8 – Correlação entre as variáveis MOT03 e MOT07

Variável	Descrição	Coefficiente de Correlação
MOT03	Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	1,000**
MOT07	Aumento de publicações internacionais	

Fonte: Elaborado pela autora (2015).

As demais correlações encontradas e relacionadas aos motivadores podem ser observadas no Quadro 9.

Quadro 9 – Correlações das variáveis relacionadas aos motivadores

(continua)

Variável Dependente	Variáveis Correlacionadas	Coefficiente de Correlação
Redução de Custos	Motivador: Aumento de publicações nacionais	-,773**
	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	-,528**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	-,386*
	Dificuldade: Relacionamento interpessoal	-,453*
	Dificuldade: Disponibilidade de tempo para treinamentos	,384*
Compartilhamento de Estrutura	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,527**
	Motivador: Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado	-,408*
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,527**
	Dificuldade: Disponibilidade de infraestrutura	,461*
	Dificuldade: Disponibilidade de tempo para treinamentos	-,516**
	Dificuldade: Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,457*
Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	Motivador: Compartilhamento de Estrutura	,527**
	Motivador: Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado	,385*
	Motivador: Aumento de produção de patentes	,621**
	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	,515**
	Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares	,725**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,802**
	Dificuldade: Disponibilidade de infraestrutura	,417*
	Dificuldade: Manutenção de infraestrutura	,584**
	Dificuldade: Disponibilidade de Pessoal especializado	,586**
	Dificuldade: Manutenção de Pessoal especializado	,635**
	Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	,476*
	Dificuldade: Alto custo com pesquisas	,621**

		(continuação)
	Dificuldade: Disponibilidade de financiamento	,505*
	Dificuldade: Recursos suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,713**
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,735**
	Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares	,402*
	Dificuldade: Autonomia do Grupo	,447*
Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado	Motivador: Compartilhamento de Estrutura	-,408*
	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,385*
	Motivador: Aumento de produção de patentes	,802**
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,385*
	Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares	,628**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,381*
	Dificuldade: Manutenção de Pessoal especializado	,556**
	Dificuldade: Disponibilidade de tempo para treinamentos	,624**
	Dificuldade: Relacionamento com outros grupos	,385*
	Dificuldade: Alto custo com pesquisas	,570**
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,507**
	Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares	,737**
	Aumento de produção de patentes	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)
Motivador: Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado		,802**
Motivador: Aumento de publicações internacionais		,621**
Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares		,746**
Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa		,561**
Dificuldade: Manutenção de Pessoal especializado		,603**
Dificuldade: Disponibilidade de tempo para treinamentos		,482**
Dificuldade: Alto custo com pesquisas		,457*
Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo		,506**
Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares		,563**
Aumento de publicações nacionais	Motivador: Redução de Custos	-,773**
	Motivador: Necessidade de aumentar a inserção internacional	,432*
	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	,856**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,477*
	Motivador: Exigência dos Programas de <i>Stricto Sensu</i> – CAPES	-,376*

(continuação)

	Dificuldade: Disponibilidade de Pessoal especializado	,578**
	Dificuldade: Relacionamento interpessoal	,577**
	Dificuldade: Relacionamento com outros grupos	,437*
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,512**
Aumento de publicações internacionais	Motivador: Compartilhamento de Estrutura	,527**
	Motivador: Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado	,385*
	Motivador: Aumento de produção de patentes	,621**
	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	,515**
	Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares	,725**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,802**
	Dificuldade: Disponibilidade de infraestrutura	,417*
	Dificuldade: Manutenção de infraestrutura	,584**
	Dificuldade: Disponibilidade de Pessoal especializado	,586**
	Dificuldade: Manutenção de Pessoal especializado	,635**
	Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	,476*
	Dificuldade: Alto custo com pesquisas	,621**
	Dificuldade: Disponibilidade de financiamento	,505*
	Dificuldade: Recursos suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,713**
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,735**
	Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares	,402*
	Dificuldade: Autonomia do Grupo	,447*
Necessidade de aumentar a inserção internacional	Motivador: Aumento de publicações nacionais	,432
	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	,732**
	Dificuldade: Manutenção de infraestrutura	,525**
	Dificuldade: Relacionamento interpessoal	-,473
	Dificuldade: Espaço físico para treinamentos	,599*
	Dificuldade: Recursos suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,418*
Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	Motivador: Redução de Custos	-,528**
	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,515**
	Motivador: Aumento de publicações nacionais	,856**
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,515**
	Motivador: Necessidade de aumentar a inserção internacional	,732**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,600**
	Dificuldade: Manutenção de infraestrutura	,446
	Dificuldade: Disponibilidade de Pessoal especializado	,445*
	Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	,464*
	Dificuldade: Espaço físico para treinamentos	,419

(continuação)

	Dificuldade: Relacionamento com outros grupos	,488**
	Dificuldade: Recursos suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,603**
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,576**
	Dificuldade: Autonomia do Grupo	,552**
Aumento da capacidade de discussão com os pares	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,725**
	Motivador: Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado	,628**
	Motivador: Aumento de produção de patentes	,746**
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,725**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,787**
	Dificuldade: Manutenção de infraestrutura	,679**
	Dificuldade: Disponibilidade de Pessoal especializado	,432*
	Dificuldade: Manutenção de Pessoal especializado	,763**
	Dificuldade: Disponibilidade de tempo para treinamentos	,411*
	Dificuldade: Alto custo com pesquisas	,565**
	Dificuldade: Disponibilidade de financiamento	,405
	Dificuldade: Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,643**
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,573**
	Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares	,672**
	Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	Motivador: Redução de Custos
Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)		,802**
Motivador: Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado		,381*
Motivador: Aumento de produção de patentes		,561**
Motivador: Aumento de publicações nacionais		,477
Motivador: Aumento de publicações internacionais		,802**
Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares		,600**
Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares		,787**
Motivador: Exigência dos Programas de <i>Stricto Sensu</i> – CAPES		-,403*
Dificuldade: Manutenção de infraestrutura		,621**
Dificuldade: Disponibilidade de Pessoal especializado		,475*
Dificuldade: Manutenção de Pessoal especializado		,560**
Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos		,414*
Dificuldade: Relacionamento com outros grupos		,471*
Dificuldade: Alto custo com pesquisas		,621**

		(conclusão)
Exigência dos Programas de <i>Stricto Sensu</i> – CAPES	Dificuldade: Disponibilidade de financiamento	,776**
	Dificuldade: Recursos suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,805**
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,804**
	Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares	,541**
	Dificuldade: Autonomia do Grupo	,650**
	Motivador: Redução de Custos	,498**
	Motivador: Aumento de publicações nacionais	-,376
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	-,403*
	Dificuldade: Disponibilidade de financiamento	-,534**
	Dificuldade: Autonomia do Grupo	-,412**

Fonte: Elaborado pela autora (2015).

Dessa forma, no que tange aos motivadores, ao se analisar as correlações com maior força de associação ( $p < 0,80$ ), é possível perceber que o aumento de publicações nacionais e internacionais tem alta correlação positiva com a necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares, bem como com a possibilidade de novos projetos de pesquisa. Além disso, a capacidade de oferecer novos produtos ao mercado está relacionada não somente com o aumento no número de patentes, mas também com as dificuldades referentes aos recursos para a manutenção ou conclusão das atividades e da manutenção dos grupos como um todo. Ademais, é possível perceber que a infraestrutura dos laboratórios está relacionada com a possibilidade de novos projetos de pesquisa.

O Quadro 10 traz as correlações relacionadas às dificuldades.

Quadro 10 – Correlações das variáveis relacionadas às dificuldades

(continua)

Variável Dependente	Variáveis Correlacionadas	Coefficiente de Correlação
Disponibilidade de infraestrutura	Motivador: Compartilhamento de Estrutura	,461
	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,417*
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,417*
	Dificuldade: Manutenção de infraestrutura	,836**
	Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	,608**
	Dificuldade: Espaço físico para treinamentos	,594**
	Dificuldade: Recursos suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,677**
	Dificuldade: Autonomia do Grupo	,575**
Manutenção de infraestrutura	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,584**
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,584**
	Motivador: Necessidade de aumentar a inserção internacional	,525**

(continuação)

	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	,446*
	Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares	,679**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,621**
	Dificuldade: Disponibilidade de infraestrutura	,836**
	Dificuldade: Disponibilidade de Pessoal especializado	,556**
	Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	,497**
	Dificuldade: Espaço físico para treinamentos	,642**
	Dificuldade: Disponibilidade de tempo para treinamentos	,394*
	Dificuldade: Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,748**
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,407*
	Dificuldade: Autonomia do Grupo	,473
Disponibilidade de Pessoal especializado	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,586**
	Motivador: Aumento de publicações nacionais	,578**
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,586**
	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	,445*
	Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares	,432*
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,475*
	Dificuldade: Manutenção de infraestrutura	,556**
	Dificuldade: Relacionamento interpessoal	,429
	Dificuldade: Manutenção de Pessoal especializado	,714**
	Dificuldade: Espaço físico para treinamentos	,490
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,631**
	Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares	,492**
Relacionamento interpessoal	Motivador: Redução de Custos	-,453
	Motivador: Aumento de publicações nacionais	,577**
	Motivador: Necessidade de aumentar a inserção internacional	-,473*
	Dificuldade: Disponibilidade de Pessoal especializado	,429*
	Dificuldade: Disponibilidade de tempo para treinamentos	-,406*
	Dificuldade: Relacionamento com outros grupos	,439
	Dificuldade: Alto custo com pesquisas	-,471
Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,434	
Manutenção de Pessoal especializado	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,635**
	Motivador: Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado	,556**
	Motivador: Aumento de produção de patentes	,603**
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,635**
	Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares	,763**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,560**
	Dificuldade: Manutenção de infraestrutura	,459

(continuação)

	Dificuldade: Disponibilidade de Pessoal especializado	,714**
	Dificuldade: Espaço físico para treinamentos	,487*
	Dificuldade: Disponibilidade de tempo para treinamentos	,493**
	Dificuldade: Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,382*
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,684**
	Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares	,802**
Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,476*
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,476*
	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	,464*
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,414*
	Dificuldade: Disponibilidade de infraestrutura	,608**
	Dificuldade: Manutenção de infraestrutura	,497**
	Dificuldade: Espaço físico para treinamentos	,649**
	Dificuldade: Disponibilidade de tempo para treinamentos	,445*
	Dificuldade: Relacionamento com outros grupos	,472*
	Dificuldade: Alto custo com pesquisas	,510**
	Dificuldade: Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,510**
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,525**
	Dificuldade: Autonomia do Grupo	,753**
Espaço físico para treinamentos	Motivador: Necessidade de aumentar a inserção internacional	,599**
	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	,419*
	Dificuldade: Disponibilidade de infraestrutura	,594**
	Dificuldade: Manutenção de infraestrutura	,642**
	Dificuldade: Disponibilidade de Pessoal especializado	,490*
	Dificuldade: Manutenção de Pessoal especializado	,487*
	Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	,649**
	Dificuldade: Disponibilidade de tempo para treinamentos	,831**
	Dificuldade: Relacionamento com outros grupos	,458*
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,505*
	Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares	,583**
	Dificuldade: Autonomia do Grupo	,427*
Disponibilidade de tempo para treinamentos	Motivador: Redução de Custos	,384*
	Motivador: Compartilhamento de Estrutura	-,516**
	Motivador: Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado	,624**
	Motivador: Aumento de produção de patentes	,482**
	Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares	,411*
	Dificuldade: Manutenção de infraestrutura	,394*
	Dificuldade: Relacionamento interpessoal	-,406
	Dificuldade: Manutenção de Pessoal especializado	,493**

(continuação)

	Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	,445
	Dificuldade: Espaço físico para treinamentos	,831**
	Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares	,592**
Relacionamento com outros grupos	Motivador: Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado	,385*
	Motivador: Aumento de publicações nacionais	,437*
	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	,488**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,471*
	Dificuldade: Relacionamento interpessoal	,439*
	Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	,472*
	Dificuldade: Espaço físico para treinamentos	,458*
	Dificuldade: Alto custo com pesquisas	,504*
	Dificuldade: Disponibilidade de financiamento	,487*
	Dificuldade: Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,543**
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,712**
	Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares	,604**
	Dificuldade: Autonomia do Grupo	,544**
	Alto custo com pesquisas	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)
Motivador: Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado		,570**
Motivador: Aumento de produção de patentes		,457*
Motivador: Aumento de publicações internacionais		,621**
Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares		,565**
Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa		,621**
Dificuldade: Relacionamento interpessoal		-,471
Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos		,510**
Dificuldade: Relacionamento com outros grupos		,504*
Dificuldade: Disponibilidade de financiamento		,633*
Dificuldade: Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção da atividade		,676**
Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo		,433*
Dificuldade: Autonomia do Grupo	,534*	
Disponibilidade de financiamento	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,505**
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,505**
	Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares	,405*
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,776**
	Motivador: Exigência dos Programas de <i>Stricto Sensu</i> – CAPES	-,534**
	Dificuldade: Relacionamento com outros grupos	,487*
	Dificuldade: Alto custo com pesquisas	,633**
	Dificuldade: Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,786**
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,519**
	Dificuldade: Autonomia do Grupo	,825**

(continuação)		
Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	Motivador: Compartilhamento de Estrutura	,457
	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,713**
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,713**
	Motivador: Necessidade de aumentar a inserção internacional	,418*
	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	,603**
	Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares	,643**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,805**
	Dificuldade: Disponibilidade de infraestrutura	,677**
	Dificuldade: Manutenção de Pessoal especializado	,382*
	Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	,510**
	Dificuldade: Relacionamento com outros grupos	,543**
	Dificuldade: Alto custo com pesquisas	,676**
	Dificuldade: Disponibilidade de financiamento	,786**
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,659**
	Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares	,419*
Dificuldade: Autonomia do Grupo	,689**	
Manutenção das atividades do grupo	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,735**
	Motivador: Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado	,507**
	Motivador: Aumento de produção de patentes	,506**
	Motivador: Aumento de publicações nacionais	,512**
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,735**
	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	,576**
	Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares	,573**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,804**
	Dificuldade: Relacionamento interpessoal	,434*
	Dificuldade: Manutenção de Pessoal especializado	,684**
	Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	,525**
	Dificuldade: Espaço físico para treinamentos	,505*
	Dificuldade: Relacionamento com outros grupos	,712**
	Dificuldade: Alto custo com pesquisas	,433*
	Dificuldade: Disponibilidade de financiamento	,519**
	Dificuldade: Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,659**
	Dificuldade: Reconhecimento do grupo pelos pares	,768**
Reconhecimento do grupo pelos pares	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,402*
	Motivador: Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado	,737**
	Motivador: Aumento de produção de patentes	,563**
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,402*
	Motivador: Aumento da capacidade de discussão com os pares	,672**

		(conclusão)
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,541**
	Dificuldade: Manutenção de Pessoal especializado	,802**
	Dificuldade: Espaço físico para treinamentos	,583**
	Dificuldade: Disponibilidade de tempo para treinamentos	,592**
	Dificuldade: Relacionamento com outros grupos	,604**
	Dificuldade: Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,419
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,768**
Autonomia do Grupo	Motivador: Laboratórios (infraestrutura de alta qualidade)	,447*
	Motivador: Aumento de publicações internacionais	,447*
	Motivador: Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares	,552**
	Motivador: Possibilidade de novos Projetos de Pesquisa	,650**
	Motivador: Exigência dos Programas de <i>Stricto Sensu</i> – CAPES	-,412*
	Dificuldade: Disponibilidade de infraestrutura	,575**
	Dificuldade: Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos	,753**
	Dificuldade: Espaço físico para treinamentos	,427*
	Dificuldade: Relacionamento com outros grupos	,544**
	Dificuldade: Alto custo com pesquisas	,534**
	Dificuldade: Disponibilidade de financiamento	,825**
	Dificuldade: Recursos (financiamento) suficientes para a conclusão/manutenção da atividade	,689
	Dificuldade: Manutenção das atividades do grupo	,483**

Fonte: Elaborado pela autora (2015).

Já no que diz respeito às dificuldades, se analisadas as forças de associação superiores a 0,80, é possível perceber que a disponibilidade de infraestrutura está positivamente relacionada à manutenção da infraestrutura do grupo, bem como a disponibilidade de financiamento está relacionada com a autonomia do grupo. Além disso, entende-se que a manutenção de pessoal especializado está relacionada ao reconhecimento do grupo por seus pares, assim como existe relação entre o espaço físico e a disponibilidade de tempo para os treinamentos.

### 5.3 INFLUÊNCIA DE DIFERENTES ELEMENTOS NA ESTRUTURAÇÃO, CONFIGURAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA

A análise da influência de diferentes elementos na estruturação, na

configuração e no desenvolvimento dos grupos de pesquisa em nanotecnologia leva em conta as características específicas dos pesquisadores que compõem esses grupos, relacionando essas características com as motivações e dificuldades para a formação dos grupos. Dessa forma, foi utilizado o teste U de Mann-Whitney, a fim de identificar a influência de elementos específicos nos motivadores e dificuldades apresentados no estudo.

O teste U de Mann-Whitney foi realizado com a variável que definiu o tempo de participação dos pesquisadores em grupos de pesquisa, utilizando-se de dois grupos, sendo: (i) os pesquisadores que fazem parte de grupos de pesquisa há menos de 10 anos; e (ii) os pesquisadores que fazem parte de grupos de pesquisa há mais de 10 anos. O resultado do teste pode ser observado na Tabela 8.

Tabela 8 – Teste U de Mann-Whitney – Tempo de Participação de Grupos de Pesquisa

Variável	<i>Mann-Whitney U</i>	<i>Wilcoxon W</i>	<i>Z</i>	<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	<i>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</i>
MOT01	62,500	272,500	-1,118	,264	,381 <sup>b</sup>
MOT02	54,000	264,000	-1,426	,154	,199 <sup>b</sup>
MOT03	60,000	270,000	-1,525	,127	,328 <sup>b</sup>
MOT04	55,500	265,500	-1,293	,196	,218 <sup>b</sup>
MOT05	36,000	246,000	-2,294	,022	,025 <sup>b</sup>
MOT06	77,500	113,500	-,134	,893	,901 <sup>b</sup>
MOT07	60,000	270,000	-1,525	,127	,328 <sup>b</sup>
MOT08	60,000	250,000	-,881	,378	,418 <sup>b</sup>
MOT09	70,500	260,500	-,307	,759	,775 <sup>b</sup>
MOT10	66,000	276,000	-,812	,417	,500 <sup>b</sup>
MOT11	74,500	110,500	-,353	,724	,784 <sup>b</sup>
MOT12	80,000	290,000	0,000	1,000	1,000 <sup>b</sup>

Fonte: Elaborado pela autora (2015).

Dessa forma, é possível perceber que o tempo de participação dos pesquisadores em grupos de pesquisa impacta na variável MOT05, que trata do aumento da produção de patentes, isto é, os pesquisadores que atuam em grupos de pesquisa há mais de 10 anos possuem mais patentes registradas.

O teste feito com a variável que trata da proximidade física dos pesquisadores pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 9 – Teste U de Mann-Whitney – Proximidade física dos pesquisadores

<b>Variável</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>	<b>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</b>
MOT01	88,500	166,500	-,437	,662	,732 <sup>b</sup>
MOT02	72,000	208,000	-1,202	,229	,280 <sup>b</sup>
MOT03	66,000	202,000	-2,088	,037	,174 <sup>b</sup>
MOT04	78,000	214,000	-,867	,386	,423 <sup>b</sup>
MOT05	88,500	224,500	-,357	,721	,732 <sup>b</sup>
MOT06	61,500	197,500	-1,692	,091	,110 <sup>b</sup>
MOT07	66,000	202,000	-2,088	,037	,174 <sup>b</sup>
MOT08	67,500	133,500	-1,049	,294	,318 <sup>b</sup>
MOT09	62,000	198,000	-1,349	,177	,212 <sup>b</sup>
MOT10	72,000	208,000	-1,271	,204	,280 <sup>b</sup>
MOT11	48,000	184,000	-2,809	,005	,026 <sup>b</sup>
MOT12	81,000	159,000	-,769	,442	,507 <sup>b</sup>

Fonte: Elaborado pela autora (2015).

No que tange à proximidade física dos pesquisadores, foram considerados os grupos: (i) no território nacional, muito próximos (mesma cidade ou a menos de 50km); e (ii) no território nacional, distantes (estados não vizinhos ou entre 200 e 700km). Assim, o Teste U de Mann-Whitney mostrou que existe relação entre esta variável e a variável MOT11, que trata da possibilidade de novos projetos de pesquisa. Ou seja, quanto mais próximos os pesquisadores estão fisicamente, maior a possibilidade de novos projetos de pesquisa.

A relação entre a frequência com que ocorrem as reuniões e os motivadores pode ser visualizado na Tabela 10.

Tabela 10 – Teste U de Mann-Whitney – Frequência das reuniões

<b>Variável</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>	<b>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</b>
MOT01	62,500	272,500	-1,118	,264	,381 <sup>b</sup>
MOT02	24,000	234,000	-3,072	,002	,003 <sup>b</sup>
MOT03	60,000	270,000	-1,525	,127	,328 <sup>b</sup>
MOT04	59,500	95,500	-1,082	,279	,304 <sup>b</sup>
MOT05	69,000	279,000	-,574	,566	,601 <sup>b</sup>
MOT06	41,500	77,500	-2,068	,039	,049 <sup>b</sup>
MOT07	60,000	270,000	-1,525	,127	,328 <sup>b</sup>
MOT08	60,000	250,000	-,881	,378	,418 <sup>b</sup>
MOT09	65,000	101,000	-,614	,539	,585 <sup>b</sup>
MOT10	66,000	276,000	-,812	,417	,500 <sup>b</sup>
MOT11	74,500	110,500	-,353	,724	,784 <sup>b</sup>
MOT12	80,000	116,000	0,000	1,000	1,000 <sup>b</sup>

Fonte: Elaborado pela autora (2015).

O Teste U de Mann-Whitney entre a frequência com que ocorrem as reuniões e os motivadores, utilizando-se os grupos: (i) inferior a 6 meses; e (ii) igual ou superior a 6 meses, mostrou que frequência das reuniões inferior a 6 meses apresenta relação com os indicadores MOT02 e MOT06, que tratam do compartilhamento de estrutura e do aumento das publicações nacionais. Assim, entende-se que, quanto menor a frequência das reuniões, maior é o compartilhamento de estrutura entre os pesquisadores e existem mais publicações nacionais.

#### 5.4 IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL DA INOVAÇÃO E PROCESSO INOVATIVO NOS GRUPOS DE PESQUISA

A identificação do perfil da inovação dos grupos de pesquisa pode ser analisada a partir dos questionamentos específicos acerca da inovação existente nos grupos, bem como da análise acerca das patentes registradas pelos grupos. No que diz respeito às patentes, dois dos grupos respondentes indicaram haver patentes licenciadas nos anos de 2013 e 2014, sendo que tais patentes foram realizadas em parceria com outras universidades no Brasil ou no exterior, não havendo a participação e/ou financiamento de empresas privadas.

No que diz respeito à existência de inovação nos grupos, somente 11% dos respondentes indicaram não haver inovação nos grupos dos quais fazem parte. Dentre os demais, 50% dos respondentes indicaram haver inovação de processo, que trata da adoção de métodos de produção novos ou significativamente melhorados, de acordo com o Manual de Oslo (2004).

Além disso, 21% dos respondentes indicaram a existência de inovação de produto, que trata especificamente da introdução de um produto novo ou significativamente melhorado no mercado (MANUAL DE OSLO, 2004); 11% dos respondentes afirmaram haver inovação de *marketing*, isto é, as atividades referentes ao lançamento de um produto novo ou melhorado (MANUAL DE OSLO, 2004); e 7% apontaram a existência de inovações organizacionais em seus grupos de pesquisa, tratando da introdução de estruturas organizacionais alteradas (MANUAL DE OSLO, 2004).

No que tange ao processo inovativo, contudo, 100% dos respondentes afirmaram não haver processo inovativo em seus grupos, isto é, as pesquisas realizadas não podem ser divididas em três fases – invenção, inovação e difusão (SCHUMPETER, 1982). Ou seja, ainda que o grupo gere invenções, elas não são comercializadas, o que, de fato, não constitui um processo inovativo.

É importante ressaltar, por consequência, que as inovações identificadas pelos pesquisadores no âmbito de seus grupos de pesquisa não constituem, de fato, inovações, visto que não são comercializadas. Assim, as melhorias ou novos produtos e processos constituem descobertas, ainda na fase de invenção.

## 5.5 DINÂMICA DA INOVAÇÃO VIGENTE NOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA

### 5.5.1 Ambiente dos Grupos de Pesquisa

A análise das questões referentes ao ambiente em que estão inseridos os grupos de pesquisa em nanotecnologia mostra que os pesquisadores da área consideram importantes: (a) a criação de uma política de inovação, a qual considere a nanotecnologia como uma área fundamental para o estabelecimento de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil (média de 4,07), e (b) a definição de uma estratégia nacional para a nanotecnologia, com o intuito de garantir a sustentabilidade da área a longo prazo (média de 4,04).

Ademais, os respondentes acreditam que os custos referentes às questões de saúde, ambientais e de segurança impactarão na comercialização da nanotecnologia do Brasil, bem como a formação de recursos humanos no setor deverá constituir uma fortaleza para o desenvolvimento das inovações. É preciso ressaltar, ainda, que os pesquisadores acreditam que a infraestrutura para os grupos não é suficiente, o que impede o País de acompanhar o desenvolvimento da nanotecnologia (média de 2,57).

A correlação entre as questões relativas ao ambiente estão descritas no Quadro 11.

Quadro 11 – Correlação das questões relativas ao ambiente dos grupos

(continua)

Variável Dependente	Variáveis Correlacionadas	Coefficiente de Correlação
A definição de uma estratégia nacional em nanotecnologia no Brasil, considerando os diferentes atores (governo, academia, empresas, etc.), é fundamental para garantir sua sustentabilidade a longo prazo.	Uma política de inovação que considere a nanotecnologia é fundamental para fortalecer o Sistema Nacional de Inovação e, por consequência, os mecanismos de inovação.	,375 <sup>*</sup>
	Os aspectos institucionais do País favorecem a inovação em interações interorganizacionais para a nanotecnologia.	,409 <sup>*</sup>
	A formação de recursos humanos em nanotecnologia é uma fortaleza das inovações em nanotecnologia brasileiras.	,422 <sup>*</sup>
	Os custos para análise das questões ambientais impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,515 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões de ciclo de vida impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,537 <sup>**</sup>
Uma política de inovação que considere a nanotecnologia é fundamental para fortalecer o Sistema Nacional de Inovação e, por consequência, os mecanismos de inovação (ex.: incentivos fiscais, marcos regulatórios, política de formação de recursos humanos, etc.)	A definição de uma estratégia nacional em nanotecnologia no Brasil é fundamental para garantir sua sustentabilidade a longo prazo.	,375 <sup>*</sup>
	Os custos para análise das questões de ciclo de vida impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,504 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões de segurança impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,532 <sup>**</sup>
Os aspectos institucionais do País favorecem a inovação em interações interorganizacionais para a nanotecnologia (ex: políticas de inovação, marcos legais, instituições de suporte, cultura favorável à inovação e empreendedorismo, etc.)	A definição de uma estratégia nacional em nanotecnologia no Brasil é fundamental para garantir sua sustentabilidade a longo prazo.	,409 <sup>*</sup>
	Uma política de inovação que considere a nanotecnologia é fundamental para fortalecer o Sistema Nacional de Inovação e, por consequência, os mecanismos de inovação.	,668 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões de ciclo de vida impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,638 <sup>**</sup>
A formação de recursos humanos em nanotecnologia é uma fortaleza das inovações em nanotecnologia brasileiras.	A definição de uma estratégia nacional em nanotecnologia no Brasil é fundamental para garantir sua sustentabilidade a longo prazo.	,422 <sup>*</sup>
	Os custos para análise das questões de saúde impactarão na comercialização da nanotecnologia.	-,400 <sup>*</sup>
Os custos para análise das questões ambientais impactarão na comercialização da nanotecnologia.	A definição de uma estratégia nacional em nanotecnologia no Brasil é fundamental para garantir sua sustentabilidade a longo prazo.	,515 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões de saúde impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,570 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões de ciclo de vida impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,840 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões de segurança impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,393 <sup>*</sup>

(conclusão)		
Os custos para análise das questões de saúde impactarão na comercialização da nanotecnologia.	A formação de recursos humanos em nanotecnologia é uma fortaleza das inovações em nanotecnologia brasileiras.	-,400 <sup>*</sup>
	Os custos para análise das questões ambientais impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,570 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões de ciclo de vida impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,649 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões de segurança impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,490 <sup>**</sup>
Os custos para análise das questões de ciclo de vida impactarão na comercialização da nanotecnologia.	A definição de uma estratégia nacional em nanotecnologia no Brasil é fundamental para garantir sua sustentabilidade a longo prazo.	,537 <sup>**</sup>
	Uma política de inovação que considere a nanotecnologia é fundamental para fortalecer o Sistema Nacional de Inovação e, por consequência, os mecanismos de inovação.	,504 <sup>**</sup>
	Os aspectos institucionais do País favorecem a inovação em interações interorganizacionais para a nanotecnologia.	,638 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões ambientais impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,840 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões de saúde impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,649 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões de segurança impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,655 <sup>**</sup>
Os custos para análise das questões de segurança impactarão na comercialização da nanotecnologia.	Uma política de inovação que considere a nanotecnologia é fundamental para fortalecer o Sistema Nacional de Inovação e, por consequência, os mecanismos de inovação.	,532 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões ambientais impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,393 <sup>*</sup>
	Os custos para análise das questões de saúde impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,490 <sup>**</sup>
	Os custos para análise das questões de ciclo de vida impactarão na comercialização da nanotecnologia.	,655 <sup>**</sup>

Fonte: Elaborado pela autora (2015).

Dentre as variáveis que apresentam correlação, as que demonstram maior força de associação ( $p < 0,80$ ) estão relacionadas aos custos para análise das questões ambientais e ao custo para análise das questões de ciclo de vida. Assim, é possível perceber que, à medida que aumentam os custos para a análise concernente às questões ambientais, aumentam também os custos para a análise das questões relativas ao ciclo de vida e seu impacto na comercialização da nanotecnologia.

### 5.5.2 Gestão, Estrutura e Dinâmica dos Grupos

Quando analisadas as questões relativas à gestão, estrutura e dinâmica dos grupos, percebe-se a importância de uma infraestrutura laboratorial de qualidade para a facilitação das pesquisas (média de 4,79), da interação entre os pesquisadores de diferentes universidades e disciplinas (média de 4,29) e dos programas de difusão e treinamento para o fortalecimento das competências em rede (média de 4,29). Percebe-se, ainda, apesar das expectativas da pesquisadora, que os respondentes afirmam que as interações entre pesquisadores de diferentes universidades são uma realidade e estão cada vez mais intensas (média de 4,25).

Ademais, é importante perceber que os respondentes têm uma opinião de neutra a positiva com relação ao posicionamento de seus grupos no cenário internacional (média de 3,14), ainda que o número de patentes e publicações seja considerado incipiente se relacionado a países em graus similares de desenvolvimento econômico. Essas correlações podem ser observadas no Quadro 12.

Quadro 12 – Correlação das questões referentes à gestão, estrutura e dinâmica dos grupos  
(continua)

Variável Dependente	Variáveis Correlacionadas	Coefficiente de Correlação
As interações entre pesquisadores de diferentes universidades do seu grupo são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	As interações entre pesquisadores de diferentes disciplinas do seu grupo são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	,677**
	A definição de uma estratégia (de longo prazo) para o grupo é fundamental para garantir a sustentabilidade do grupo e deve estar alinhada à estratégia nacional.	,643**
	As interações entre os pesquisadores da mesma universidade são muito importantes para melhorar o desempenho do grupo.	,494**
	As interações entre os pesquisadores de diferentes universidades e das diferentes disciplinas, do seu grupo, são relevantes para fortalecer o desempenho do grupo.	,567**
As interações entre pesquisadores de diferentes disciplinas do seu grupo são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	As interações entre pesquisadores de diferentes universidades do seu grupo são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	,677**
	A definição de uma estratégia (de longo prazo) para o grupo é fundamental para garantir a sustentabilidade do grupo e deve estar alinhada à estratégia nacional.	,374*
	As interações entre os pesquisadores da mesma universidade são muito importantes para melhorar o desempenho do grupo.	,384*

(continuação)

	As interações entre os pesquisadores de diferentes universidades e das diferentes disciplinas, do seu grupo são relevantes para fortalecer o desempenho do grupo.	,441*
	Os fundos públicos permitem que os grupos possam desenvolver seus projetos.	-,764**
O grupo ocupa uma posição de destaque, com respeito a outros grupos similares no cenário internacional.	A definição de uma estratégia (de longo prazo) para o grupo é fundamental para garantir a sustentabilidade do grupo e deve estar alinhada à estratégia nacional.	,450*
	As interações entre os pesquisadores de diferentes universidades e das diferentes disciplinas, do seu grupo, são relevantes para fortalecer o desempenho do grupo.	,521**
A definição de uma estratégia (de longo prazo) para o grupo é fundamental para garantir a sustentabilidade do grupo e deve estar alinhada à estratégia nacional.	As interações entre pesquisadores de diferentes universidades (institutos) do seu grupo são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	,643**
	As interações entre pesquisadores de diferentes disciplinas do seu grupo são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	,374*
	O grupo ocupa uma posição de destaque com respeito a outros grupos similares no cenário internacional.	,450*
	Uma infraestrutura laboratorial de alta qualidade é fundamental para facilitar sua pesquisa.	-,388*
As interações entre os pesquisadores da mesma universidade são muito importantes para melhorar o desempenho do grupo.	As interações entre pesquisadores de diferentes universidades do seu grupo são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	,494**
	As interações entre pesquisadores de diferentes disciplinas do seu grupo são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	,384*
	As interações entre os pesquisadores de diferentes universidades e das diferentes disciplinas, do seu grupo são relevantes para fortalecer o desempenho do grupo.	,567**
	Um Sistema de Propriedade Intelectual para Nanotecnologia que permita proteger o potencial inovador dos pesquisadores é indispensável.	-,405*
As interações entre os pesquisadores de diferentes universidades e das diferentes disciplinas, do seu grupo, são relevantes para fortalecer o desempenho do grupo.	As interações entre pesquisadores de diferentes universidades do seu grupo são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	,567**
	As interações entre pesquisadores de diferentes disciplinas do seu grupo são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	,441*
	O grupo ocupa uma posição de destaque com respeito a outros grupos similares no cenário internacional.	,521**
	A definição de uma estratégia (de longo prazo) para o grupo é fundamental para garantir a sustentabilidade do grupo e deve estar alinhada à estratégia nacional.	,816**
	As interações entre os pesquisadores da mesma universidade são muito importantes para melhorar o desempenho do grupo.	,567**

(continuação)

Os fundos públicos permitem que os grupos possam desenvolver seus projetos.	As interações entre pesquisadores de diferentes disciplinas do seu grupo são uma realidade e estão cada vez mais intensas.	-,764**
Uma infraestrutura laboratorial de alta qualidade é fundamental para facilitar sua pesquisa.	A definição de uma estratégia (de longo prazo) para o grupo é fundamental para garantir a sustentabilidade do grupo e deve estar alinhada à estratégia nacional.	-,388*
	Um Sistema de Propriedade Intelectual para Nanotecnologia que permita proteger o potencial inovador dos pesquisadores é indispensável.	,573**
	A pesquisa e a comercialização em nanotecnologia requerem métricas e padrões que garantam a saúde pública e o ambiente.	,507**
	A formação de RH para nanotecnologia é um pilar fundamental para o seu desenvolvimento.	,708**
	Programas de difusão e treinamento para fortalecer e desenvolver competências em rede são importantes.	,522**
	As interações entre os pesquisadores da mesma universidade são muito importantes para melhorar o desempenho do grupo.	-,405*
Um Sistema de Propriedade Intelectual para Nanotecnologia que permita proteger o potencial inovador dos pesquisadores é indispensável.	Uma infraestrutura laboratorial de alta qualidade é fundamental para facilitar sua pesquisa.	,573**
	A formação de RH para nanotecnologia é um pilar fundamental para o seu desenvolvimento.	,952**
	Programas de difusão e treinamento para fortalecer e desenvolver competências em rede são importantes.	,974**
	Uma infraestrutura laboratorial de alta qualidade é fundamental para facilitar sua pesquisa.	,507**
A pesquisa e a comercialização em nanotecnologia requerem métricas e padrões que garantam a saúde pública e o ambiente.	A formação de RH para nanotecnologia é um pilar fundamental para o seu desenvolvimento.	,407*
	Uma infraestrutura laboratorial de alta qualidade é fundamental para facilitar sua pesquisa.	,708**
A formação de RH para nanotecnologia é um pilar fundamental para o seu desenvolvimento.	Um Sistema de Propriedade Intelectual para Nanotecnologia que permita proteger o potencial inovador dos pesquisadores é indispensável.	,952**
	A pesquisa e a comercialização em nanotecnologia requerem métricas e padrões que garantam a saúde pública e o ambiente.	,407*
	Programas de difusão e treinamento para fortalecer e desenvolver competências em rede são importantes.	,950**
	Uma infraestrutura laboratorial de alta qualidade é fundamental para facilitar sua pesquisa.	,522**
Programas de difusão e treinamento para fortalecer e desenvolver competências em rede são importantes.	Um Sistema de Propriedade Intelectual para Nanotecnologia que permita proteger o potencial inovador dos pesquisadores é indispensável.	,974**

Fonte: Elaborado pela autora (2015).

A análise das correlações que apresentaram maior força de associação mostra que as interações entre os pesquisadores de diferentes universidades e disciplinas estão relacionadas com a necessidade de garantir a sustentabilidade do grupo por meio da definição de uma estratégia de longo prazo. Além disso, entende-se a importância da formação de recursos humanos para a nanotecnologia, pois essa variável tem correlação com a importância de criação de um sistema que permita proteger o potencial inovador dos pesquisadores, bem como com a importância de programas de treinamento e difusão para fortalecer e desenvolver as competências em rede.

## 5.6 INFLUÊNCIA DO CONHECIMENTO INTERORGANIZACIONAL PARA A INOVAÇÃO NOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA

No que diz respeito ao conhecimento interorganizacional para a inovação na população estudada, é possível perceber que os respondentes reconhecem o valor das novas informações e dos novos conhecimentos que chegam a partir do relacionamento com outros grupos (média de 4,21), nota-se, ainda, que eles afirmam adquirir e absorver conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos. Percebe-se, também, que os grupos utilizam mais meios de socialização informais (média de 3,43) e tecnológicos (média de 3,07) do que os meios formais de socialização – tais como consultorias, documentações ou treinamentos (média de 2,89).

Ademais, é possível concluir que os pesquisadores que participaram deste estudo entendem a cooperação e a mobilidade dentro do grupo de pesquisa como adequadas (média de 3,29), além de acreditarem que os programas de difusão e treinamento dos pesquisadores são adequados (média de 2,93). Ainda, esta pesquisa mostra que as interações entre os pesquisadores de diferentes universidades e disciplinas são relevantes para o desempenho dos grupos de pesquisa (média de 4,29).

A análise das respostas, em conjunto com as entrevistas realizadas pessoalmente, permite entender, contudo, que, apesar de os pesquisadores reconhecerem a importância do conhecimento advindo do relacionamento com outros grupos, tal conhecimento ainda não é empregado na geração de inovações

de processo, produto, de *marketing* ou organizacionais. Ou seja, ainda existem barreiras na forma de socialização e utilização do conhecimento adquirido, ainda que os pesquisadores entendam o trânsito de informações como adequado para sua realidade.

As correlações relacionadas às questões relativas ao conhecimento interorganizacional para a inovação estão descritas no Quadro 13.

Quadro 13 – Correlação das questões relacionadas ao conhecimento interorganizacional  
(continua)

Variável Dependente	Variáveis Correlacionadas	Coefficiente de Correlação
O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.	O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.	,547**
	O grupo adquire conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,753**
	O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,995**
	O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,712**
	O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,572**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	,745**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,513**
	O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,556**
	O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,389*
	O grupo percebe a existência de inovações organizacionais relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,447*
	O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.	O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.
O grupo adquire conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.		,864**
O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.		,550**

(continuação)

	O grupo desenvolve rotinas que facilitem a combinação de conhecimento existente com conhecimentos recém-adquiridos e assimilados por meio do relacionamento com outros grupos.	,641**
	O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,624**
	O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,559**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	,636**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,747**
	O grupo faz uso de mecanismos tecnológicos no compartilhamento do conhecimento interorganizacional ( <i>e-mail</i> , intranet, fórum virtual, etc).	,481**
	O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,695**
	O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,441*
O grupo adquire conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.	,753**
	O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.	,864**
	O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,718**
	O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,663**
	O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,684**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	,695**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,819**
	O grupo faz uso de mecanismos tecnológicos no compartilhamento do conhecimento interorganizacional ( <i>e-mail</i> , intranet, fórum virtual, etc.).	,584**
	O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,559**

(continuação)

O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.	,995**
	O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.	,550**
	O grupo adquire conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,718**
	O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,716**
	O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,532**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	,749**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,477*
	O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,588**
	O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,424*
	O grupo percebe a existência de inovações organizacionais relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,473*
O grupo desenvolve rotinas que facilitem a combinação de conhecimento existente com conhecimentos recém-adquiridos e assimilados por meio do relacionamento com outros grupos.	O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.	,641**
	O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,430*
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	,376*
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,421*
	O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,554**
	O grupo percebe a existência de inovações de processo relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,460*

(continuação)

	O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,573**
O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.	,712**
	O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.	,624**
	O grupo adquire conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,663**
	O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,716**
	O grupo desenvolve rotinas que facilitem a combinação de conhecimento existente com conhecimentos recém-adquiridos e assimilados por meio do relacionamento com outros grupos.	,430*
	O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,457*
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	,879**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,621**
	O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,808**
	O grupo percebe a existência de inovações de processo relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,602**
	O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,823**
	O grupo percebe a existência de inovações organizacionais relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,523**
	O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.
O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.		,559**
O grupo adquire conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.		,684**
O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.		,532**
O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.		,457*

(continuação)

	O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	,727**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,857**
	O grupo faz uso de mecanismos tecnológicos no compartilhamento do conhecimento interorganizacional ( <i>e-mail</i> , intranet, fórum virtual, etc.).	,602**
	O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,513**
	O grupo percebe a existência de inovações de processo relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,654**
	O grupo percebe a existência de inovações organizacionais relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,443*
O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.	,745**
	O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.	,636**
	O grupo adquire conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,695**
	O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,749**
	O grupo desenvolve rotinas que facilitem a combinação de conhecimento existente com conhecimentos recém-adquiridos e assimilados por meio do relacionamento com outros grupos.	,376*
	O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,879**
	O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,727**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,789**
	O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,864**
	O grupo percebe a existência de inovações de processo relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,593**
	O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,750**

(continuação)

	O grupo percebe a existência de inovações organizacionais relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,643**
O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.	,513**
	O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.	,747**
	O grupo adquire conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,819**
	O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,477*
	O grupo desenvolve rotinas que facilitem a combinação de conhecimento existente com conhecimentos recém-adquiridos e assimilados por meio do relacionamento com outros grupos.	,421*
	O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,621**
	O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,857**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	,789**
	O grupo faz uso de mecanismos tecnológicos no compartilhamento do conhecimento interorganizacional ( <i>e-mail</i> , intranet, fórum virtual, etc.).	,645**
	O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,689**
	O grupo percebe a existência de inovações de processo relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,639**
	O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,477*
	O grupo percebe a existência de inovações organizacionais relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,524**
O grupo faz uso de mecanismos tecnológicos no compartilhamento do conhecimento interorganizacional ( <i>e-mail</i> , intranet, fórum virtual, etc.).	O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.	,481**
	O grupo adquire conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,584**
	O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,602**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,645**

(continuação)

	O grupo percebe a existência de inovações de processo relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,477*
O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.	,556**
	O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.	,695**
	O grupo adquire conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,559**
	O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,588**
	O grupo desenvolve rotinas que facilitem a combinação de conhecimento existente com conhecimentos recém-adquiridos e assimilados por meio do relacionamento com outros grupos.	,554**
	O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,808**
	O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,513**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	,864**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,689**
	O grupo percebe a existência de inovações de processo relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,515**
	O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,901**
	O grupo percebe a existência de inovações organizacionais relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,801**
O grupo percebe a existência de inovações de processo relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	O grupo desenvolve rotinas que facilitem a combinação de conhecimento existente com conhecimentos recém-adquiridos e assimilados por meio do relacionamento com outros grupos.	,460*
	O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,602**
	O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,654**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	,593**

(continuação)

	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,639**
	O grupo faz uso de mecanismos tecnológicos no compartilhamento do conhecimento interorganizacional ( <i>e-mail</i> , intranet, fórum virtual, etc.).	,477*
	O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,515**
	O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,654**
	O grupo percebe a existência de inovações organizacionais relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,528**
O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.	,389*
	O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.	,441*
	O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,424*
	O grupo desenvolve rotinas que facilitem a combinação de conhecimento existente com conhecimentos recém-adquiridos e assimilados por meio do relacionamento com outros grupos.	,573**
	O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,823**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	,750**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,477*
	O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,901**
	O grupo percebe a existência de inovações de processo relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,654**
	O grupo percebe a existência de inovações organizacionais relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,757**
		O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.
	O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.	,473*

		(conclusão)
O grupo percebe a existência de inovações organizacionais relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,523**
	O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.	,443*
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).	,643**
	O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).	,524**
	O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,801**
	O grupo percebe a existência de inovações de processo relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,528**
	O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento de conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.	,757**

Fonte: Elaborado pela autora (2015).

A análise das correlações permite entender que a formação de equipes de trabalho com a participação de pessoas de diferentes áreas está relacionada com a capacidade de absorção do conhecimento externo pelos grupos de pesquisa. Além disso, a capacidade de adquirir conhecimento externo está relacionada com o reconhecimento do valor de novas informações e com o uso de mecanismos de socialização informais.

Ademais, quando o grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca novas competências, estabelece-se uma relação com a existência de inovações de produto e de *marketing* advindos do relacionamento interorganizacional. Além disso, pode-se entender que os mecanismos de socialização formais estão correlacionados com essa habilidade, permitindo inferir que a utilização de tais mecanismos poderia alavancar a existência das inovações.

Percebe-se que os mecanismos de socialização formais estão relacionados com a habilidade de criar novas competências, enquanto que os mecanismos de socialização informais têm relação com a existência de inovações de produto. Além

disso, a existência das inovações de produto está relacionada à existência de inovações de *marketing* e organizacionais.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as considerações finais da pesquisa, as recomendações de estudos futuros e as limitações encontradas no decorrer do processo. As considerações finais seguem a sequência apresentada nos objetivos, e as recomendações e limitações serão feitas com o intuito de proporcionar a quem interessar possibilidades de estudos relacionados à nanotecnologia, a partir dos tópicos abordados nesta dissertação.

### 6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de identificar as características de formação, estruturação e configuração dos grupos de pesquisa em nanotecnologia localizados no Estado do Rio Grande do Sul, bem como de analisar o perfil da inovação e sua dinâmica vigente nos grupos de pesquisa em nanotecnologia, realizou-se este estudo. Para tanto, utilizou-se o contraponto entre teorias clássicas, como a teoria da inovação, e um tema pouco desenvolvido no cenário brasileiro, que é o caso da nanotecnologia.

A fim de que se cumprisse o objetivo geral, foram determinados sete objetivos específicos. O primeiro objetivo específico tratava do mapeamento dos grupos de pesquisa em nanotecnologia existentes no Estado do Rio Grande do Sul. Neste item, observou-se que as fontes de financiamento públicas são determinantes na realização dos projetos de pesquisa, visto que a participação privada é tímida na área. Contudo, não foi possível relacionar as fontes de financiamento à produção tecnológica dos grupos, e, assim, a premissa inicial de que grupos com iniciativa privada tivessem maior produção tecnológica não pôde ser verificada.

Ademais, este item mostrou que a criação dos grupos de pesquisa em uma área de tecnologia avançada não traz investimentos significativos nas universidades ou nos institutos, visto que os maiores investimentos dizem respeito às bolsas de iniciação científica, mestrado e doutorado proporcionadas aos programas.

O segundo objetivo específico tratava da análise das motivações e dificuldades para a formação dos grupos de pesquisa em nanotecnologia. Para Katz e Martin (1997) e Longo e Oliveira (2000), o compartilhamento e a redução de custos são os motivadores principais para o estabelecimento de parcerias na área acadêmica. Esta pesquisa, no entanto, apontou o aumento das publicações

internacionais como a principal motivação dos pesquisadores para integrarem os grupos de pesquisa, permitindo o entendimento de que as motivações encontradas nesta pesquisa estão mais interligadas com os objetivos acadêmicos do que com as atividades práticas dos grupos.

Além disso, quando foram correlacionados os motivadores e as dificuldades, pôde-se perceber que o aumento das publicações nacionais e internacionais está relacionado com a necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares. Já a correlação dessa necessidade de reconhecimento com novos projetos de pesquisa permitiu o entendimento de que o aumento de publicações nacionais e internacionais pode alavancar a produção de patentes no território brasileiro.

Contudo, a falta de recursos para manutenção e conclusão das atividades, aliada à infraestrutura de má qualidade dos laboratórios existentes, torna-se um entrave não somente para o número de patentes registradas e licenciadas, mas também no que tange à capacidade dos grupos de oferecer novos produtos e serviços ao mercado. Assim, é importante perceber que a infraestrutura dos laboratórios e o financiamento dos projetos surgem como itens necessários para o desenvolvimento nanotecnológico brasileiro.

No que se refere à influência de diferentes elementos na estruturação, na configuração e no desenvolvimento dos grupos de pesquisa em nanotecnologia, restou evidente a necessidade de aumentar o relacionamento interorganizacional para a promoção da inovação nanotecnológica, como destacado por Katz e Martin (1997), que traziam o compartilhamento do conhecimento interorganizacional na academia como uma forma de especialização, visando à solução de problemas complexos. Essa percepção foi possível a partir dos resultados de que a proximidade física dos pesquisadores e a frequência com que ocorrem as reuniões impactam na possibilidade de novos projetos de pesquisa e no aumento das publicações nacionais.

Ademais, o tempo de participação dos pesquisadores em grupos colaborativos de pesquisa sugere o aumento na publicação de patentes, reforçando a importância de se trabalhar em rede para a promoção da inovação, conceito defendido desde a introdução do paradigma da inovação aberta por Chesbrough (2003).

Em se tratando do perfil da inovação e da existência de um processo inovativo nos grupos de pesquisa em nanotecnologia, é necessário entender que a

inovação – no entendimento de autores como Schumpeter (1982), Drucker (1986), Porter (1989), Tidd, Bessant e Pavitt (2008) e OCDE (1992) – decorre da aplicação bem sucedida de um novo produto ou processo, e não unicamente da novidade ou da invenção. Assim, a partir deste estudo, surgiu a contribuição de que não é possível verificar a existência de um processo inovativo nos grupos, ou seja, as descobertas realizadas não passam pelas etapas de inovação e difusão e, não atingindo o mercado, não podem ser consideradas inovações, mas sim invenções tão somente. Dessa forma, não é possível reconhecer a existência de inovações de produto, processo, organizacionais ou de *marketing* nos grupos considerados e, por conseguinte, entende-se que a organização das pesquisas não é capaz de promover a inovação.

No que diz respeito à dinâmica de inovação vigente nos grupos de pesquisa em nanotecnologia, surgiu uma das principais contribuições deste estudo, no sentido de que o conhecimento interorganizacional, a relação entre os pesquisadores de diferentes grupos e disciplinas e os programas de difusão e treinamento para o desenvolvimento de competências são apresentados como fatores relevantes para o aumento das publicações, aumento do número de patentes e desenvolvimento de projetos e, por consequência, para a promoção da inovação na área. Esses resultados corroboraram os estudos de autores como Freeman (1995) e Albuquerque (1996), que tratam das interações interinstitucionais como um mecanismo capaz de promover a inovação tecnológica.

Além disso, os estudos de Etzkowitz e Leydesdorff (2000) tratam do fomento à inovação tecnológica como sendo propiciados pela interação entre universidade, empresas e setor público, o que vem ao encontro dos resultados encontrados nesta pesquisa, quais sejam, de que o aumento do número de publicações, projetos e patentes registradas podem promover a inovação tecnológica.

Já no que tange à influência do conhecimento interorganizacional para a promoção da inovação, foi possível entender que os mecanismos de socialização formais, tais como a elaboração de relatórios, treinamentos e consultorias, são uma deficiência dos grupos de pesquisa em nanotecnologia, visto que o aproveitamento de seu potencial poderia levar à inovação de produto e de *marketing*, por meio da habilidade da criação de novas competências. Ademais, a influência exercida nas motivações pela proximidade física dos pesquisadores e pela frequência de reuniões para o compartilhamento de conhecimento é um fator legitimado pelos estudos da

OCDE (2013), que tratam da proximidade como um fator importante para a inovação.

Em conclusão, a realização deste estudo corrobora a realidade percebida em estudos anteriores, de que o Brasil e, conseqüentemente, o Estado do Rio Grande do Sul não possuem as capacidades específicas para a promoção da inovação. Ademais, o fortalecimento do conhecimento interorganizacional nos grupos de pesquisa, bem como o aumento da infraestrutura laboratorial, surgem como um fator decisivo para a promoção nanotecnológica nos grupos de pesquisa do Rio Grande do Sul.

Assim, o objetivo geral deste estudo se cumpre no entendimento de que os grupos de pesquisa em nanotecnologia do Rio Grande do Sul não são capazes de gerar inovação, ainda que essa dinâmica pudesse ser fortalecida com o aumento do conhecimento interorganizacional.

## 6.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Dentre as limitações encontradas na realização desta pesquisa, podem-se citar as dificuldades relacionadas à caracterização da população e, em consequência disso, da amostra deste estudo. As informações preliminares acerca dos grupos de pesquisa considerados nesta investigação foram retiradas do Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil, vinculado ao CNPq. Contudo, muitas das informações constantes no Diretório estão desatualizadas, o que exigiu a verificação de cada uma delas.

Além disso, como os grupos considerados foram aqueles que possuem o prefixo “nano” em seu nome, muitos pesquisadores que não atuam em nanotecnologia foram contemplados na população inicial, o que dificultou o processo de coleta de dados. Ademais, o tipo de pesquisa realizada pela população, que exige dedicação laboratorial, surge como uma limitação importante, no sentido de que os pesquisadores não possuem tempo suficiente para responder aos questionários. Nesse sentido, outra limitação encontrada neste estudo é a amostra intencional, que não permite inferências sobre uma população representativa.

Outra limitação encontrada na realização da pesquisa foi a falta de documentação publicada acerca das iniciativas previamente realizadas no território brasileiro, no que concerne à nanotecnologia. Dessa forma, a quantidade de

patentes, publicações nacionais e internacionais sobre o tema realizadas no território nacional não são conhecidos, o que dificulta a construção do conhecimento sobre o tema e a caracterização do problema de pesquisa.

### 6.3 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

A partir dos resultados encontrados com a realização da pesquisa e das considerações finais delineadas no início deste capítulo, surgem sugestões para a realização de estudos futuros referentes à área nanotecnológica. A primeira sugestão diz respeito a uma investigação acerca das iniciativas brasileiras na área nanotecnológica, levando-se em consideração redes de pesquisa, grupos de pesquisa, empresas privadas, número de patentes registradas e publicações relacionadas ao assunto. Esse trabalho poderia servir de referência para todos os trabalhos realizados na área, como fonte primária de pesquisa acerca do setor no Brasil.

Outra contribuição surgida a partir das limitações desta pesquisa é a realização do estudo levando-se em conta não somente o Rio Grande do Sul, mas todo o cenário nacional. A partir disso, podem surgir também panoramas regionais acerca da inovação nanotecnológica, identificando as regiões mais inovadoras do País.

Além disso, sugere-se a realização de estudos específicos acerca do conhecimento interorganizacional para a promoção da inovação nanotecnológica, do impacto da infraestrutura laboratorial nas inovações e da relação entre o investimento privado e o investimento público na promoção da inovação. Apesar de esses itens serem apresentados neste documento como resultados provenientes dos dados coletados, uma pesquisa específica poderia mostrar de que forma tais fatores são decisivos na promoção da inovação, contribuindo para a formação de sistemas regionais de inovação.

## REFERÊNCIAS

- ABERNATHY, W. J.; CLARK, K. B. Innovation: Mapping the winds of creative destruction. **Research Policy**, North-Holland, v. 14, p. 3-22, 1985.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Cartilha sobre nanotecnologia**. Brasília, DF: ABDI, c2010. 58 p.
- AHMADJIAN, C. Criação do Conhecimento Interorganizacional: Conhecimento e Redes, In. TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. **Gestão do Conhecimento**: Universidade de Hitotsubashi. Porto Alegre: Bookman, 2008, 320 p.
- ALBUQUERQUE, E. M. Sistema Nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. **Revista da Economia Política**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 56-72, 1996.
- ALDRICH, H. **Organizations and Environments**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1979.
- BEAUDRY, C.; ALLAOUI, S. Impact of public and private research funding on scientific production: the case of nanotechnology. **Research Policy**, [S.l.], v. 41, p. 1589-1606, 2012.
- BIANCHI, P. Public policies for local networks of innovators. **Research Policy**, [S.l.], v. 5, n. 20, p. 487-497, out. 1991.
- BUSSAB, Wilton Oliveira; MORETTIN, Pedro Alberto. **Estatística básica**. 5.ed. São Paulo: Saraiva, 2002. 526 p. ISBN 8502034979.
- CANTON, James. **Technofutures**. São Paulo: Best Seller, 2001.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, c2007. x, 162 p. ISBN 8576050471.
- CHESBROUGH, H. **Open Innovation**: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston: Harvard Business School Press, 2003.
- CHRISTENSEN, C. M.. The past and future of competitive advantage. **Sloan Management Review**, Massachusetts, v. 42, n. 2, p. 105-109, Winter, 2001.
- CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – CNPq. **Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil**. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp>>. Acesso em: 23 jun. 2014.
- COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Programa CAPES/Laboratório Ibérico Internacional de nanotecnologia (INL)**. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/cooperacao-internacional/portugal/inl>>. Acesso em: 25 out. 2013.
- DAMANPOUR, F. Organizational innovation: a meta-analysis of effects of

determinants and moderators. **Academy of Management Journal**, New York, v. 34, n. 3, p. 555-590, 1991.

DOBNI, C. Brooke. Measuring innovation culture in organizations: The development of a generalized innovation culture construct using exploratory factor analysis. **European Journal of Innovation Management**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 539-559, 2008.

DOSI, G. The Nature of the Innovative Process. In: Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G.; Soete, L. **Research Policy**, London and New York: Pinter Publishers, 1998, p. 221-237.

DONADIO, L. Política científica e tecnológica. In: Marcovitch, J. (Coord.). **Administração em Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1983, p. 17-42.

DIAS, E. L. **Redes de Pesquisa em Genômica no Brasil: Políticas Públicas e Estratégias Privadas frente a Programas de Sequenciamento Genético**. 2006. 222 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

DIEHL, R. J.; RUFFONI, J. O paradigma da Inovação Aberta: dois estudos de caso de empresas do Rio Grande do Sul. **Perspectiva Econômica**, São Leopoldo, v.8, n.1, p. 24-42, 2012.

DIRETÓRIO DE GRUPOS DE PESQUISA NO BRASIL. . **Base Corrente**. 2014. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

DRUCKER, P.F. **Innovation and entrepreneurship**. New York: Harper Perennial, 1986.

\_\_\_\_\_. **Administrando para o futuro: os anos 90 e a virada do século**. São Paulo: Thomson Pioneira, c1992. xix, 242 p. (Biblioteca de administração e negócios) ISBN 8522101477.

DURÁN, N.; MATTOSO, L. H. C.; MORAIS, P. C. **Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação**. São Paulo: Artliber, 2006.

EDQUIST, C. A política de inovação nos sistemas de abordagem da inovação: alguns princípios básicos. In: FISCHER, M. M.; FRÖHLICH, J. (Eds.). **Sistemas de complexidade do conhecimento e inovação**. Berlim: Springer, 2001, p. 46-55.

ELSEVIER. **Scopus**. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/online-tools/scopus>>. Acesso em: 25 out. 2013.

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 February**, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (Ed.). **The Oxford Handbook**

of **Innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2006.

FAORO, Roberta Rodrigues. **O Compartilhamento do Conhecimento, a Capacidade Absortiva e a Inovação nos Relacionamentos Interorganizacionais do Tipo Terceirização de Tecnologia da Informação**. 2015. 345 f. Tese (Doutorado) - Curso de Administração, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

FÁVERO, L. P. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. xx, 646 p. ISBN 9788535230468.

FREEMAN, C. **Technology Policy and Economic Performance: lessons from Japan**. Londres: Pinter, 1987.

\_\_\_\_\_. The 'National System of Innovation' in historical perspective. **Cambridge Journal Of Economic**, Cambridge, v. 19, p. 5-24, 1995.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The economics of industrial innovation**. London: Pinter Publishers, 1997.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008. xiv, 200 p. ISBN 9788522451425.

HAIR, J. F. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005. xii, 471 p. ISBN 9788536304496.

\_\_\_\_\_. **Análise multivariada de dados**. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. x, 688 p. ISBN 9788577804023.

HAMEL, G.; PRAHALAD, C. K. **Competing for the future**. Boston: Harvard Business School Press, 1994.

HAYASHI, M. C. P. I. et al. Em direção à construção de indicadores regionais de Nanociência e Nanotecnologia. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 85-127, set. 2006.

HENDERSON, R. M.; CLARK, K. B. Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. **Administrative Science Quarterly**, [S.l.], v. 35, n. 1, 1990.

HIGGINS, M. **Innovate or evaporate: Test & improve your organizations I.Q. - Its Innovation Quotient**. New York: New Management Publishing Company, 1995.

HUANG, Z.; CHEN, H.; CHEN, Z.; ROCO, M. C. International nanotechnology development in 2003: Country, institution, and technology field analysis based on USPTO patent database. **Journal of Nanoparticle Research**, Holanda, v. 6, n. 4, p. 325-354, ago. 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Busca de Patentes**. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/portal/>>. Acesso em: 25 out. 2013.

IMAI, K I; BABA, Y. Systemic innovation and cross-border networks. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON SCIENCE, TECHNOLOGY AND ECONOMIC GROWTH, 1989, Paris. **Proceedings International Seminar on Science, Technology and Economic Growth**. Paris: OCDE Publishing, 1989.

KATZ, S. J.; MARTIN, B. R. What is research collaboration? **Research Policy**, [S.I.], v. 26, p. 1-18, 1997.

KUMIKO, M.; ISLAM, N. Nanotechnology systems of innovation – An analysis of industry and academia research activities. **Technovation**, [S.I.], v. 27, n. 11, p. 661-675, nov. 2007.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 315 p. ISBN 9788522440153.

\_\_\_\_\_. **Metodologia científica**. 6.ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2011. 314 p. ISBN 9788522466252.

LI, X.; XHEN, H.; ROCO, M. C. Worldwide nanotechnology development: a comparative study of USPTO, EPO, and JPO patents (1976-2004). **Journal of Nanoparticle Research**, Holanda, v. 9, n. 6, p. 977-1002, jul. 2007.

LIU, X.; ZHANG, P.; LI, X.; XHEN, H.; DANG, Y.; LARSON, C.; ROCO, M. C.; WANG, X. Trends for nanotechnology development in China, Russia, and India. **Journal of Nanoparticle Research**, Holanda, v. 11, n. 8, p. 1845-1866, jul. 2009.

LONGO, W. P.; OLIVEIRA, A. R. P. Pesquisa Cooperativa e Centros de Excelência. **Parcerias Estratégicas**, [S.I.], n. 9, p. 129-144, 2000

LONIGRO, G.; MORREALE, A.; ENEA, G. Open innovation: A real option to restore value to the biopharmaceutical R&D. **International Journal of Production Economics**, [S.I.], v. 149, p. 183-193, mar. 2014.

LUDEÑA, M. E. **Avaliação de redes de inovação em nanotecnologia**: a proposta de um modelo. 2008. 177 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. xvii, 720 p.

MANGEMATIN, V.; WALSH, S. The future of nanotechnologies. **Technovation**, [S.I.], v.32, n.3, p. 157-160, 2012.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Nanotecnologia**. Disponível em < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/77609.html>>. Acesso em 10 fev. 2014.

NONAKA, I. The knowledge-creating company. **Harvard Business Review**, Cambridge, v. 69, n. 6, p. 96-104, 1991.

NONAKA, I.; VON KROGH, G.; VOELPEL, S. Organizational Knowledge Creation Theory: Evolutionary Paths and Future Advances. **Organization Studies**, [S.I.], v. 27, n. 8, p. 1179-1208, 2006.

OCDE, Organização Para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Technology and Economy: the key relationships**. Paris: OCDE Publishing, 1992.

\_\_\_\_\_. **The Oslo Manual: the measurement of scientific and technical activities**. Paris: OCDE Publishing, 1997.

\_\_\_\_\_. **Frascati Manual: proposed standard practice for surveys on research and experimental development**. Paris: OCDE Publishing, 2002.

\_\_\_\_\_. **Manual de Oslo: Proposta de Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica**. Brasília: FINEP, 2004.

\_\_\_\_\_. **Open Innovation in Global Networks**. Paris: OCDE Publishing, 2008.

\_\_\_\_\_. **Regions and Innovation: collaborating across borders**. Paris: OCDE Publishing, 2013.

OLIVER, C. Determinants of interorganizational relationships: integration and future directions. **Academy of Management Review**, [S.I.], v. 15, n. 2, p. 241-265, apr. 1990.

PORTER, M. E. **A vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1989. 897 p. ISBN 85-7001-758-8.

RAMOS, A. P. **Construção, Uso e Disseminação da Informação em Grupos de Pesquisa por meio de ambientes virtuais de colaboração**. 2006. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Informação, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2006.

REGIS, E. **Nano: a ciência emergente da nanotecnologia: refazendo o mundo - molécula por molécula**. Rio de Janeiro: Rocco, 1997. 304 p. (Coleção ciência atual) ISBN 8532507247.

RICHARDSON, G. B. The Organisation of Industry, **The Economic Journal**, [S.I.], v. 82, n. 327, p. 883-896, 1972.

RITTER, T., GEMÜNDEN, H. G. Network competence: its impact on innovation success and its antecedents. **Journal of Business Research**, [S.I.], v. 56, n. 9, p. 745-755, 2003.

ROGERS, E.M. **Diffusion of Innovations**. New York: Free Press, 1995.

ROTHWELL, R. Towards the fifth-generation innovation process. **International Marketing Review**, [S.I.], v. 11, n. 1, p. 7-31, 1994.

SÁBATO, J.; BOTANA, N. La ciência y la tecnologia em el desarrollo futuro da America Latina. **Revista de la Integracion**, [S.I.], v. 1, n. 3, p. 15-26, nov. 1968.

SCHUMPETER, J. **The theory of economic development**: an Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and Business Cycles. Cambridge: Harvard University Press. 1934.

\_\_\_\_\_. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1982. 169 p. (Os economistas)

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill, 1977. xviii, 350 p.

SMITH, C. The New Corporate Philanthropy. **Harvard Business Review**, Cambridge, v. 72, p. 105-116, 1994.

TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. **Gestão do conhecimento**. Porto Alegre: Bookman, 2008. xiii, 319 p. ISBN 9788577801916.

The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. **Nanoscience and nanotechnologies**: opportunities and uncertainties. London: Royal Society, 2004.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da inovação**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. xvi, 600 p. ISBN 9788577802029.

USHER, A. P. **A History of Mechanical Inventions**. Cambridge: Harvard University Press, 1954.

WHETTEN, D. A.; LEUNG, T. K. The instrumental value of interorganizational relations: antecedents and consequences of linkage formation. **Academy of Management Journal**, [S.I.], v. 22, n. 2, p. 325-344, 1979.

ZHENG, J.; ZHAO, Z.; ZHANG, X.; CHEN, D.; HUANG, M. International collaboration development in nanotechnology: a perspective of patent network analysis. **Scientometrics**, Budapeste, n. 98, p. 683-702, 2013.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA PESQUISADORES LÍDERES DOS GRUPOS DE PESQUISA

Nome do grupo de pesquisa: \_\_\_\_\_

Nome do entrevistado (*e-mail*), função/formação: \_\_\_\_\_

Nome da instituição: \_\_\_\_\_

Laboratório/departamento: \_\_\_\_\_

Área de conhecimento do grupo: \_\_\_\_\_

Localização: \_\_\_\_\_

### INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE ATIVIDADES DE PESQUISA

( ) Grupo não está em funcionamento (não responde ao questionário)

**1. Quais os projetos principais do grupo de pesquisa nos últimos 3 anos (2012 a 2014) e quais as fontes de financiamento mais importantes (em %)?**

Atividades	Governo	Empresas privadas	Organismos Internacionais	Outras (citar)	Não há financiamento
1.					
2.					
3.					

**2. Número de pessoas ligadas ao grupo e sua qualificação.**

Qualificação	Número
Pós-Doutorado	
Doutorado	
Mestrado	
Iniciação Científica	
Graduação	
Especialização	
Técnicos	
Ensino Médio	
Ensino Fundamental	

**3. Em termos de produção tecnológica, indique o número de produções do seu grupo de pesquisa.**

Patente	2014	2013	2012
Patentes com solicitação de registro			
Patentes licenciadas			
Programas de computador com solicitação de registro			
Programas de computador sem registro			
Cultivar registrada			
Cultivar protegida			
Desenho industrial registrado			
Marca registrada			
Produtos (piloto, projeto, protótipo)			
Aparelhos, instrumentos, equipamentos e/ou fármacos ou similares.			

**4. As patentes depositadas possuem parcerias com outros grupos, instituições ou empresas?**

- ( ) Não  
 ( ) Outras universidades no Brasil  
 ( ) Outras universidades no exterior  
 ( ) Outros grupos de pesquisa da mesma universidade  
 ( ) Outros grupos de pesquisa de outras IESs  
 ( ) Empresas privadas

**5. Quantas bolsas foram concedidas ao grupo de pesquisa entre os anos de 2012 e 2014?**

Nível	Número	Agência/Instituição
Pós-Doutorado		
Doutorado		
Mestrado		
Recém-Doutor		
Pesquisador Visitante		
Aperfeiçoamento		
Pesquisa		
Iniciação Científica ou ITI		
DTI (indique o nível para cada bolsa indicada)		
Apoio Técnico		

**6. Produção técnico-científica relacionada ao grupo.**

a) Número de artigos completos publicados em periódicos ou aceitos para publicação:

Nacionais	
Internacionais	

b) Número de teses, dissertações e outros trabalhos relacionados ao grupo:

Doutorado	
Mestrado	
Iniciação Científica	
Trabalhos de Conclusão de Curso	
Supervisão Pós-Doutoramento	
Aperfeiçoamento/Especialização	

c) Número de trabalhos apresentados em congressos e eventos relacionados ao grupo:

Nacionais	
Internacionais	

d) Outros indicadores que julgue importantes (descreva-os):

---



---



---

**7. Com a criação do grupo de pesquisa, houve investimentos da universidade/instituto na área de nanotecnologia? Se sim, classifique os investimentos de acordo com a escala abaixo, sendo “1” para “nenhum investimento” e “5” para “inúmeros investimentos”.**

	1	2	3	4	5
Infraestrutura					
Material Permanente					
Pessoal					
Novos Cursos de Graduação					
Novos Cursos de Pós-Graduação					

Outros. Cite:

---

---

**8. Outros comentários e observações que julgar importantes:**

---

---

---

---

---

---

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA PESQUISADORES

### I BLOCO – PERFIL DOS ENTREVISTADOS

1. Nome do entrevistado: \_\_\_\_\_
2. Função do entrevistado / maior grau de titulação: \_\_\_\_\_
3. Nome do grupo de pesquisa: \_\_\_\_\_
4. Nome da instituição a que pertence: \_\_\_\_\_
5. Laboratório/departamento: \_\_\_\_\_
6. Localização (Estado/País): \_\_\_\_\_
7. Área de conhecimento do grupo: \_\_\_\_\_

**8. Há quanto tempo participa de grupos de pesquisa acadêmicos?**

- ( ) Há no máximo 5 anos.  
 ( ) Há entre 5 e 10 anos.  
 ( ) Há mais de 10 anos.

**9. De forma geral, quão próximos os pesquisadores do seu grupo estão?**

- ( ) Em países diferentes (independentemente da distância em quilômetros).  
 ( ) No território nacional, muito próximos (na mesma cidade ou a menos de 50km).  
 ( ) No território nacional, próximos (em cidades vizinhas, em estados vizinhos ou entre 50km – 200km).  
 ( ) No território nacional, distantes (em estados não vizinhos ou entre 200km – 700km).  
 ( ) No território nacional, muito distantes (em estados distantes, em outros países ou a mais de 700km).  
 ( ) Não há outros pesquisadores no grupo.

**10. As reuniões realizadas entre os integrantes do grupo, a fim de compartilhar os resultados obtidos, ocorrem com que frequência?**

- ( ) Não ocorrem reuniões.  
 ( ) Mensalmente.  
 ( ) Bimestralmente.  
 ( ) Semestralmente.  
 ( ) Anualmente.

### II BLOCO – MOTIVADORES DOS GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA

Quais as principais motivações que o levaram a integrar este grupo de pesquisa? Marque um X no número da tabela com que mais identificar a sua opinião, sendo “1” = “Discordo Totalmente” e “5” = “Concordo Totalmente”.

(continua)

		1	2	3	4	5
11.	Redução de custos					
12.	Compartilhamento de estrutura					

		(conclusão)				
		1	2	3	4	5
13.	Laboratórios (infraestrutura) de alta qualidade					
14.	Capacidade de oferecer novos produtos e serviços ao mercado					
15.	Aumento de produção de patentes					
16.	Aumento de publicações nacionais					
17.	Aumento de publicações internacionais					
18.	Necessidade de aumentar a inserção internacional					
19.	Necessidade de ser reconhecido no meio acadêmico pelos seus pares					
20.	Aumento da capacidade de discussão com os pares					
21.	Possibilidade de novos projetos de pesquisa					
22.	Exigência dos Programas de <i>Stricto Sensu</i> – CAPES					

**23. Caso possua outra motivação a ser destacada, favor incluir no campo abaixo.**

---



---

**Quais as principais dificuldades encontradas pelo grupo de pesquisa? Assinale o número da tabela com que mais identificar sua opinião, sendo “1” = “Pouca Dificuldade” e “5” = “Muita Dificuldade”.**

		1	2	3	4	5
24.	Disponibilidade de infraestrutura					
25.	Manutenção de infraestrutura					-
26.	Disponibilidade de pessoal especializado					
27.	Relacionamento interpessoal					
28.	Manutenção de pessoal especializado					
29.	Disponibilidade de pessoal especializado para treinamentos					
30.	Espaço físico para treinamentos					
31.	Disponibilidade de tempo para treinamentos					
32.	Relacionamento com outros grupos					
33.	Alto custo com pesquisas					
34.	Disponibilidade de financiamento					
35.	Recursos (financiamento) suficientes para conclusão/manutenção da atividade					
36.	Manutenção das atividades do grupo					
37.	Reconhecimento do grupo pelos pares					
38.	Autonomia do grupo					

#### IV BLOCO – INOVAÇÃO EM GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA

##### 39. Existe inovação em seu grupo de pesquisa?

( ) Não existe inovação.

( ) Inovação de Produto (bem ou serviço): introdução de um produto novo ou significativamente melhorado no que diz respeito às suas características ou usos previstos dos produtos previamente produzidos pela empresa (MANUAL DE OSLO, 2004).

( ) Inovação de Processo: adoção de métodos de produção novos ou significativamente melhorados, incluindo métodos de entrega dos produtos. Tais métodos podem envolver mudanças no equipamento ou na organização da produção, ou uma combinação dessas mudanças, e podem derivar do uso de novo conhecimento (MANUAL DE OSLO, 2004).

( ) Inovação Organizacional: introdução de estruturas organizacionais significativamente alteradas ou técnicas de gerenciamento avançado ou, ainda, a implantação de orientações estratégicas novas ou substancialmente alteradas, com possibilidade de mensuração das mudanças (MANUAL DE OSLO, 2004).

( ) Inovação de *Marketing*: atividades relacionadas ao lançamento de um produto tecnologicamente novo ou aprimorado. Podem incluir a pesquisa preliminar de mercado, os testes de mercado e a propaganda de lançamento (MANUAL DE OSLO, 2004).

##### 40. Existe, em seu grupo de pesquisa, um processo inovativo?

Definição de “processo inovativo” ou “processo de inovação”: é dividido em três fases, a saber, invenção, inovação e difusão. A invenção consiste no processo de descoberta; a inovação deriva do desenvolvimento de uma inovação de forma comercial; e a difusão consiste em uma expansão de uma inovação em uso comercial (SCHUMPETER, 1982).

( ) Sim. As invenções descobertas pelo grupo são modificadas para alcançarem uso comercial e chegam ao mercado (são comercializadas).

( ) Não. As invenções descobertas pelo grupo não são comercializadas.

41. Nas questões seguintes, assinale a alternativa com que mais identifica sua opinião, sendo “0” = “Desconheço”, “1” = “Discordo Totalmente” e “5” = “Concordo Totalmente”.

(continua)

	0	1	2	3	4	5
A definição de uma estratégia nacional em nanotecnologia no Brasil, considerando os diferentes atores (governo, academia, empresas, etc.), é fundamental para garantir sua sustentabilidade a longo prazo.						
Uma política de inovação que considere a nanotecnologia é fundamental para fortalecer o Sistema Nacional de Inovação e, por consequência, os mecanismos de inovação (ex: incentivos fiscais, marcos regulatórios, ambiente para empreendedorismo e inovação, política de formação de recursos humanos, etc.).						

(conclusão)

	0	1	2	3	4	5
Os aspectos institucionais do País favorecem a inovação em interações interorganizacionais para a nanotecnologia (ex: políticas de inovação, marcos legais, instituições de suporte, cultura favorável à inovação, empreendedorismo, etc.).						
A infraestrutura (laboratório de alta qualidade, Tecnologias de Informação e Comunicação) para o grupo é suficiente, permitindo que o Brasil acompanhe o desenvolvimento da nanotecnologia no seu grupo.						
A formação de recursos humanos em nanotecnologia é uma fortaleza das inovações em nanotecnologia brasileiras.						
Os custos para análise das questões ambientais impactarão na comercialização da nanotecnologia.						
Os custos para análise das questões de saúde impactarão na comercialização da nanotecnologia.						
Os custos para análise das questões de ciclo de vida impactarão na comercialização da nanotecnologia.						
Os custos para análise das questões de segurança impactarão na comercialização da nanotecnologia.						

**42. Nas questões seguintes, assinale a alternativa com que mais identifica sua opinião, sendo “0” = “Desconheço”, “1” = “Discordo Totalmente” e “5” = “Concordo Totalmente”.**

	0	1	2	3	4	5
As interações entre pesquisadores de diferentes universidades (institutos) e das diferentes disciplinas (química, física, biologia, etc.) do seu grupo (para troca de informação, conhecimento, etc.) são uma realidade e estão cada vez mais intensas.						
As interações entre os pesquisadores de diferentes universidades e das diferentes disciplinas, do seu grupo (para troca de informação, conhecimento, etc.) são uma realidade e estão cada vez mais intensas.						
O grupo ocupa uma posição de destaque (no que se refere a publicações, prestígio, participações em eventos, etc.) com respeito a outros grupos similares no cenário internacional?						
A definição de uma estratégia (de longo prazo) para o grupo é fundamental para garantir a sustentabilidade do grupo e deve estar alinhada à estratégia nacional.						
As interações entre os pesquisadores da mesma universidade (para troca de informação, conhecimento, etc.) são muito importantes para melhorar o desempenho do grupo.						
As interações entre os pesquisadores de diferentes universidades e das diferentes disciplinas, do seu grupo (para troca de informação, conhecimento, etc.) são relevantes para fortalecer o desempenho do grupo.						
Os fundos públicos permitem que os grupos possam desenvolver os seus projetos.						
Uma infraestrutura laboratorial de alta qualidade é fundamental para facilitar a pesquisa.						
Um Sistema de Propriedade Intelectual para Nanotecnologia que permita proteger o potencial inovador dos pesquisadores é indispensável.						
A pesquisa e comercialização em nanotecnologia requerem métricas e padrões que garantam a saúde pública e o ambiente.						
A formação de RH para a nanotecnologia é um pilar fundamental para o seu desenvolvimento.						
Programas de difusão e treinamento para fortalecer e desenvolver competências em rede são importantes.						

**43. Nas questões seguintes, assinale a alternativa com que mais identifica sua opinião, sendo “0” = “Desconheço”, “1” = “Totalmente Inadequado” e “5” = “Totalmente Adequado”.**

	0	1	2	3	4	5
Como é, na sua opinião, o Sistema de Propriedade Intelectual para a Nanotecnologia que garante o potencial inovador dos pesquisadores?						
Como é, na sua opinião, o sistema de medição e certificação (para garantir segurança nos processos e produtos) em nanotecnologia?						
Como são, na sua opinião, os programas de difusão e treinamento para os pesquisadores com a finalidade de desenvolver e fortalecer competências e capacidades interorganizacionais?						
Como são, na sua opinião, a cooperação e a mobilidade, tanto nacional quanto internacional, no seu grupo de pesquisa?						

## **VI BLOCO – CONHECIMENTO INTERORGANIZACIONAL EM GRUPOS DE PESQUISA EM NANOTECNOLOGIA**

**44. Nas questões seguintes, assinale a alternativa com que melhor identifica sua opinião, sendo “0” = “Desconheço”, “1” = “Discordo Totalmente” e “5” = “Concordo Totalmente”.**

(continua)

	0	1	2	3	4	5
As informações e conhecimento transitam com facilidade por diferentes níveis hierárquicos e subdivisões do grupo.						
O grupo possui o costume de formar equipes de trabalho envolvendo pessoas de diferentes áreas.						
O grupo reconhece o valor de novas informações e conhecimentos que chegam por meio do relacionamento com outros grupos.						
O grupo adquire conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.						
O grupo absorve o conhecimento externo por meio do relacionamento com outros grupos.						
O grupo desenvolve rotinas que facilitem a combinação de conhecimento existente com conhecimentos recém-adquiridos e assimilados por meio do relacionamento com outros grupos.						
O grupo aperfeiçoa, amplia e alavanca competências existentes, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.						
O grupo cria novas competências, incorporando conhecimentos adquiridos e transformados por meio do relacionamento com outros grupos.						
O grupo faz uso de mecanismos de socialização formais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (consultoria, documentação, treinamentos, etc.).						
O grupo faz uso de mecanismos de socialização informais no compartilhamento do conhecimento interorganizacional (trabalho em equipe, reuniões, conversas, etc.).						
O grupo faz uso de mecanismos tecnológicos no compartilhamento do conhecimento interorganizacional ( <i>e-mail</i> , intranet, fórum virtual, etc.).						

(conclusão)

	0	1	2	3	4	5
O grupo percebe a existência de inovações de produto relacionadas ao compartilhamento do conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.						
O grupo percebe a existência de inovações de processo relacionadas ao compartilhamento do conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.						
O grupo percebe a existência de inovações de <i>marketing</i> relacionadas ao compartilhamento do conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.						
O grupo percebe a existência de inovações organizacionais relacionadas ao compartilhamento do conhecimento por meio do relacionamento interorganizacional.						

#### 45. Comentários adicionais

---



---



---



---