UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE QUÍMICA

VIVIANE MASSERAN ANTUNES PARREIRAS

PROPOSTA DE OBSERVATÓRIO DE TENDÊNCIAS EM CENTRO DE P&D EMPRESARIAL – CASO DA NANOTECNOLOGIA NO CENPES

Rio de Janeiro

Maio/2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE QUÍMICA

VIVIANE MASSERAN ANTUNES PARREIRAS

PROPOSTA DE OBSERVATÓRIO DE TENDÊNCIAS EM CENTRO DE P&D EMPRESARIAL – CASO DA NANOTECNOLOGIA NO CENPES

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Tecnologias de Processos Químicos e Bioquímicos – Área de Gestão e Inovação Tecnológica para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D. Sc.)

ORIENTADORA:

Adelaide Maria de Souza Antunes, D. Sc.

Rio de Janeiro

Maio/2014

P258p Parreiras, Viviane Masseran Antunes

Proposta de observatório de tendências em centro de P&D empresarial – caso da nanotecnologia no CENPES / Viviane Masseran Antunes Parreiras – Rio de Janeiro: UFRJ, 2014

201f.; enc.

Orientadora: Adelaide Maria de Souza Antunes

Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola de Química, 2014.

1. Observatório de Tendências Tecnológicas. 2. Nanotecnologia. 3. Inteligênica Competitiva Tecnológica. 4. Foresight. 5. Inovação. I. Antunes, Adelaide Maria de Souza. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. III. Título.

620.5

VIVIANE MASSERAN ANTUNES PARREIRAS

PROPOSTA DE OBSERVATÓRIO DE TENDÊNCIAS EM CENTRO DE P&D EMPRESARIAL – CASO DA NANOTECNOLOGIA NO CENPES

Tese submetida ao corpo docente do Curso de Pós-graduação em Tecnologias de Processos Químicos e Bioquímicos – Área de Gestão e Inovação Tecnológica, da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências, e executada sob orientação da Dra Adelaide Maria de Souza Antunes – UFRJ/EQ.

Rio de Janeiro, 15 de Maio de 2014.

APROVADA POR:

_____

Adelaide Maria de Souza Antunes, Professora DSc – UFRJ/EQ

_____

Suzana Borschiver, Professora DSc – UFRJ/EQ

_____

Peter Seidl, Professor DSc – UFRJ/EQ

_____

Claudia Canongia, DSc – Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República

_____

Rodrigo Pio Borges Menezes, DSc – Petrobras

_____

José Maldonado, DSc - Fiocruz

Dedico a minha família, aos meus colegas

do trabalho e do doutorado, que me apoiaram e

incentivaram ao longo do curso e

das pesquisas realizadas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por todas as bênçãos que tenho recebido.

Agradeço a minha orientadora, a professora Adelaide Antunes, que me incentivou, ensinou e compartilhou comigo seus conhecimentos e experiências.

Agradeço ainda aos demais professores Curso de Pós-graduação em Tecnologias de Processos Químicos e Bioquímicos – Área de Gestão e Inovação Tecnológica, à Priscila Araújo e Pedro Martins pelo apoio administrativo.

Agradeço também à equipe do SIQUIM, em especial, a Flavia Maria, pelo apoio em algumas pesquisas realizadas nas bases acessadas por este grupo.

Agradeço ao Cenpes, aos meus gerentes e colegas, pela oportunidade de realizar este curso de doutorado. Em particular, agradeço à Lelia Lowe que me deu todo apoio na realização do estudo de caso desta tese, à Renata Szcerbacki pelas contribuições nos meus estudos, à Renata Teixeira pela ajuda em algumas pesquisas e em parte da formatação da tese, a Grazielle Ribeiro pelo apoio administrativo na elaboração das cópias do material da qualificação e da tese, ao Tadeu Cavalcante pelas sugestões na revisão da apresentação da defesa da tese e ao Rodrigo Pio pelo apoio na ocasião da preparação para o exame de qualificação ao doutorado.

E, por fim, agradeço à minha família que sempre me incentivou e torceu por mim, especialmente, a minha mãe, Maria Helena Masseran, pelo total apoio e ajuda, sempre que foi necessário e ao meu irmão, Thiago Masseran, pelas constantes revisões no material.

RESUMO

PARREIRAS, Viviane Masseran Antunes. **Proposta de observatório de tendências em centro de P&D empresarial – caso da nanotecnologia no CENPES.** Orientadora: Adelaide Maria de Souza Antunes. Rio de Janeiro: UFRJ: EQ, 2014. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Petroquímicos – Área de Gestão e Inovação Tecnológica).

Esta tese apresenta uma proposta de observatório de tendências para a área de nanotecnologia do centro de pesquisas da Petrobras (CENPES), buscando analisar e identificar as sinergias entre os conceitos de inovação aberta, gestão tecnológica, pesquisa e desenvolvimento, inteligência competitiva tecnológica e *foresight*. No modelo de observatório apresentado, propõe-se a sistematização das atividades de identificação de sinais e tendências e a realização de estudos de futuro com foco no caso específico da área de nanotecnologia do CENPES, possibilitando acompanhar o surgimento de novas nanotecnologias que possam vir a ser desenvolvidas e aplicadas para a indústria de petróleo, bem como identificar potenciais parceiros para o desenvolvimento de projetos de P&D, subsidiando a tomada de decisão no âmbito da gestão tecnológica.

PALAVRAS-CHAVE: Observatório de Tendências, Nanotecnologia, Inteligência Competitiva Tecnológica, *Foresight*, Inovação.

ABSTRACT

PARREIRAS, Viviane Masseran Antunes. **Proposta de observatório de tendências em centro de P&D empresarial – caso da nanotecnologia no CENPES.** Orientadora: Adelaide Maria de Souza Antunes. Rio de Janeiro: UFRJ: EQ, 2014. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Petroquímicos – Área de Gestão e Inovação Tecnológica).

This thesis presents a proposal of an observatory of trends in the area of nanotechnology at Petrobras' research center (CENPES), trying to analyze and identify synergies between the concepts of open innovation, technology management, research and development, competitive technical intelligence and foresight. The model of the observatory presented in this thesis proposes to systematize the identification of signs and trends and to perform studies of future focusing on the specific case of nanotechnology area at CENPES, enabling to follow the emergence of new nanotechnologies that may be developed and applied to the petroleum industry as well as to identify potential partners for the development of R&D projects, supporting decision making in a context of technological management.

KEYWORDS: Observatory of Trends, Nanotechnology, Competitive Technical Intelligence, Foresight, Innovation.

LISTA DE SIGLAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABIPTI - Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica

ANPEI - Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CORDIS - *European Community – Nanotechnology Safety Aspects*

C&T - Ciência e Tecnologia

CT&I - Ciência, Tecnologia e Inovação

DII - *Derwent Innovations Index*

DoE - Departamento de Energia

EB - Engenharia Básica

EPA - *US Environmental Protection Agency*

FAPs - Fundações de Amparo à Pesquisa

FDA - *Food and Drug Administration*

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos

FP7 - *Seventh Framework Programme*

FS - *Foresight*

GBN - Global Business Network

IBP - Instituto Brasileiro de Petróleo

IC - Inteligência competitiva

INCT - Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia

ISO - *International Organization for Standartisation*

MCTI - Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação

MOTT - Modelo de Observatório de Tendências Tecnológicas

NIOSH - *National Institute for Occupational Safety and Health*

NNI – *National Nanotechnology Initiative*

OCDE - *Organisation for Economic Co-operation and Development*

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

REACH - Regulation, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals

SisNANO - Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias

TRL - *Technology Readiness Level*

TSCA - *US Toxic Substances Control Act*

UNIDO - *United Nations Industrial Development Organization*

Sumário

1. Introdução 1

2. Revisão Bibliográfica 7

2.1. Inovação, Gestão Tecnológica e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) 7

2.1.1. Conceitos de Inovação 7

2.1.2. Conceitos de Inovação Aberta 8

2.1.3. Conceitos de Gestão Tecnológica 13

2.1.4. Conceitos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) 14

2.2. Inteligência Competitiva, Foresight e Prospecção Tecnológica 15

2.2.1. Conceitos de Inteligência Competitiva 15

2.2.2. Conceitos de *Foresight* 18

2.2.3. Metodologias de Inteligência Competitiva Tecnológica e *Foresight* 23

2.2.4. Conceitos de Prospecção Tecnológica, Cenários, Prospectiva e outros termos associados 27

2.3. Observatórios de Tendências 29

2.4. Nanotecnologia - Conceitos básicos 32

3. Gestão da Tecnologia no CENPES/Petrobras 47

3.1. Histórico do CENPES 47

3.2. Áreas de atuação do CENPES 48

3.3. Sistema Tecnológico Petrobras 50

3.4. Nanotecnologia no CENPES 52

4. Metodologia 54

4.1. Questões 54

4.2. Atividades e técnicas a serem aplicadas para pesquisa de informações para a tese 54

5. Pesquisa de Campo – entrevistas realizadas junto a empresas brasileiras inovadoras 57

6. Proposta de modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para centros de P&D empresariais 61

7. Proposta de modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para a área de nanotecnologia do CENPES 64

8. Aplicação das técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* dentro do modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) à área de nanotecnologia do CENPES 76

8.1. Pesquisa Bibliográfica: Panorama mundial da área de nanotecnologia – com base em artigos e patentes 76

81.1. 1. Pesquisa de patentes 77

a) Estratégia de busca 77

b) Principais resultados da pesquisa de patentes 79

8.1.2. Pesquisa de publicações científicas 87

a) Estratégia de busca 87

b) Principais resultados da pesquisa de publicações científicas 87

8.2. Consulta a especialistas 93

8.2.1. Pesquisa de especialistas e grupos de pesquisa no Portal da Inovação e CNPq 94

a) Busca no Portal de Inovação 94

b) Busca no CNPq 95

8.2.2. Objetivo e itens abordados na consulta a especialistas 95

8.2.3. Resultados da consulta a especialistas 97

8.3. Análise de resultados 99

8.4. Monitoração 104

9. Considerações finais e recomendações 107

10. Bibliografia 110

ANEXO 1 119

Metodologias de *Foresight*, Inteligência Competitiva Tecnológica, Prospectiva, Prospecção Tecnológica e Estudos de Futuro 119

1. Análise de megatendências/tendências/extrapolação de tendências/análise de série temporal 119

2. Mapas tecnológicos/*Technology roadmapping* 120

3. Pesquisa *Delphi* 121

4. Painéis de especialistas 122

5. Tecnologias críticas 123

6. Modelagem e simulação 123

7. Análise bibliométrica/ cientometria 124

8. Análise de patentes/Mapeamento de patentes 125

9. Revisão bibliográfica 126

10. *Environmental scanning*/Varredura do ambiente externo/Análise macroambiental (STEEPV) 126

11. *Backcasting* 127

12. Análise multicritério 128

13. Análise de impactos cruzados 128

14. Análise das partes interessadas 129

15. *Brainstorming* 130

16. Análise SWOT 131

17. Painéis sociais 131

18. *Role play/Acting* (Atuação) 132

19. Jogos/*War Gaming* 132

20. Cenários 133

21. Análise morfológica 135

22. *Essays/Scenario Writing* 136

23. Cenários quantitativos 136

24. Conferências/*Workshops* 136

25. *Forecasting/Genius Forecasting* 137

26. Entrevistas 138

27.Árvore de relevância 138

28. Ficção científica 138

29. Questionários/pesquisas 139

30. *Weak Signal/Wild Cards* (Sinais Fracos) 139

31. *Benchmarking*..... 140

32. Pesquisa/votação 140

33. Análise de recursos e capacidades..... 141

34. Análise de competidores 141

35. Fatores críticos de sucesso 141

36. Análise de valor do cliente 142

37. Análise de tecnologias disruptivas 142

38. Análise de forças motrizes 142

39. Análise da curva de experiência 142

40. Estudos de futuro..... 143

41. Análise da indústria 143

42. Análise de mapeamento e *cluster* de conhecimento..... 143

43. Análise de oportunidades de mercado..... 143

44. Análise meta-game 143

45. Análise de redes sociais..... 144

46. Análise do ciclo de vida de produtos/ Método da Arthur D. little (do Ciclo de Vida da Indústria)/ Análise do ciclo de vida de tecnologia e curva-S 144

47. Análise do mercado do produto..... 145

48. Perfil de C&T 145

49. Análise de SPIRE *(Spatial Paradigm for Information Retrieval and Exploration)*..... 145

50. Análise de relacionamento estratégico 145

51. *Technology scouting*..... 145

52. Análise da cadeia de valor..... 146

53. Monitoração 146

54. Método da GE 147

55. Opinião de especialistas 147

56. Julgamento suspenso 147

57. Fracionamento 147

58. Reversão 148

59. Metáforas e analogias/Sinéctica 148

60. *Checklists* 148

61. Palavras aleatórias 148

62. *Crawford Slip Writing* 148

63. *Nominal Group Process* 149

64. Análise de risco e custo-benefício 149

65. Impactos 149

66. Impacto competitivo 149

67. Análise de maturidade tecnológica 150

68. Matriz de crescimento 151

69. Competência x posição competitiva 151

70. *Issue surveys* 151

71. *Mindmapping* 152

72. TRIZ 152

73. Perspectivas múltiplas 152

ANEXO 2 153

Observatórios de tendências – com base no relatório do CGEE e complementada por novas pesquisas na Web 153

ANEXO 3 156

Roteiro de entrevista para as empresas 156

ANEXO 4 158

Roteiro de entrevista para a especialista em *foresight*, inteligência competitiva e inovação 158

ANEXO 5 160

Principais especialistas em nanotecnologia com base no Portal de Inovação (do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação) 160

ANEXO 6 180

Principais especialistas em nanotecnologia com base no Diretório de grupos de pesquisa do CNPq 180

Lista de Figuras

Figura 1 - Relação de número de teses da Capes x temas (2012) 4

Figura 2 – Modelo de inovação fechada 9

Figura 3 – Modelo de inovação aberta 10

Figura 4 – Cadeia de valor da nanotecnologia 35

Figura 5 - Variáveis relacionadas à nanotecnologia 36

Figura 6 - Sistema Tecnológico Petrobras 51

Figura 7 - Proposta de modelo de observatório de tendências (MOTT) 63

Figura 8 - Atores e assuntos ligados à nanotecnologia – foco CENPES 64

Figura 9 - Exemplos de tipos de informação necessários para a gestão tecnológica da área de nanotecnologia no CENPES e suas possíveis fontes 66

Figura 10 - Rede de Atores - Nanotecnologia no CENPES 67

Figura 11 - Proposta de aplicação das técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* no modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para a área de nanotecnologia do CENPES 68

Figura 12 - Síntese das Trajetórias Tecnológicas – disseminação no Mundo (exemplo fictício) 70

Figura 13 - Quadro síntese – Condicionantes, movimentos de atores e oportunidades/ameaças (exemplo fictício) 71

Figura 14 - Interface entre o Observatório de Tendências e outros processos 73

Figura 15 - Síntese da proposta de aplicação propostadas técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* dentro do modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para nanotecnologia no CENPES 75

Figura 16 - Primeira etapa do modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para a área de nanotecnologia do CENPES 76

Figura 17 - Patentes depositadas por ano em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, considerando-se ano de prioridade (2001-2011) 79

Figura 18 - Países depositantes (2001-2011) 80

Figura 19 - Principais depositantes no Mundo em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo (2001-2011) 81

Figura 20 - Principais depositantes no Brasil em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo (2001-2011) 84

Figura 21 - Quantidade de artigos por ano em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo (2001-2012) 88

Figura 22 - Quantidade de artigos por países em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo (2001-2012)..... 89

Figura 23 - Síntese do modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para nanotecnologia no CENPES..... 93

Figura 24 - Síntese do modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para nanotecnologia no CENPES..... 99

Figura 25 - Mapa Mundi com algumas informações sobre a nanotecnologia no Mundo 100

Figura 26 - Síntese do modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para nanotecnologia no CENPES..... 105

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Inovação fechada x inovação aberta 10

Tabela 2 - Variáveis para escolha das metodologias de estudos prospectivos 21

Tabela 3 - Formas de classificação das metodologias de *foresight* 22

Tabela 4 - Metodologias de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* 23

Tabela 5 - Quantitativo de observatórios analisados, técnicas utilizadas e instituição a que estão mais relacionados 30

Tabela 6 - Principais observatórios de tendências identificados na revisão e os temas abordados 30

Tabela 7 - Cronologia da nanotecnologia 33

Tabela 8 – Tendências em nanotecnologia e nanociência 34

Tabela 9 - Exemplos de aplicações de nanotecnologia em diversas indústrias 34

Tabela 10 - Exemplos de iniciativas em nanotecnologia 38

Tabela 11- Estudos prospectivos sobre nanotecnologia 44

Tabela 12 - Redes Temáticas 49

Tabela 13 - Atividades e técnicas a serem aplicadas 55

Tabela 14 - Experiências de empresas brasileiras - estruturação das áreas de gestão tecnológica 57

Tabela 15 - Experiências de empresas brasileiras – inteligência competitiva tecnológica e *foresight* 58

Tabela 16 - Classes da Base Derwent ligadas a petróleo 78

Tabela 17- Quantidade de patentes depositadas na área de nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, baseada nos códigos da classificação da base x classificação da *Derwent* (2001-2011) 80

Tabela 18- Quantidade de patentes depositadas em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo por códigos de classificação da base Derwent 86

Tabela 19 - Instituições dos principais autores de artigos em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo (2001-2012) 89

Tabela 20 - Principais termos associados à nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo (2010-2012) 90

Tabela 21 - Instituições que publicaram artigos em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo no Brasil (2001 e 2012) 91

Tabela 22 – Quantidade de especialistas no Portal de Inovação por elos da cadeia de petróleo 94

1. Introdução

Para se manterem competitivas, as empresas procuram se diferenciar por meio da busca pela inovação e da tentativa de antecipar tendências e sinais de mudanças de forma que possam se posicionar à frente no mercado. Segundo Canongia e Antunes (2006), para manter a competitividade, as organizações dependem crescentemente da inovação tecnológica. E, de acordo com Porter (1991), a tecnologia é importante devido a sua capacidade de influenciar a estrutura de diferentes setores e negócios. Diante disso, verifica-se a relevância da inovação para as empresas.

Com relação à busca pela diferenciação por meio da inovação, as organizações têm procurado fortalecer seus processos de gestão tecnológica e gestão da inovação. O próprio governo tem procurado incentivar a inovação nas empresas e universidades, por meio de legislações como a Lei da Inovação e a Lei do Bem e, até mesmo, da oferta de financiamentos para pesquisas através de instituições de fomento como a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs).

Uma tendência atual no campo da gestão da inovação é a adoção cada vez maior de práticas de inovação aberta, por meio das quais, considera-se que as empresas e demais instituições podem inovar de diferentes maneiras: aproveitando inovações de outras organizações, licenciando suas próprias inovações para outras entidades, desenvolvendo inovações em parceria com outras empresas, universidades, dentre outras.

Com o acirramento da competitividade, segundo Leitão (1996) o acompanhamento do ambiente externo tem se tornado cada vez mais importante. A análise do ambiente externo pode ser feita a partir da aplicação de métodos de *technology foresight* e inteligência competitiva tecnológica, que podem ajudar as empresas a lidarem com a competitividade atual e se prepararem melhor para o futuro através de iniciativas como, por exemplo: i) tendências tecnológicas que podem impactar a empresa; ii) desenvolvimento de uma visão de longo prazo; iii) elaboração e monitoração de cenários; iv) mapeamento de concorrentes, potenciais parceiros e demais tipos de instituições por meio do monitoramento de atores e do mapeamento de redes de pesquisadores e especialistas, dentre outros, que permitam à empresa se antecipar às inovações e mudanças no mercado, que podem representar oportunidades ou

ameaças, bem como se preparar para lidar com seus impactos e, em alguns casos, desenvolver e implementar inovações antes dos competidores.

A inteligência competitiva está relacionada ao monitoramento do ambiente externo e pode ter foco mercadológico e tecnológico (de maior interesse para um centro de pesquisa e desenvolvimento). Considerando o âmbito da tecnologia, a inteligência competitiva pode ajudar a identificar potenciais parceiros ou concorrentes, novas tecnologias que estejam sendo desenvolvidas e que podem afetar os negócios da empresa. Ashton e Klavans (1997) afirmam que a inteligência competitiva com foco em tecnologia, envolve a prática de coleta, análise e comunicação de informações disponíveis sobre desenvolvimentos em Ciência e Tecnologia (C&T) e tendências que existem fora da própria empresa.

O *foresight* está relacionado à visão de futuro, ou seja, pode ser representado pelos estudos de futuro que ajudam as empresas a se prepararem para as diversas possibilidades de cenários, fornecendo informações sobre tendências tecnológicas que servem como insumos para os tomadores de decisão definirem as estratégias de longo prazo da instituição.

Além disso, algumas metodologias de *foresight* possibilitam ampla participação de especialistas, o que pode ampliar a rede de contatos, facilitando, por exemplo, a identificação de potenciais parceiros no âmbito das práticas de inovação aberta, bem como possibilitando a contribuição de diferentes atores para a construção da visão de futuro para a tecnologia. Segundo Georghiou (2008), o *foresight* envolve fontes de conhecimento e agentes de mudança considerados chave a fim de desenvolver visões estratégicas e inteligência antecipatória. Os atores chave envolvidos são: firmas, governos, setores de negócios, organizações voluntárias, movimentos sociais e especialistas técnicos.

Esta tese tem como objetivo apresentar a proposta de construção de um modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) em um centro de P&D empresarial para subsidiar a tomada de decisão em gestão tecnológica, especialmente no contexto da inovação aberta e da prospecção tecnológica, com a realização de um estudo de caso sobre a área de nanotecnologia do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES).

Para isso, foram pesquisadas iniciativas de observatórios de tendências tecnológicas existentes atualmente no mundo, bem como foram estudadas as metodologias de inteligência competitiva e *foresight*, as dimensões, os atores, dentre outras variáveis, que foram

consideradas necessárias para compor um observatório, de forma a subsidiar a tomada de decisão em um ambiente de atuação por meio da inovação aberta.

Vale comentar que o modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) proposto não representa necessariamente uma área ou estrutura específica dentro da instituição, mas sim, um conjunto de atividades sistemáticas que possibilitem a identificação de tendências e o acompanhamento contínuo de informações sobre a área de nanotecnologia.

É importante comentar que o CENPES reflete todos os segmentos da companhia e tem áreas bastante maduras, como o refino e a exploração e produção e áreas mais emergentes, consideradas menos tradicionais para as empresas de petróleo, como biocombustíveis, renováveis, nanotecnologia e biotecnologia aplicadas à indústria de petróleo e energia, apresentando uma diversificação grande em termos de estrutura e dinâmica do desenvolvimento tecnológico.

Na área de refino, por exemplo, existe menos concorrência no Brasil já que a Petrobras é praticamente a única empresa que atua no País. Já na área de biocombustíveis, a cada dia, surgem novos atores e novas tecnologias e/ou aplicações. A área de exploração e produção tem enfrentado novos desafios no que tange ao desenvolvimento dos campos de pré-sal e ao acompanhamento do desenvolvimento de reservas não-convencionais.

A área de gás e energia tem foco na geração de energia, seja por meio do gás ou das fontes renováveis, tendo como desafio significativo o desenvolvimento de tecnologias de geração de energia por fontes renováveis a custos competitivos e soluções para a questão da intermitência de algumas fontes.

A nanotecnologia e a biotecnologia aplicadas à indústria de petróleo e energia, além de apresentarem aplicações nos diferentes segmentos desta indústria, precisam atentar para questões de regulamentação e biossegurança. Por fim, há as áreas de logística e meio ambiente que também são transversais a todos os segmentos da Petrobras e enfrentam diferentes desafios conforme as realidades de cada área.

Foi selecionada, como piloto para a tese, a área de nanotecnologia do CENPES, pelo fato de ser multidisciplinar e transversal, envolvendo diferentes segmentos do centro de P&D (pesquisa e desenvolvimento). Além disso, esta é uma área mais emergente e menos tradicional dentro da indústria de petróleo e que vem sendo desenvolvida, no CENPES, por meio de projetos de pesquisa e desenvolvimento em parceria junto a redes com universidades e empresas.

A contribuição da tese é a possibilidade de sistematização das atividades de identificação de tendências e estudos de futuro em temas de interesse no caso específico da nanotecnologia, permitindo acompanhar o surgimento de novas nanotecnologias que possam vir a serem desenvolvidas e aplicadas para a indústria de petróleo, auxiliando na gestão tecnológica da área, bem como identificar potenciais parceiros para o desenvolvimento de projetos de P&D, subsidiando a tomada de decisão em um contexto de inovação aberta. Posteriormente, poderá ser interessante ampliar este estudo para outras áreas do CENPES.

A pesquisa feita no banco de teses da Capes (em 2012) indicou cerca de **2700 teses** de doutorado sobre inovação, porém, sobre os temas ligados à prospectiva estratégica, prospecção tecnológica, *foresight*, inteligência competitiva, inovação aberta e observatório de tendências, o número de teses foi menor, como pode ser observado na Figura 1, apresentado a seguir, ilustrando os resultados encontrados relacionando-se as palavras-chave utilizadas na busca e o número de teses encontradas.

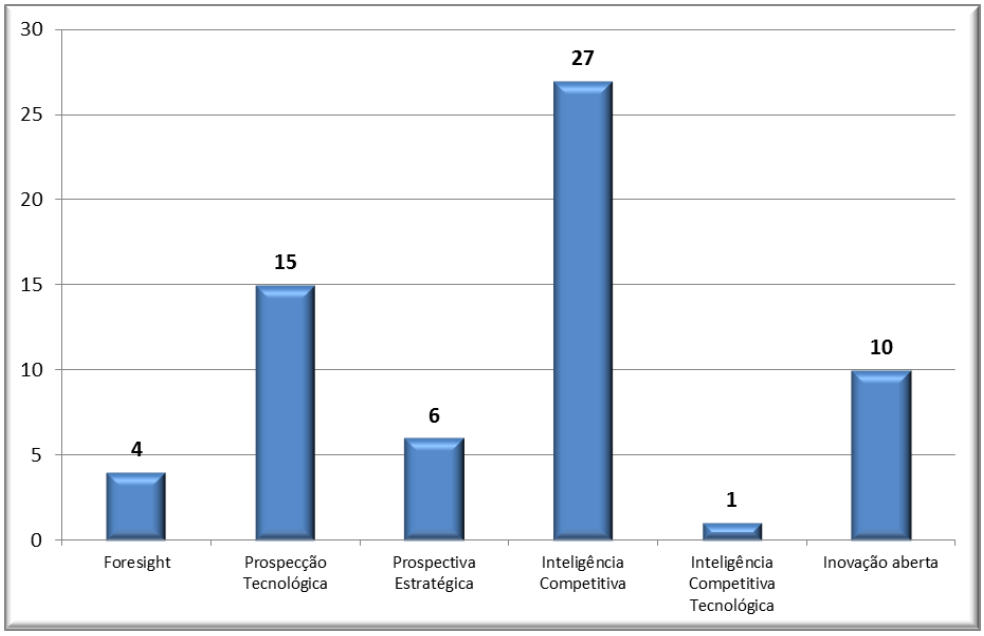

Figura 1 - Relação de número de teses da Capes x temas (2012)

Fonte: Elaboração própria

É importante comentar que dentro do item inteligência competitiva podem estar contidos aspectos de inteligência competitiva tecnológica, dado que a tecnologia é uma das vertentes que podem ser analisadas neste primeiro item. Outra questão que deve ser ressaltada é que, quando se pesquisou a expressão "observatório de tendências", não foram identificadas teses. Desta forma, foi possível verificar que o estudo sobre a proposição de um modelo de

observatório de tendências para um centro de P&D empresarial mostra-se como uma oportunidade para a elaboração da tese.

Desta forma, a tese está estruturada conforme apresentado a seguir:

- Capítulo 1 – Introdução (capítulo em questão).
- Capítulo 2 – Revisão bibliográfica – levantamento bibliográfico dos conceitos de inovação, gestão tecnológica, pesquisa e desenvolvimento, inteligência competitiva, *foresight* e prospecção tecnológica.
- Capítulo 3 – Gestão Tecnológica no CENPES – contextualização do estudo de caso.
- Capítulo 4 – Metodologia – composta das questões e das atividades ealizadas para a elaboração da tese.
- Capítulo 5 – Pesquisa de campo – detalhamento das entrevistas realizadas para complementação das informações para a tese.
- Capítulo 6 – Proposta de modelo de observatório de tendências para centros de P&D empresariais – modelo proposto na tese para a sistematização de atividades de acompanhamento de tendências tecnológicas em centros de P&D empresariais.
- Capítulo 7 – Proposta de modelo de observatório de tendências para centros de P&D empresariais para a área de nanotecnologia do CENPES – adaptação do modelo proposto no Capítulo 6 para a área específica de nanotecnologia do CENPES, identificando-se os principais tipos de informações a serem considerados e as metodologias de inteligência e *foresight* mais adequadas.
- Capítulo 8 – Aplicação das técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* dentro do Modelo de Observatório de Tendências à área de nanotecnologia do CENPES – rodar um ciclo piloto de aplicação das técnicas selecionadas para o modelo específico de nanotecnologia.
- Capítulo 9 – Considerações finais e recomendações.
- Bibliografia.
- Anexos – Relação de metodologias de *foresight*, inteligência, prospecção e estudos de futuro (Anexo 1), lista de observatórios de tendências (Anexo 2), roteiro utilizado para as entrevistas com as empresas selecionadas para a pesquisa de campo (Anexo 3), roteiro utilizado para entrevista com especialista

do CGEE (Anexo 4), relação de especialistas em nanotecnologia com base no Portal de Inovação do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI (Anexo 5) e relação de especialistas em nanotecnologia com base no diretório do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológicoa - CNPq (Anexo 6).

2. Revisão Bibliográfica

Neste item, é apresentada a revisão bibliográfica sobre os temas inovação, inteligência competitiva, inteligência competitiva tecnológica, *foresight* e sobre a área utilizada como piloto para o estudo da tese (nanotecnologia), com o propósito de uniformizar o entendimento sobre os principais conceitos. O objetivo desta revisão é apresentar os conceitos fundamentais utilizados na tese.

2.1. Inovação, Gestão Tecnológica e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

2.1.1. Conceitos de Inovação

Schumpeter (1961) define inovação como: i) a introdução de um novo bem, cujos consumidores ainda não estejam familiarizados; ii) introdução de um novo método de produção e que tenha sido gerado a partir de uma nova descoberta científica ou um novo método de tratar comercialmente uma *commodity*; iii) abertura de um novo mercado em que uma área específica da indústria não tenha penetrado, independente do mercado já existir; iv) conquista de uma nova fonte de suprimento de matéria-prima ou bens parcialmente manufaturados; v) aparecimento de uma nova estrutura organizacional em um setor. Para Drucker (1993), a inovação atribui novas capacidades aos recursos existentes na empresa para gerar riqueza.

Com relação aos tipos de inovação, o Manual de Oslo (OCDE, 2004) apresenta a seguinte classificação: i) inovações de produto - mudanças nas funcionalidades de produtos e serviços; ii) inovações de processo - mudanças nos métodos de produção e distribuição; iii) inovações organizacionais - novos métodos organizacionais; iv) inovações de marketing - novos métodos de marketing.

No Brasil, a Lei da Inovação (LEI No 10.973, DE 2 DE DEZEMBRO DE 2004) considera que a inovação é a introdução de uma novidade ou o aperfeiçoamento que gere novos produtos, processos ou serviços ou na melhoria destes.

Christensen (2000) apresenta a classificação da inovação dividida em: sustentadora (que pode melhorar o desempenho de um produto já existente e pode ser radical ou incremental); e disruptiva (que possui uma proposição de valor diferente, na qual diminui o desempenho, porém consegue agregar novos atributos).

Utterback (1996) mostra três fases no padrão de inovação: fluida (várias mudanças e alta taxa de inovação), transitória (vínculos entre inovações de produto e processo, a taxa de inovações de produto diminui e a de processo aumenta) e específica (vínculos estreitos entre inovação de produto e processo, taxa de inovações diminui). Muitas vezes, as empresas têm portfólios com produtos em diferentes fases.

Tidd, Bessant e Pavitt (2008) apresentam o processo de inovação composto por três estágios: procura (análise do ambiente interno e externo para identificação de sinais relevantes sobre ameaças e oportunidades para mudança); seleção (escolha dos sinais que devem ser respondidos); e implementação (tradução do potencial da inovação em algo novo e lançamento no mercado).

Segundo estes autores, há diversas abordagens que podem ser consideradas para a busca de informações, tais como: i) definição dos limites do espaço de mercado; ii) conhecimento da dinâmica do mercado; iii) detecção de tendências de mercado; iv) monitoração de tendências tecnológicas; v) previsão de mercado e previsão da tecnologia (técnicas para investigação de futuros tecnológicos, como extrapolação de parâmetros, *Delphi*, cenários, etc.); vi) busca integrada sobre o futuro (possíveis futuros e análise dos impactos da inovação nesses cenários); vii) aprendizado com os outros (*benchmarking*); viii) envolvimento de *stakeholders* (clientes/usuários/fornecedores – usando pesquisas, painéis, etc.); ix) inovação de forma compartilhada, trabalhando com usuários líderes; x) envolvimento de membros da empresa – é importante não esquecer o que pode se originar dentro da empresa, em termos de inovações; xi) análise de erros; xii) comunicação dos sinais identificados.

Analisando-se esta abordagem de Tidd; Bessant; Pavitt (2008), é possível identificar as interfaces das atividades de *foresight* e inteligência competitiva tecnológica com os processos de gestão da inovação.

2.1.2. Conceitos de Inovação Aberta

O conceito de inovação aberta tem se mostrado uma tendência no âmbito da gestão da inovação, por isso, foi criado um item específico para este assunto na revisão bibliográfica.

Com relação a este conceito, Chesbrough (2003), um autor reconhecido no tema “inovação aberta”, afirma que a maioria das inovações falha, mas as empresas que não inovam morrem, ou seja, a inovação é vital para sustentar vantagem competitiva e para o

desenvolvimento de novos negócios. Segundo o autor, a atividade interna de P&D era vista, até pouco tempo, como ativo estratégico da empresa e barreira de entrada, porém, hoje em dia, muitas empresas estão inovando a partir de descobertas de outras organizações, o modelo de inovação está mudando.

De acordo com Chesbrough (2003), antes existia o paradigma da inovação fechada, em que as empresas buscavam contratar mentes brilhantes, desenvolver internamente para entrar primeiro no mercado, controlar a propriedade intelectual para que outros não tirassem proveito das ideias, os projetos entram no funil e procedem até chegar ao mercado. No entanto, para o autor, a inovação fechada tem como desafio a crescente rapidez do *time to market* de muitos produtos e serviços.

A Figura 2 representa o modelo de inovação fechada, conforme Chesbrough (2003).

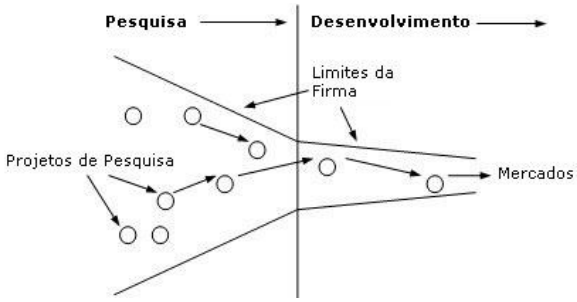

Figura 2 – Modelo de inovação fechada

Fonte: Chesbrough (2003)

Chesbrough (2003) propôs um novo modelo de inovação, denominado de inovação aberta. Dentro deste conceito, as organizações utilizam ideias internas e externas, possuindo fronteiras mais porosas no funil da inovação e podendo se beneficiar dos recursos de propriedade intelectual. Para o autor, a inovação aberta é um paradigma que assume que a firma pode e deve usar ideias internas e externas, bem como caminhos internos e externos. Ideias internas também podem ser levadas para canais externos, fora de seus negócios atuais a fim de se gerar mais valor agregado.

É importante comentar que as instituições devem usar a inovação aberta da forma que mais se adequa as suas especificidades. Ou seja, pode ser que uma empresa defina que algumas áreas são mais estratégicas e não devem ter uma atuação em inovação aberta.

A Figura 3, apresentada a seguir, mostra o modelo de inovação aberta, segundo Chesbrough (2003).

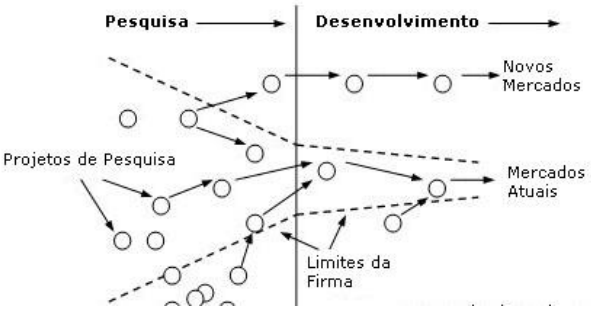

Figura 3 – Modelo de inovação aberta

Fonte: Chesbrough (2003)

No entanto, é válido ressaltar que, de acordo com Chesbrough (2003), o conceito de inovação aberta não leva as atividades internas de P&D a ficarem obsoletas, sendo necessário haver um equilíbrio entre as atividades internas e externas. Segundo o autor, os pesquisadores internos, além de gerar conhecimento, podem atuar como *brokers*, agentes intermediários que identificam e acessam conhecimento externo também. De forma concomitante, as atividades de P&D internas precisam ser estruturadas para: identificar, selecionar e conectar o conhecimento externo, completar o conhecimento que estiver faltando, integrar conhecimento interno e externo e gerar receitas adicionais pela comercialização de resultados de pesquisas.

Dentro da inovação aberta, os clientes também têm informações vitais para a empresa. Dentre deste contexto, Chesbrough (2003) retoma von Hippel (1988), que criou o conceito de *lead user*, que são os usuários pioneiros, capazes de indicar possíveis tendências relevantes.

Chesbrough (2003) apresenta um quadro, cuja tradução pode ser vista na Tabela 1, comparando os princípios da inovação fechada x inovação aberta.

Tabela 1 - Inovação fechada x inovação aberta

Princípios da inovação fechada	Princípios da inovação aberta
Os maiores especialistas da nossa área trabalham em nossa instituição.	Nem todos os especialistas da nossa área trabalham em nossa instituição. Nós precisamos trabalhar com especialistas dentro e fora da companhia.
Para lucrar com nossas atividades de P&D, nós mesmos devemos descobrir, desenvolver e comercializar as tecnologias.	P&D externo pode criar valor significante para a companhia; o P&D interno é necessário para garantir uma porção desse valor.
Se nós descobrirmos sozinhos, nós conseguiremos alcançar o mercado primeiro.	Não precisamos originar a pesquisa para lucrar com ela.
A companhia que conseguir ser a primeira a introduzir uma inovação no mercado, será a ganhadora.	Construir o melhor modelo de negócio é melhor do que entrar primeiro no mercado.
Se nós criarmos as maiores e melhores ideias na indústria, nós ganharemos.	Se fizermos o melhor uso de ideais internas e externas, nós ganharemos.
Nós devemos controlar nossa propriedade intelectual a fim de que nossos concorrentes não se beneficiem de nossas ideias.	Nós devemos nos beneficiar do uso que outras instituições fazem de nossa propriedade intelectual e nós devemos adquirir a propriedade intelectual de outros sempre que for vantajoso para nosso próprio modelo de negócios.

Fonte: Adaptada de Chesbrough (2003)

Atualmente, pode ser verificada também a existência de empresas que atuam como *brokers*, como a *Innocentive* e a *Battle of Concepts*, que atuam como intermediárias, em que as empresas que têm necessidades de inovações, levam suas questões para os *brokers* e estes disponibilizam para outras instituições ou especialistas fazerem propostas de possíveis soluções.

Para Chesbrough (2003), no âmbito da inovação aberta, a questão da propriedade intelectual tem importância estratégica, no que tange à compra, venda e licenciamento de tecnologias. Existe o caso de empresas que possuem patentes que não dão benefícios diretos para elas e, então, decidem oferecer para outras empresas, gerando, assim, novas fontes de receitas e há outras companhias que criam empresas menores para comercializar determinadas tecnologias.

Dentro do conceito de inovação aberta, Chesbrough (2003) afirma que as empresas apresentam maior aceitação com relação ao conceito de *venture capital*. Muitos pesquisadores podem criar *start-ups* para comercializar *breakthroughs* tecnológicos. Para Dahlander e Gann (2010), o uso de recursos de *venture capital* e de propriedade intelectual pode possibilitar as negociações dentro do processo de inovação aberta. As empresas podem, por exemplo, adquirir empresas de base tecnológica.

Chesbrough (2003) comenta que pode haver algumas dificuldades no caso de empresas que tenham resistência a licenciamentos e *start-ups*. Esse tipo de resistência, provavelmente, está relacionado a questões culturais e paradigmas existentes na empresa, que são difíceis de serem rompidos, isso porque as mudanças sempre enfrentam obstáculos para quebras de paradigmas.

Dahlander e Gann (2010) reforçam o conceito da inovação aberta, partindo do princípio de que uma empresa não pode inovar sozinha, ou seja, os atores externos podem ajudar a alavancar as atividades internas de P&D, ajudando a ampliar as oportunidades. Segundo os autores, a literatura mostra que as empresas com P&D interno sempre foram vistas como mais atrativas e visualiza as atividades de P&D como complemento necessário para a abertura para ideias e recursos de atores externos.

De acordo com Dahlander e Gann (2010), há alguns aspectos que devem ser observados no que tange à abertura do processo de inovação: o primeiro é a definição de como as fontes internas podem ser reveladas para o ambiente externo; o segundo é a definição de como as empresas podem comercializar invenções e tecnologias; o terceiro é como as

empresas usam fontes externas de inovação; e o quarto é como adquirir insumos para o processo de inovação através do mercado.

Para os autores, o modelo de inovação está ligado a um conjunto de práticas e um modelo cognitivo para criação, interpretação e pesquisa dessas práticas. A inovação aberta e os modelos de negócio relacionados estão mudando práticas e criando posições estratégicas competitivas.

De acordo com Lazzaroti e Manzini (2009), a inovação aberta pode ser buscada de diversas maneiras em termos de: forma organizacional de aquisição e exploração e horizonte de tempo; número de parceiros, podendo chegar até redes, e tipos de parceiros, desde relações da cadeia de valor tradicional até as relações de colaboração com universidades, empresas de serviço técnico, concorrentes e empresas atuantes em outras indústrias; fases do processo de inovação que exploram fontes externas.

Por outro lado, Trott e Hartmann (2009) fizeram uma análise crítica sobre o conceito de inovação aberta, considerando que a literatura relacionada à gestão de inovação e P&D já apresentava evidências da abertura do processo de inovação.

Dahlander e Gann (2010) apresentam os conceitos de *outbound innovation*, relacionado a como as empresas podem levar ideias internas para o ambiente externo e de *inbound innovation*, relacionado a como as empresas aproveitam internamente as ideias externas.

Segundo Chiaroni *et al* (2011), o conceito de *outbound* está relacionado ao estabelecimento de relacionamentos com organizações externas com o objetivo de explorar comercialmente as oportunidades de inovação; já o conceito de *inbound* está ligado ao estabelecimento de relações com entidades externas com o propósito de acessar suas competências técnicas e científicas para melhorar a performance de inovação da empresa.

Vale a pena citar Huizingh (2011), que comenta que a inovação aberta, no futuro, deve ser parte integrada das práticas de inovação nas instituições, ou seja, tende a ser parte da rotina de gestão da inovação das organizações.

Segundo Love *et al* (2013), a profundidade das ligações de inovações externas pode levar a resultados de inovação melhores, indicando que a prática da inovação aberta pode contribuir para o aprimoramento das inovações de uma instituição.

Por fim, é importante comentar que a inovação aberta, em geral, é adotada pelas empresas em áreas que não fazem parte de suas competências essenciais e, em alguns casos,

em áreas sobre as quais as empresas não possuem conhecimento e precisam buscar competências externas.

2.1.3. Conceitos de Gestão Tecnológica

Já no que tange à gestão tecnológica, alguns autores apresentam as gerações da gestão de P&D, apresentadas a seguir.

Roussel *et al* (1992) apresenta um modelo composto por três gerações:

- Primeira geração - de 1950 até meados dos anos 70 – foco na gestão dos recursos - atividades de P&D eram centralizadas e não havia estratégias tecnológicas explícitas.
- Segunda geração - entre 1975 e 1990 - descentralização das atividades de P&D, com foco em planejamento, avaliação e controle de projetos e pela formulação e implementação de estratégias tecnológicas, ainda pouco integradas às estratégias corporativas.
- Terceira geração – a partir da década de 1990 – foco na integração das estratégias tecnológicas das diferentes unidades de negócio às estratégias corporativas da empresa.

Rothwell (1994) apresenta um modelo de gestão tecnológica, composto por cinco gerações:

- Primeira geração - *Technology push* - década de 50 a 60 – o processo de inovação é um modelo sequencial e linear, com foco em P&D.
- Segunda geração - *Demand pull* - metade da década de 60 a década de 70 - processo de inovação como um modelo sequencial e linear, com foco em mercado.
- Terceira geração - Modelo combinado - década de 70 a 80 - processo sequencial, mas com *loops* de *feedback*, com ênfase na interface entre P&D e mercado.
- Quarta geração - Modelo integrado - década de 80 a 90 – processo paralelo e integrado, e a inovação é considerada matricial.
- Quinta geração - Integração de sistemas e modelo em redes - a partir da década de 90 - com redes horizontais e verticais de transferência de tecnologia, enfatizando as relações verticais com clientes e fornecedores e horizontais por meio de parcerias e alianças.

Almeida (2006) afirma que muitas empresas hoje têm processos próprios para formular a estratégia tecnológica e priorizar projetos de P&D, baseados em modelos genéricos de gestão tecnológica e de inovação.

De acordo com os modelos apresentados neste tópico, pode-se perceber que o momento atual encontra-se na última geração de cada um dos modelos, que já engloba a formação de parcerias e redes de inteligência, conceitos bastante relacionados às práticas de inovação aberta, cuja aplicação tem sido crescente nos dias atuais. Vale lembrar que, na prática, os modelos de gestão tecnológica podem apresentar características mescladas de mais de uma geração.

2.1.4. Conceitos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

É importante discutir também os conceitos sobre P&D, já que fazem parte do processo de inovação nas instituições. Roussel *et al* (1992) apresentam três tipos de pesquisa e desenvolvimento (P&D):

- Incremental - em que são realizados pequenos avanços, em uma base de conhecimento científico e de engenharia já estabelecida.
- Radical - relacionado à descoberta de novos conhecimentos com o objetivo de aplicá-los a um propósito útil, envolvendo riscos técnicos, de custo e de tempo.
- Fundamental - que apresenta um salto científico/tecnológico para o desconhecido, buscando-se desenvolver capacidade de pesquisa em profundidade.

Segundo os autores, o conceito de tecnologia abrange a aplicação do conhecimento científico e de engenharia para que se obtenha um resultado prático, já a pesquisa é o desenvolvimento de novos conhecimentos, enquanto que o propósito do desenvolvimento é a aplicação de conhecimento científico ou de engenharia.

Roussel *et al* (1992) consideram que o P&D tem um papel estratégico na gestão tecnológica, uma vez que é necessário integrar a tecnologia com a estratégia de negócios. A atividade de P&D pode servir para expandir os negócios atuais, buscar novos negócios e ampliar as capacidades tecnológicas.

2.2. Inteligência Competitiva, *Foresight* e Prospecção Tecnológica

2.2.1. Conceitos de Inteligência Competitiva

Prescott e Gibbons (1993) afirmam que a inteligência competitiva é um processo em que se avalia a evolução da indústria e o comportamento dos concorrentes para auxiliar na manutenção ou no desenvolvimento de uma vantagem competitiva. De forma parecida, Herring (1997) diz que a inteligência é o conhecimento e previsão do ambiente em que se insere a empresa, orientando as ações gerenciais, tendo em vista a obtenção de vantagens competitivas.

Tarapanoff (2001) comenta que a inteligência competitiva é um processo que transforma dados em conhecimento estratégico. E, complementarmente, Gomes e Braga (2001) dizem que a inteligência é a informação que permite que o executivo tome decisões.

Para Santos *et al* (2002), a inteligência competitiva é um método de prospecção de curto prazo, permitindo o acompanhamento de informações públicas sobre tendências e atores. Já para Miller (2002), o processo de inteligência baseia-se no fato de que os gerentes precisam ser informados a respeito de questões fundamentais de negócios. Os dados são organizados, tornando-se informações, que, quando analisadas, tornam-se inteligência. A inteligência competitiva foca em aspectos atuais e potenciais em relação a pontos fortes e fracos e nas atividades das organizações que possuam produtos ou serviços semelhantes dentro de um setor.

Por outro lado, é válido observar também, nos parágrafos a seguir, o que os autores têm discutido com relação à inteligência competitiva tecnológica, que, na verdade, é uma das vertentes da inteligência competitiva.

Ashton e Klavans (1997) afirmam que a inteligência competitiva tecnológica envolve a prática de coleta, análise e comunicação de informações disponíveis sobre desenvolvimentos em C&T e tendências que existem fora da própria empresa. A inteligência competitiva tecnológica pode ser útil em ambientes suscetíveis à disrupção tecnológica e em ambientes de negócios direcionados pela tecnologia, que são dependentes de desenvolvimentos atuais em C&T.

Segundo os autores, a tecnologia é um foco importante para a inteligência competitiva nas empresas pelos seguintes motivos: i) é um determinante básico do posicionamento competitivo da empresa; ii) novas tecnologias podem ser adquiridas de diversas fontes globais; iii) a tecnologia também pode ser uma importante fonte de receitas para a empresa;

iv) a tecnologia se torna obsoleta, às vezes rapidamente (dependendo do tipo de indústria); v) a informação sobre tecnologia pode ser valiosa para avaliar a posição de negócio futura do competidor por ser uma oportunidade de estar à frente de novas gerações de produtos e processos.

Para Ashton e Klavans (1997) a inteligência competitiva tecnológica pode ser utilizada para:

- Prover descrições técnicas de tecnologias existentes ou emergentes, desenvolvimentos, eventos, tendências ou capacidades.
- Identificar ou antecipar mudanças significantes no progresso de uma área ou *breakthroughts* tecnológicos.
- Identificar quando tecnologias substitutas ou concorrentes serão disponibilizadas.
- Avaliar o impacto de novas forças tecnológicas influenciadoras do mercado nas direções do desenvolvimento tecnológico (como regulações ou mudanças nos hábitos do consumidor).
- Reconhecer padrões de atividades que podem ter consequências para as relações de mercado da empresa (como, por exemplo, *joint ventures* entre concorrentes, clientes ou fornecedores; desenvolvimentos de pesquisas com universidades; questões de patentes ou licenças).
- Identificar capacidades emergentes (novas competências tecnológicas) ou forças e fraquezas em competidores, fornecedores ou clientes que podem afetar o posicionamento da empresa.
- Comparar a performance e o custo de uma tecnologia referente a um produto ou processo com dados passados para identificar potenciais impactos futuros ou tendências, dentre outros.

De acordo com Kerr *et al* (2006), a inteligência tecnológica pode ser definida como a busca e a entrega de informação tecnológica, sendo parte de um processo de identificação de oportunidades e ameaças de base tecnológica.

Para Ashton e Hohhof (2009), a inteligência competitiva tecnológica é um componente da inteligência competitiva que foca em aspectos de C&T de uma situação competitiva, procura verificar a estratégia de P&D dos competidores para identificar ameaças no mercado. A inteligência competitiva tecnológica inclui como fontes, por exemplo: patentes, publicações científicas, necessidades de inovação aberta e outras fontes

tecnológicas, científicas e de engenharia; e foca na identificação de tendências tecnológicas, oportunidades e ameaças e sua relação com as estratégias de negócios dos concorrentes, devendo ter um horizonte de longo prazo, se comparada com outras formas de inteligência competitiva como vendas, produto e finanças. Os autores apresentam os atributos chave da inteligência competitiva tecnológica:

- Estudo de aspectos de C&T do ambiente externo competitivo.
- Atual, oportuna, precisa, e defensável.
- Análise de informação que foi processada, interpretada e validada.
- Acionável, contendo recomendações que indicam o que precisa ser feito.
- Feita por meios éticos e legais.

Dessa forma, pode-se dizer que o conceito de inteligência competitiva tecnológica aborda a análise do ambiente tecnológico externo, com o objetivo de suportar a tomada de decisão no contexto da gestão tecnológica. Dentro desta análise, são considerados os estudos de patentes e artigos, identificação de competidores e parceiros estratégicos e outros atores em termos de tecnologia, identificação de tendências tecnológicas e sinais de mudança, dentre outros.

Um aspecto relevante para a inteligência competitiva tecnológica é o conceito de *gatekeepers*. Segundo Coburn (1999), os *gatekeepers* são uma fonte importante para a inteligência competitiva tecnológica e podem ser internos ou externos. Os internos são os nós das redes sociais internas informais, geralmente pesquisadores que conhecem bastante as novidades em suas áreas de interesse, podendo ajudar tanto na busca de informações, como na análise. Algumas observações importantes a serem seguidas na definição dos *gatekeepers* internos: i) não nomear pessoas que não tenham o perfil de *gatekeepers* (são natos); ii) não dar aos *gatekeepers* o título de responsável pela inteligência competitiva, eles são independentes; iii) os *gatekeepers* são motivados pela orientação por resultados e pela obtenção de maiores impactos nos negócios e programas de P&D que eles suportam, por isso é importante que eles vejam como o envolvimento deles no processo vai impactar os negócios da empresa; uma abordagem ideal é envolvê-los no processo de planejamento estratégico tecnológico, negociando com eles o papel de liderança na responsabilidade por algumas tecnologias selecionadas.

Para o autor, os *gatekeepers* internos têm as seguintes responsabilidades: i) manter os tomadores de decisão atualizados sobre o estado da arte das tecnologias; ii) prover

entendimento da posição competitiva da organização em relação às tecnologias; iii) apontar futuras tecnologias para perfil competitivo; iv) participar do processo de elaboração de perfil de competidores; v) participar de processo de *technology forecasting*; vi) ajudar a avaliar o impacto de opções de tecnologias futuras; vii) ajudar a elaborar conclusões e recomendar estratégias; viii) treinar futuros *gatekeepers* internos. Para enfatizar a importância da atividade dos *gatekeepers*, é importante realizar um evento maior de *kick-off*, onde devem ser apresentadas as tecnologias selecionadas e o que se espera dos *gatekeepers*.

Quanto aos *gatekeepers* externos, Coburn (1999) comenta que estes são contatos pessoais que representam fontes de informação para a inteligência competitiva tecnológica, tais como: consultores, editores, fornecedores, analistas, executivos aposentados, dentre outros.

É válido comentar que Ashton e Klavans (1997) também falam sobre a importância dos *gatekeepers* na monitoração de áreas tecnológicas relevantes e apresentam algumas características que os *gatekeepers* devem ter, tais como: competentes, conectados, atualizados, comunicativos e comprometidos. Enfim, não basta apenas levantar informações por meio de técnicas de inteligência competitiva, é necessário, também, contar com a participação dos especialistas para analisar e aprofundar tais informações, de forma a tirar o melhor proveito para os processos de tomada de decisão da instituição, agregando, assim, maior valor para a companhia.

2.2.2. Conceitos de *Foresight*

De acordo com Irvine e Martin (1984), *technology foresight* é um processo que busca analisar o futuro de longo prazo da C&T, economia e sociedade a fim de identificar áreas estratégicas de pesquisa e tecnologias emergentes. Coates (1985) afirma que o *foresight* é uma atividade que possibilita entender as forças que moldam o futuro a serem consideradas na formulação de políticas, planejamento e tomada de decisão.

Reger (2001) comenta que não há um único termo para o *technology foresight* utilizado nas empresas, são usadas as seguintes expressões: monitoração tecnológica, *technology watch*, *technology forecasting*, *technology scouting* ou avaliação tecnológica. Segundo o autor, o conceito de *technology foresight* inclui os elementos a seguir:

- Análise tecnológica, que abrange a análise de tecnologias para a competição e a posição da empresa.

- Monitoração tecnológica, que está relacionada à observação de tecnologias e resultados de pesquisas já existentes (estado da arte).
- Prognóstico tecnológico, que aborda a identificação de tendências futuras para C&T.
- Mapeamento do ambiente tecnológico, que está ligado à identificação, observação e análise de novas tecnologias fora das áreas existentes da companhia.

Com base em Miles *et al* (2002), verifica-se que o *foresight* envolve um conjunto de abordagens ligadas a considerações de longo prazo para tomada de decisão, com o processo de engajamento de *stakeholders* na análise e diálogo para a elaboração de produtos formais que podem ser codificados e disseminados. O *foresight* está relacionado a algumas abordagens, dentre as quais:

- Elaboração de políticas - adota perspectiva de longo prazo na forma de planejamento estratégico.
- Abordagens participativas – envolvem interações entre *stakeholders* e especialistas para pensar o futuro, buscando aumentar a base de conhecimento, criar comprometimento com a visão criada por todos e mobilizar os envolvidos.
- Abordagens prospectivas – envolvem esforços tradicionais de previsão, usando métodos sistemáticos para explorar dinâmicas futuras.

De acordo com Georghiou (2008), o *foresight* envolve fontes de conhecimento e agentes de mudança considerados chave a fim de desenvolver visões estratégicas e inteligência antecipatória. Os atores chave envolvidos são: firmas, governos, setores de negócios, organizações voluntárias, movimentos sociais e especialistas técnicos. E é importante ressaltar que o *foresight* não é apenas uma previsão e também não é um estudo de futuro em que uma consultoria ou um acadêmico especialista produz sua visão de futuro. O *foresight* tem como principais características: a orientação de longo prazo; uso de um conjunto de técnicas e ferramentas formais; envolvimento de vários especialistas e *stakeholders;* multidisciplinaridade.

Costanzo e Mackay (2009) comentam que o *foresight* é um processo contínuo de comunicação e aprendizado cuja meta não é dar respostas fáceis, mas ampliar o questionamento e a conscientização sobre o futuro da organização e seu ambiente. Os autores apresentam também a relação entre planejamento estratégico e o *foresight,* em que consideram que a estratégia tem metas e objetivos de longo prazo da empresa e, com isso, o

foresight tem importância no processo de planejamento estratégico. É importante as empresas olharem para o futuro, a fim de que possam entender as implicações futuras de suas ações presentes. O *foresight* é baseado em *insights* profundos sobre tendências tecnológicas, demográficas, regulações e estilos de vida.

Para Costanzo e Mackay (2009), os exercícios de *foresight* organizacionais são muito focados na geração de futuros possíveis para a organização, embora utilizados em muitos contextos e por meio de várias metodologias. *Foresight* e estudos futuros são utilizados, muitas vezes, como termos equivalentes. Os estudos de *foresight* são uma boa maneira de construir representações de desafios existentes e futuros e sua estratégia está relacionada a alcançar um futuro desejável. Eles comentam que a escola francesa conhecida como *La Prospective* é um ramo do *foresight*, com ferramentas e técnicas para compreender os futuros potenciais. O *foresight* pode buscar aumentar a conscientização e gerar debates entre especialistas ou ser utilizado como ferramenta para definir prioridades de futuro.

Segundo Bezold (2010), os principais benefícios do *foresight* são lidar com problemas quando eles são mais fáceis de resolver, esclarecer os objetivos da missão e visão, gerar metas audaciosas que ajudam a motivar e alinhar esforços e monitorar o futuro para checar planos.

Diante dos conceitos apresentados pelos autores acima, pode-se dizer que o *foresight* é um processo em que são realizados estudos prospectivos, de forma a gerar visões de longo prazo, por meio do uso de diversas metodologias, muitas vezes aplicadas em conjunto, de maneira complementar e que envolve vários atores. Esse processo tem natureza bastante participativa e multidisciplinar.

Outro aspecto que deve ser ressaltado é que o *foresight* não busca adivinhar o futuro. Além disso, o *foresight* tem grande importância na geração de visões de longo prazo que são subsídio para a tomada de decisão.

Os autores Porter *et al* (2004), Carvalho (2007), Georghiou (2008) e o Relatório UNIDO *Technology Foresight Manual* (2005) apresentam as principais variáveis a serem tomadas para a definição do escopo dos estudos prospectivos, conforme a Tabela 2, que foi elaborada com base nos principais estudos analisados nesta tese que apresentaram informações compostas de um breve descritivo das variáveis. Para facilitar a compreensão, as variáveis foram organizadas em alguns tópicos: escopo, condições, métodos e resultados desejados.

Tabela 2 - Variáveis para escolha das metodologias de estudos prospectivos

Classificação geral das variáveis	Variáveis utilizadas na escolha das metodologias	Descritivo
Escopo	Horizonte temporal	Horizonte contemplado no estudo
	Amplitude geográfica	Amplitude geográfica do estudo
	Nível de detalhe	Detalhamento em nível micro, meso ou macro
	Participantes	Número de participantes, especialistas ou profissionais com conhecimento amplo, multidisciplinaridade
	Duração do estudo	Prazo para realização do estudo
	Escopo e profundidade	Escopo e profundidade desejados em relação aos participantes
Condições e recursos	Processo de decisão	Operacional, estratégico ou visionário
	Recursos disponíveis	Financeiros, humanos, tempo e informações disponíveis
	Organização	Equipe, metodologias necessárias, gestão do projeto
	Fluxos de comunicação	Gestão do projeto e formas de participação
	Condições de estrutura	Demandantes e patrocinadores, contexto e cultura socioeconômica, objetivos, resultados e recursos
Metodologias	Métodos utilizados	Para identificar os dados necessários, os resultados das análises, etc., combinação de métodos
	Dados quantitativos/qualitativos	Identificar os dados necessários para verificar se há algo indisponível
	Competência metodológica	Conhecimento sobre as metodologias a serem aplicadas
Resultados desejados	Representação das conclusões	Produtos gerados pelo estudo e formas de apropriação
	Resultados desejados	Resultados esperados para o estudo

Fonte: Elaboração própria, com base nos autores analisados na revisão bibliográfica

Existem diversas variáveis a serem consideradas na definição do escopo dos trabalhos de *foresight* e na seleção das metodologias a serem utilizadas. Algumas delas podem ser mais apropriadas para determinadas áreas de conhecimento. A amplitude geográfica pode ser adequada, por exemplo, para a área de exploração e produção, pelo fato de a Petrobras ter vários pontos de atuação nesta área, geograficamente espalhados pelo Brasil e em outros países. Para áreas consideradas emergentes, como biocombustíveis, biotecnologia e nanotecnologia aplicadas à indústria de petróleo e energia, por exemplo, a variável relativa aos participantes pode ser significativa, já que pode ser necessário contar com especialistas externos para ampliar os conhecimentos a serem discutidos para a realização de trabalhos prospectivos.

Analisando-se as metodologias apresentadas como sendo técnicas de inteligência competitiva tecnológica e as apresentadas como sendo técnicas de *foresight*, observa-se que várias delas são classificadas dentro dos dois conceitos e algumas delas são apresentadas, inclusive, também como técnicas de inteligência competitiva, mas que podem ser aplicadas como métodos de *foresight* e inteligência competitiva tecnológica.

É importante comentar que, no Anexo 1, é apresentada uma relação com as definições das principais metodologias de *foresight* e inteligência competitiva tecnológica.

As diversas metodologias citadas anteriormente podem ser classificadas de diferentes formas. Na Tabela 3, a seguir, é apresentada uma relação das principais formas de classificação das metodologias de *foresight*. Para a elaboração desta tabela, foram utilizados os principais estudos identificados na pesquisa bibliográfica desta tese que apresentaram informações compostas também do descritivo das classificações, com base nos autores Georghiou (2008) e no Relatório *United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) Technology Foresight Manual* (2005).

Tabela 3 - Formas de classificação das metodologias de *foresight*

Classificações	Descritivo
Qualitativas	Abrange interpretações com base na subjetividade ou criatividade
Quantitativas	Abrange mensuração de variáveis e aplicação de análises estatísticas
Semi-quantitativas	Utiliza métodos matemáticos para quantificar variáveis subjetivas, julgamentos e pontos de vista de especialistas
Exploratórias	Examina-se o futuro com base no que se tem no presente
Normativas	Examina-se um cenário que pode ser alcançado ou evitado com base no que se deseja para o futuro
Evolucionárias	Desenvolvimento contínuo ao longo do tempo a partir de um ponto de início
Revolucionárias	Busca-se projetar ou pular de forma ampla e descontínua em diferentes futuros, sem conexão com o estado anterior
Criatividade	Métodos baseados na inventividade ou inspiração
Expertise	Métodos baseados na habilidade ou conhecimento
Interação	Métodos que envolvem interação entre os indivíduos
Evidências	Métodos que buscam explicar ou prever fenômenos com base em documentação confiável
Baseados na suposição	Aborda visões e prioridades baseadas em conhecimento público
Baseados em especialistas	Abrange a busca de opiniões e evidências de opiniões de especialistas
Identificação de questões	Identificam questões chave
Priorização	Geram priorizações
Antecipação do futuro	Ligadas a predições e extrapolações
Gerenciamento	Relacionados a julgamentos, questões de gerenciamento, etc.
Criação	Ligados à elaboração de políticas, imaginação, etc.

Fonte: Elaboração própria, com base nos autores analisados na revisão bibliográfica

2.2.3. Metodologias de Inteligência Competitiva Tecnológica e *Foresight*

A seguir, é apresentada, na Tabela 4, uma relação síntese das principais metodologias de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* identificadas na revisão bibliográfica, com base em alguns autores e documentos, tais como: Porter *et al* (1991), Roussel *et al* (1992), Leitão (1996), Coburn (1999), Miller (2002), Coates *et al* (2001), Gilad (2004), Marcial e Grumbach (2006), Georghiou (2008), Ashton e Hohhof (2009) e no Relatório *United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) Technology Foresight Manual* (2005). É importante comentar que, nesta revisão bibliográfica, buscou-se observar que metodologias foram citadas por quais autores, conforme pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 - Metodologias de inteligência competitiva tecnológica e *foresight*

Metodologias	**Georghiou (2008)**	**Ashton e Hohhof (2009)**	**Porter *et al* (1991)**	**Roussel *et al* (1992)**	**Miller (2002)**	**Coburn (1999)**	**Relatório UNIDO**	**Marcial e Grumbach (2006)**	**Coates *et al* (2001)**	**Leitão (1996)**
Análise bibliométrica	x	x							x	
Análise da cadeia de valor		x			x					
Análise da curva de experiência		x								
Análise da indústria		x			x					
Análise da maturidade tecnológica				x		x				
Análise da posição predominante				x						
Análise das partes interessadas	x	x								
Análise de competidores		x			x					
Análise de forças motrizes		x						x		
Análise de impactos cruzados	x		x				x	x		
Análise de mapeamento e *cluster* de conhecimento		x								
Análise de megatendências	x									

Metodologias	**Georghiou (2008)**	**Ashton e Hohhof (2009)**	**Porter *et al* (1991)**	**Roussel *et al* (1992)**	**Miller (2002)**	**Coburn (1999)**	**Relatório UNIDO**	**Marcial e Grumbach (2006)**	**Coates *et al* (2001)**	**Leitão (1996)**
Análise de oportunidades de mercado		x								
Análise de patentes	x	x	x		x	x				
Análise de recursos e capacidades		x								
Análise de redes sociais		x								
Análise de relacionamento estratégico		x								
Análise de risco e custo-benefício			x							
Análise de série temporal	x									
Análise de simulação		x								
Análise de SPIRE (*Spatial Paradigm for Information Retrieval and Exploration*)		x								
Análise de tecnologias disruptivas		x								
Análise de tendências		x	x							
Análise de valor do cliente		x								
Análise do ciclo de vida de produtos		x								
Análise do ciclo de vida de tecnologia e curva-S		x								
Análise do mercado de produto		x								
Análise macroambiental (STEEPV)		x								
Análise meta-game		x								
Análise morfológica	x		x				x	x		
Análise multicritério	x		x					x		
Análise SWOT	x	x			x		x			
Árvore de relevância	x									
Backcasting	x	x								
Benchmarking	x	x			x					
Brainstorming	x		x				x			x
Cenários	x	x	x				x	x	x	x
Cenários quantitativos	x									
Checklists			x							
Cientometria		x							x	
Competência x posição competitiva						x				

Metodologias	**Georghiou (2008)**	**Ashton e Hohhof (2009)**	**Porter *et al* (1991)**	**Roussel *et al* (1992)**	**Miller (2002)**	**Coburn (1999)**	**Relatório UNIDO**	**Marcial e Grumbach (2006)**	**Coates *et al* (2001)**	**Leitão (1996)**
Competências essenciais					x					
Conferências/Workshops	x		x			x				
Contato individual com especialistas			x							
Crawford Slip Writing			x							
Entrevistas	x									
Environmental scanning							x			
Essays/Scenario Writing	x									
Estudos de futuro		x								
Extrapolação de tendências							x			x
Fatores críticos de sucesso		x			x					
Ficção científica	x									
Forecasting		x								
Fracionamento			x							
Genius Forecasting	x						x			
Impacto competitivo				x						
Impactos			x			x				x
Issue Surveys							x			
Jogos	x									
Julgamento suspenso			x							
Mapas tecnológicos/*Technology roadmapping*	x	x					x		x	
Mapeamento de patentes		x								
Matriz de crescimento					x					
Metáforas e analogias			x							
Método AHP (*Analytic Hierarchy Process*)							x	x		
Método dos Exámenes (Métodos dos Concursos)								x		
Método Electre (*Elimination et Choix Traduisant la Realité*)								x		
Método MacBeth (*Measuring Attractiveness by Categorical Based Evaluation Technique*)								x		

Metodologias	**Georghiou (2008)**	**Ashton e Hohhof (2009)**	**Porter *et al* (1991)**	**Roussel *et al* (1992)**	**Miller (2002)**	**Coburn (1999)**	**Relatório UNIDO**	**Marcial e Grumbach (2006)**	**Coates *et al* (2001)**	**Leitão (1996)**
Método Pattern (*Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers*)								x		
Mindmapping										
Modelagem e simulação	x		x				x			x
Modelo Bayesiano							x			
Monitoração			x							
Nominal Group Process			x							
Opinião de especialistas			x							
Painéis de especialistas	x						x			
Painéis sociais	x									
Palavras aleatórias			x							
Perfil de C&T		x								
Perspectivas múltiplas									x	
Pesquisa Delphi	x		x				x			x
Pesquisa/votação	x									
POSTURE (Policy Specification Technique Using Realistic Environments)			x							
Questionários/pesquisas	x		x							
Reversão			x							
Revisão bibliográfica	x									
Role play/Acting (Atuação)	x									
Technology Readiness Levels		x								
Technology scouting		x								
Tecnologias críticas	x						x			
TRIZ									x	
Varredura do ambiente externo	x									
War Gaming										
Weak Signal/Wild Cards (Sinais Fracos)	x	x								

Fonte: Elaboração própria, com base nos autores analisados na revisão bibliográfica

Foram listadas cerca de 94 técnicas identificadas na revisão bibliográfica sobre metodologias de *foresight* e inteligência. Os autores Georghiou (2008) e Ashton e Hohhof (2009) foram os que apresentaram maior quantidade de técnicas listadas. Dentre as técnicas mais citadas, podem ser observadas:

- Cenários – 6
- Análise de patentes – 5
- *Delphi* – 4
- *Brainstorming* – 4
- *Roadmaps* - 4

2.2.4. Conceitos de Prospecção Tecnológica, Cenários, Prospectiva e outros termos associados

Segundo Bahruth (2004), o termo prospecção tecnológica tem como foco o uso para diferentes atividades e/ou métodos de captação, tratamento e análise de informações, para subsidiar os processos de tomada de decisão. O termo prospecção é bastante utilizado abrangendo também os conceitos de inteligência competitiva e *foresight*.

A autora mostra as diferenças entre alguns termos, como *forecasting* e *foresight*, em que, segundo Johnston (2000), o primeiro termo deve ser utilizado para a identificação de futuros esperados ou prováveis, enquanto que o último relaciona-se à procura por futuros possíveis, com o propósito de antecipar eventos, sem correlação com o presente.

Outro termo bastante conhecido é a prospectiva estratégica. Esse conceito foi criado pelo autor Godet (2000) e procura vincular as atividades prospectivas ao planejamento estratégico. Este autor, em 2006, apresenta a definição para o termo "*La prospective"* como sendo a representação de estudos futuros que envolvem a antecipação de ações direcionadas a futuros possíveis e desejados. O autor procura diferenciar os termos *prospective* (relacionado a antecipar ações), previsão (relacionado a estimar o futuro com certo grau de confiança) e projeção (relacionado a projetar o futuro a partir de tendências passadas) e considera que devem ser observadas outras três características: ver diferentemente, coletivamente e usar metodologias rigorosas e participativas de forma a evitar vieses.

Em geral, o termo "*La prospective"* pode ser traduzido por estudos futuros ou *foresight*. No entanto, o autor mostra que este termo abrange pré e pró-atividade, enquanto o termo "*foresight"* é aplicado, em geral, à tecnologia, com o propósito de ser um processo

coletivo de antecipação de mudanças tecnológicas, muitas vezes deixando de lado a proatividade. Os exercícios de futuro não buscam eliminar incertezas por meio de previsões, mas sim, minimizá-las de forma a possibilitar a tomada de decisões a partir da observação de futuros possíveis ou desejáveis.

Neste sentido, vale comentar também sobre o conceito de cenários, que é uma espécie de exercício de futuro. De acordo com Porter *et al* (1991), os cenários são um conjunto de histórias plausíveis de futuro. São utilizados para estimular a imaginação de possibilidades de futuro, incorporam incertezas e podem ser descritivos ou normativos.

Porter (1992) ressalta que as empresas começaram a desenvolver cenários para lidar melhor com as implicações estratégicas das incertezas. Os possíveis comportamentos de uma empresa podem ocorrer em função do comportamento do macroambiente interagindo como o ramo industrial da empresa. Godet (2000) diz que os cenários prospectivos não devem ser confundidos com a escolha das opções estratégicas.

Schwartz (2006) mostra que os cenários são uma ferramenta que pode ajudar a desenvolver uma visão de longo prazo em um mundo de incertezas, compostos por forças motrizes, elementos predeterminados e incertezas críticas. O autor criou a metodologia *Global Business Network* (GBN), composta pelas seguintes etapas: identificação da questão principal; identificação dos fatores-chave (microambiente); identificação das forças motrizes (macroambiente); *ranking* das incertezas críticas; definição das lógicas dos cenários; descrição dos cenários; seleção de indicadores e sinalizadores principais; análise das implicações e opções.

Ashton e Hohhof (2009) afirmam que, por meio da técnica de cenários, criam-se cenários, histórias internamente consistentes de futuro baseadas em um conjunto de premissas sobre a evolução da economia, indústria ou tecnologia. Podem ser usadas diferentes abordagens que definem e projetam vários futuros alternativos. Esta técnica facilita processos de tomada de decisão estratégica e aprendizado, sendo útil em contextos incertos ou ambíguos.

Enfim, todos estes termos têm sido utilizados, de alguma forma, fazendo-se referência aos conceitos de prospecção, *foresight* e inteligência competitiva. Alguns termos são complementares, outros são usados com sentidos similares.

Por fim, é importante lembrar, conforme já citado, que, no Anexo 1, são apresentadas as principais metodologias, contendo a descrição com base na visão de autores das áreas de inteligência competitiva e *foresight*.

2.3. Observatórios de Tendências

Um centro de P&D empresarial, geralmente, tem como propósito realizar atividades de pesquisa e desenvolvimento para subsidiar as áreas-fins da empresa. Além disso, os centros de P&D empresariais precisam estar à frente buscando antecipar tendências tecnológicas para as demais áreas da organização, de forma que a empresa possa se manter competitiva no mercado, bem como se preparar melhor para o futuro.

Com base na análise dos diversos observatórios existentes no mundo, pode-se dizer que, de modo geral, para monitorar as tendências, os observatórios devem: i) ter seu objetivo bem definido; ii) identificar as áreas de atuação, bem como os clientes e público-alvo; iii) utilizar metodologias de inteligência competitiva e *foresight*; iv) buscar fontes de informação primárias (exemplos: especialistas internos e externos, consultorias) e secundárias (exemplos: bases de artigos, patentes e notícias, relatórios); v) identificar atores (concorrentes, parceiros, agências reguladoras, ministérios, universidades); vi) detectar variáveis ligadas a temas a serem monitorados (exemplos: tecnologia – estado da arte, tendências futuras, evolução de custos, regulações, riscos do desenvolvimento tecnológico, dinâmica do desenvolvimento tecnológico – investimentos em P&D, motivações e gargalos para o desenvolvimento de tecnologias, nível de cooperação tecnológica); vii) analisar os recursos necessários (recursos humanos, de tecnologia da informação, acesso a fontes, dentre outros).

Contemplando-se os aspectos citados acima, é possível estruturar o observatório de modo a realizar a identificação sistemática de tendências e contribuir para que a instituição identifique sinais de mudanças, podendo, inclusive, antecipar-se no desenvolvimento de inovações diante dos competidores, bem como mapear possíveis parceiros para desenvolvimentos em conjunto, quando for necessário e/ou conveniente.

Em geral, os observatórios identificados na pesquisa bibliográfica são observatórios de nível nacional ou de instituições de pesquisas (como pode ser observado no Anexo 2), sendo a maior parte ligada a CT&I.

A Tabela 5, a seguir, apresenta um quantitativo entre o número de observatórios analisados para a tese, as técnicas utilizadas e o tipo de instituição a que estes observatórios estão ligados.

Tabela 5 - Quantitativo de observatórios analisados, técnicas utilizadas e instituição a que estão mais relacionados

Observatórios	**Metodologias/técnicas utilizadas**		**Instituição a que está mais relacionado**			
	Inteligência Tecnológica	***Foresight***	**Governo**	**Instituição sem fins lucrativos/ Grupo de interesse público**	**Instituto de Pesquisa/ Universidade**	**Empresa**
30	7	10	16	5	10	1
	23,33%	33,33%	53,33%	16,67%	33,33%	3,33%

Fonte: Elaboração própria, com base no Relatório CGEE 2006 e buscas na Web

Diante disso, dentre os observatórios de CT&I analisados, verifica-se que, cerca de 23% realizam trabalhos de inteligência competitiva e 33% realizam trabalhos de *foresight*. Com relação às instituições à que os observatórios estão ligados, grande parte está relacionada ao governo (53%). Na amostra analisada, não foram encontrados observatórios ligados diretamente a empresas, entretanto foi encontrado um observatório que é uma *spin-off* de uma universidade.

Na Tabela 6, mostra-se um comparativo entre os principais observatórios de tendências identificados na revisão bibliográfica e os temas abordados por eles.

Tabela 6 - Principais observatórios de tendências identificados na revisão e os temas abordados

Observatórios	**Metodologias/técnicas utilizadas**				**Instituição a que está mais relacionado**			
	Inteligência Tecnológica	*Foresight*	Tema específico	Tema geral	Governo	Instituição sem fins lucrativos/ Grupo de interesse público	Instituto de Pesquisa/ Universidade	Empresa
1. Observatorio Colombiano de Ciencia Y Tecnología (OCYT) - Colômbia	x	x	CT&I			x		
2. Observatório da Ciência e do Ensino Superior (OCES) - Portugal			CT&I		x			
3. L'observatoire des Sciences et des Technologies (OST) - França			CT&I			x		
4. Netherlands Observatory of Science and Technology (NOWT) - Holanda			CT&I		x			

Observatórios	**Metodologias/técnicas utilizadas**				**Instituição a que está mais relacionado**			
	Inteligência Tecnológica	*Foresight*	Tema específico	Tema geral	Governo	Instituição sem fins lucrativos/ Grupo de interesse público	Instituto de Pesquisa/ Universidade	Empresa
5. Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI) - Espanha	x	x	CT&I	Diversos	x			
6. European Science and Technology Observatory (ESTO) - Europa		x	CT&I	Diversos	x			
7. European Information Technology Observatory (EITO) - Europa			Tecnologia da informação		x			
8. Fundacion para la Inovacion Tecnologica. - Espanha			CT&I			x		
9. Malaysian Science and Technology Information Centre (MASTIC) - Malásia	x	x	CT&I		x			
10. National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) – Japão	x	x	CT&I		x			
11. Observatoire Science, Politique Et Société (OSPS) – França				Diversos			x	
12. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana (RICYT)			CT&I		x		x	
13. Strategis – Canada				Diversos	x			
14. Observatorio de Prospectiva Científica Y Tecnológica (OPCYT) - Argentina		x	CT&I		x			
15. Observatorio Chileno de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONACYT) - Chile			CT&I		x			
16. IALE - Espanha	x	x	CT&I	Diversos			x	x
17. Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning (KISTEP) - Coreia		x	CT&I		x			
18. Observatory for Micro and Nano Technologies (OMNT) - França	x	x	Nano				x	
19. The National Policy and Advisory Board for Enterprise, Trade, Science, Technology And Innovation (FORFÁS) - Irlanda			CT&I	Diversos	x			

Observatórios	**Metodologias/técnicas utilizadas**	**Instituição a que está mais relacionado**						
	Inteligência Tecnológica	*Foresight*	Tema específico	Tema geral	Governo	Instituição sem fins lucrativos/ Grupo de interesse público	Instituto de Pesquisa/ Universidade	Empresa
20. Observatório Nacional (ON) - Brasil			Astronomia, Geosífica e Metrologia		x			
21. Observatório Digital - Brasil			Software				x	
22. UNESCO Observatory on the Information Society				Diversos		x		
23. Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – Venezuela			CT&I		x			
24. Observatorio Chileno de Ciencia, Tecnología e Innovación - Chile			CT&I		x			
25. Observatory Science, Politics, Society (OSPS) - Suíça			Ciência, Política e Sociedade				x	
26. Observatoire des Sciences et des Technologies - Canada			CT&I				x	
27. Observatório da Inovação e Competitividade - Brasil			CT&I	Diversos			x	
28. Observatório de Informação Tecnológica (CERTI) – Brasil				Diversos			x	
29. Observatório da Gestão da Informação (OGI) – Brasil				Diversos			x	
30. Observatórios SESI/SENAI/IEL – Brasil	x	x		Diversos		x		

Fonte: Elaboração própria, com base no Relatório CGEE 2006 e buscas na Web

A elaboração desta Tabela 6 teve como propósito verificar a existência de observatórios de tendências ligados a centros de P&D empresariais e foi possível observar que, conforme já comentado, a maioria dos observatórios atende a governos e não a empresas.

2.4. Nanotecnologia - Conceitos básicos

Segundo a USA National Nanotechnology Initiative (2000), a nanotecnologia envolve o controle de materiais em dimensões de 1 a 100 nanômetros. Conforme Alencar; Canongia; Antunes (2006), a nanotecnologia envolve a construção e o uso de estruturas funcionais

projetadas em escala atômica ou molecular, medidas em nanômetros (um nanômetro - abreviado como nm - é um metro dividido por um bilhão ou seja, 1 nm é igual a 10^{-9} m).

De acordo com Melo e Pimenta (2004), é importante diferenciar os termos nanociência e nanotecnologia. A nanociência refere-se ao estudo e a nanotecnologia está ligada à aplicação, buscando aproveitar as novas propriedades dos materiais em escala nanométrica.

Segundo estes autores, a nanotecnologia pode ser aplicada junto a algumas frentes, tais como: nanoeletrônica (dispositivos eletrônicos); liberação de medicamentos (macromoléculas nanométricas que transportem e liberem medicamentos no organismo); nanomateriais (com propriedades mecânicas diferenciadas – maior resistência, força e leveza); compósitos de polímeros e nanopartículas cerâmicas e metálicas (mistura de materiais com propriedades mecânicas, elétricas e ópticas alteradas pela nanotecnologia); propriedades ópticas dos nanomateriais (com controle da cor da luz emitida); propriedades magnéticas dos nanomateriais (propriedades variam com o tamanho da nanopartícula).

Alves (2004) apresenta uma breve cronologia na nanotecnologia, conforme a Tabela 7, mostrada a seguir.

Tabela 7 - Cronologia da nanotecnologia

1959	Conferência de Richard Feynman, na Reunião da Sociedade Americana de Física.
1966	Viagem Fantástica (*Fantastic Voyage*), filme baseado no livro de Isaac Asimov.
1974	Norio Taniguchi cunha o termo nanotecnologia.
1981	Trabalho de Gerd Binnnig e Heinrich Rohrer, criadores do microscópio eletrônico de tunelamento (*scanning tunneling microscope*).
1985	Descoberta dos fulerenos, por Robert Curl, Harold Kroto e Richard Smalley.
1986	Publicação do livro de Eric Drexler, *"Engines of Creation"*.
1989	Donald Eigler escreve o nome IBM com átomos de xenônio individuais.
1989	Descoberta dos nanotubos de carbono, por Sumio Iijima, no Japão.
2000	Administração Clinton lança no California Institute of Technology, a *National Nanotechnology Initiative*.
2001	Cees Dekker, biofísico holandês, demonstrou que os nanotubos poderiam ser usados como transistores ou outros dispositivos eletrônicos.
2001	Equipe da IBM (EUA) constrói rede de transistores usando nanotubos, mostrando mais tarde o primeiro circuito lógico à base de nanotubos.
2002	Chad Mirkin, químico da Northwestern University (EUA), desenvolve plataforma, baseada em nanopartículas, para detecção de doenças contagiosas.

Fonte: Alves (2004)

Alves (2004) também mostra algumas tendências em nanotecnologia, conforme a Tabela 8, apresentada a seguir.

Tabela 8 – Tendências em nanotecnologia e nanociência

Tendências em nanotecnologia e nanociência	
Nanopartículas	A produção controlada de partículas na faixa de 1-100 nm é crucial, seu manuseio certamente é um problema chave.
Estruturas quânticas	A pureza dos materiais é fundamental para a obtenção destas estruturas e também a realização de pesquisas na direção das metodologias de produção.
Filmes finos multicamadas	As necessidades passam pela presença de salas e ambientes "limpos", uma vez que as impurezas e defeitos comprometem a performance dos filmes.
Dispositivos nanomecânicos	Materiais com integridade física que permitam a produção de dispositivos, serão de grande importância, dado que serão submetidos a tensões e esforços mecânicos.
Materiais "nanoprobes"	Materiais necessários para a produção de pontas-de-prova para microscópios de imageamento com varredura, uma das ferramentas fundamentais da nanotecnologia.
Biosensores e transdutores	Capacidade de síntese de especialidades químicas orgânicas ultrapuras, contendo grupos terminais para uma aplicação determinada, e capazes de ligar-se, de modo responsável, a superfícies de semicondutores e óxidos.

Fonte: Adaptado de Alves (2004)

De acordo com Alves (2004), a nanotecnologia pode ser aplicada em diversas indústrias. Alguns exemplos são apresentados na Tabela 9, a seguir.

Tabela 9 - Exemplos de aplicações de nanotecnologia em diversas indústrias

Indústria	Aplicações
Indústria química e de materiais	Catalisadores que aumentem a eficiência energética das plantas de transformação química e que aumentem a eficiência da combustão dos veículos motores (diminuindo assim a poluição); ferramentas de corte extremamente duras e resistentes, fluidos magnéticos inteligentes para uso como lubrificantes; nanocompósitos que combinam propriedades de materiais díspares, tais como, polímeros e argilas.
Indústria farmacêutica, biotecnológica e biomédica	Novos medicamentos baseados em nanoestruturas, sistemas de difusão de medicamentos que atinjam pontos específicos no corpo humano; materiais de substituição (próteses) biocompatíveis com órgãos e fluidos humanos; kits de autodiagnóstico que possam ser utilizados em casa; sensores laboratoriais construídos sobre chips; materiais para a regeneração de ossos e tecidos.
Indústria de instrumentação	Engenharia de precisão, visando à produção de novas gerações de microscópios e de instrumentação para medida, para novos processos e desenvolvimento de novas ferramentas para manipular a matéria em nível atômico; incorporação de nanopós, com propriedades especiais em materiais a granel, tais como os sensores que detectam e corrigem fraturas iminentes; automontagem de estruturas a partir de moléculas; materiais inspirados pela biologia, bioestruturas.
Indústria de energia	Novos tipos de baterias; fotossíntese artificial que permita a produção de energia de modo ecológico; armazenagem segura de hidrogênio para utilização como

	combustível limpo; economia de energia, resultante da utilização de materiais mais leves e de circuitos cada vez menores.
Meio ambiente	Membranas seletivas que possam filtrar contaminantes ou ainda eliminar o sal da água; dispositivos nanoestruturados, capazes de retirar os poluentes dos efluentes industriais; caracterização dos efeitos das nanoestruturas sobre o meio ambiente; redução significativa na utilização de materiais e energia; redução das fontes de poluição; novas possibilidades para a reciclagem.

Fonte: Adaptada de Alves (2004)

Na Figura 4, apresentada a seguir, pode-se verificar a cadeia de valor da nanotecnologia.

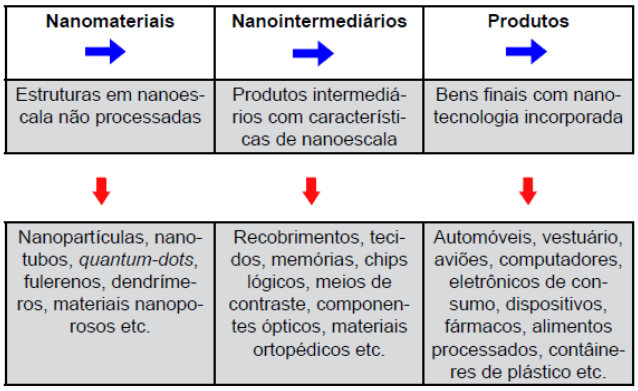

Figura 4 – Cadeia de valor da nanotecnologia

Fonte: Cartilha sobre nanotecnologia – ABDI – 2010, com base em LQES/UNICAMP

Em 2010, foi realizado, também pela ABDI, um estudo prospectivo sobre nanotecnologia que utilizou como escopo as variáveis que podem ser observadas na Figura 5, apresentada a seguir.

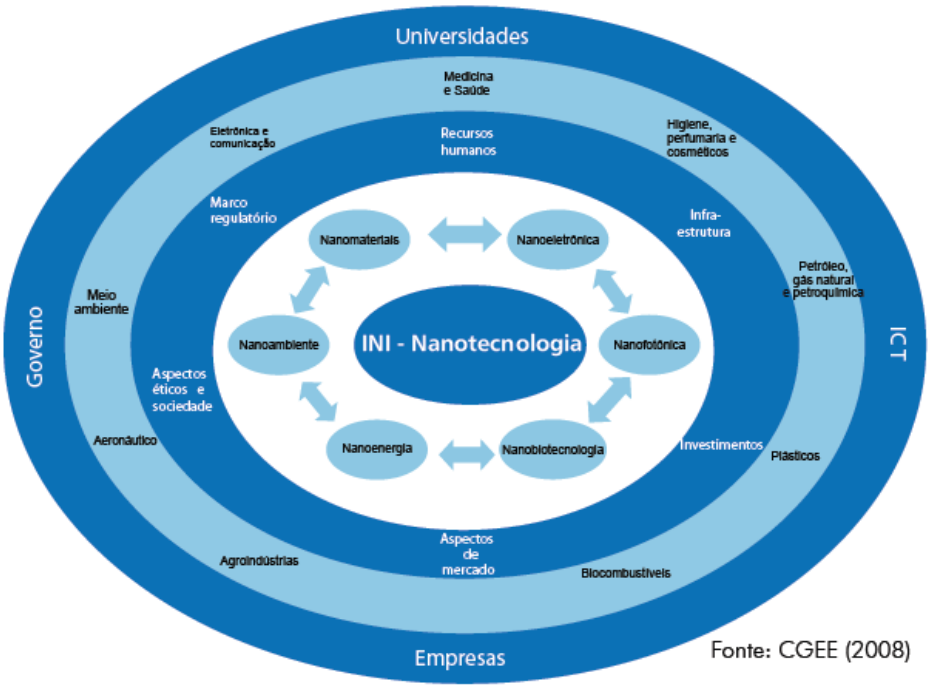

Figura 5 - Variáveis relacionadas à nanotecnologia

Fonte: Estudo Prospectivo Nanotecnologia - Série Cadernos da Indústria ABDI - Volume XX – 2010, com base em CGEE (2008)

No Brasil, foi criado em 2008, o Fórum de Competitividade e Inovação em Nanotecnologia, com a participação de diversas instituições, empresas do setor privado e públicas e órgãos do governo, com objetivo de discutir diretrizes para alavancar pesquisas, desenvolver produtos e políticas para nanotecnologia, tem como foco: mercado, infraestrutura, regulação e cooperação internacional.

Além disso, em 2012, foi lançada uma portaria que constituiu o Comitê Interministerial de Nanotecnologia tendo como um de seus objetivos o aprimoramento das políticas, diretrizes e ações voltadas para o desenvolvimento das nanotecnologias no País. Também em 2012, foi lançado o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias – SisNANO, coordenado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e associado a alguns laboratórios e institutos de pesquisa, para estruturar a gestão integrada na nanotecnologia no País, buscar interação com empresas e possibilitar melhor infraestrutura, pesquisa básica, aplicada e inovação.

O Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação publicou a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015 que contempla diretrizes para a nanotecnologia,

tais como: consolidação da infraestrutura de laboratórios nacionais; apoio a redes temáticas e Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT); apoio a projetos institucionais de P&D; criação de programa de formação de recursos humanos; apoio ao desenvolvimento industrial de produtos e processos nanotecnológicos; apoio à disseminação da nanotecnologia na sociedade; e apoio à cooperação internacional.

Em 2013, o governo brasileiro criou a Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN), com a definição de ações estratégias para que a área de nanotecnologia torne a indústria mais inovadora. A IBN apoia ações como: o SisNANO, o financiamento para empresas, o fomento à pesquisa e inovação, a formação de recursos humanos, a cooperação internacional, o desenvolvimento do marco legal, dentre outras.

Em âmbito mundial, os EUA iniciaram investimentos maciços em nanotecnologia no final dos anos 90, tendo como marco a Iniciativa Nacional do governo americano (NNI – National Nanotechnology Initiative), que suporta pesquisas em nanoescala desenvolvidas em departamentos como o Departamento de Energia (DoE) e o órgão de fiscalização de produtos que são inseridos no mercado como o Food and Drug Administration (FDA).

A Europa e a Ásia também têm investido bastante em nanotecnologia. Países como Japão, Irlanda e Inglaterra criaram estratégia governamental para nanotecnologia, que é considerada uma fronteira do conhecimento científico. Segundo o Relatório Estudos Estratégicos – Nanotecnologia (CGEE e NAE, 2004/2005), diversos países têm desenvolvido ações na área de nanotecnologia, tais como, por exemplo: Estados Unidos, Japão, Alemanha, Espanha, França, Reino Unido, Holanda, Suécia, Suíça, China, Hong Kong, Coréia, Austrália, Cingapura, Taiwan, Índia, Malásia, Tailândia, Israel, Irlanda e África do Sul. De acordo com este documento, os volumes de recursos dedicados à nanotecnologia são crescentes e os programas são desenhados de maneira a engajarem o maior número possível de participantes, seja de empresas, seja de instituições acadêmicas ou de pesquisa.

Na Europa, o *Seventh Framework Programme* (FP7), tem como uma das linhas de financiamento de pesquisas o tema “nanociências e nanomateriais”. No Brasil, têm sido feitos editais de financiamento de pesquisas por meio de instituições como a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), o BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Na Tabela 10, é apresentada uma lista de exemplos de iniciativas em diferentes países, mostrando que a nanotecnologia tem sido foco de estudos em diversos locais no Mundo.

Tabela 10 - Exemplos de iniciativas em nanotecnologia

Iniciativas	País	Site
Council for Scientific and Industrial Research (CSIR) (research facility)	África do Sul	http://www.csir.co.za/
Mintek (research facility)	África do Sul	http://www.mintek.co.za/
Schau-Platz NANO, Munich, Germany	Alemanha	http://www.schau-platz.de/NanoWorld/
Fraunhofer Verbund Nanotechnologie (network)	Alemanha	http://www.nano.fraunhofer.de/
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie - Storage Ring BESSY II (research facility)	Alemanha	http://www.helmholtz-berlin.de/
Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) (research facility)	Alemanha	http://www.desy.de/
The NanoCare project: a German initiative on health aspects of synthetic nanoparticles	Alemanha	www.nanopartikel.info
Fundação Argentina de Nanotecnologia	Argentina	http://www.fan.org.ar/
Friends of the Earth Australia's Nanotechnology Project	Austrália	http://nano.foe.org.au/
Australian Research Council Nanotechnology Network (research facility)	Austrália	http://www.ausnano.net/index.php?page=facilities
Managing the health and safety risks of working with nanomaterials in CSIRO laboratories,	Austrália	www.csiro.au/science/nanosafety.html
Austrian Nano Initiative (research facility)	Áustria	http://www.nanoinitiative.at/371_EN
Programa de C,T&I para Nanotecnologia	Brasil	http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/77609.html
Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial	Brasil	http://www.abdi.com.br/Paginas/pesquisa_abdi.aspx?e=nanotecnologia
National Institute for Nanotechnology	Canadá	http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/solutions/collaborative/nint_index.html
NanoQuebec	Canadá	http://www.nanoquebec.ca/fr/index.php
Centre for Advanced Nanotechnology at the University of Toronto (research facility)	Canadá	http://www.utoronto.ca/~ecan/
MiNa (Microsystems and Nanotechnology Group) (research facility)	Canadá	http://www.mina.ubc.ca/research_areas.html
Centro de Nanociencia y Nanotecnología (CEDENNA)	Chile	http://cedenna.cl/en/centro-de-cedena/
National Center for Nanoscience and Technology	China	http://english.nanoctr.cas.cn/
National Nanofab Center (research facility)	Coreia	http://www.nnfc.com/eng/index.jsp
NaNet (network)	Dinamarca	http://www.nanet.nu/
University of Copenhagen Nano-science Center (research facility)	Dinamarca	http://nano.ku.dk/english/
Nano-DTU (Center for Nanotechnology at the Technical University of Denmark) (research facility)	Dinamarca	http://www.nano.dtu.dk/

Iniciativas	País	Site
Nano Øresund (network)	Dinamarca	http://www.nano-oresund.org/web/default.asp
Red Española de Nanotecnología	Espanha	http://www.nanospain.org/nanospain.php?p=h
Spanish Council for Scientific Research (CSIC) (research centres network)	Espanha	http://www.csic.es/web/guest/home;jsessionid=7F80CDAC19F14A46430CC0F606B40D4E
Instituto de Salud Carlos III (biomedical research facility)	Espanha	http://www.isciii.es/
Agricultural and Food Research Technology Facility (INIA)	Espanha	http://www.inia.es/IniaPortal/verPresentacion.action
National Nanotechnology Initiative	EUA	http://www.nano.gov/
American National Standards Institute Nanotechnology Panel	EUA	http://www.ansi.org/standards_activities/standards_boards_panels/nsp/overview.aspx?menuid=3
American Nano Society	EUA	http://nanosociety.us/
Nanotechnology Now, Daily news and information for the field of nanotechnology	EUA	http://www.nanotech-now.com/
Research news in nanotechnology	EUA	http://www.nanodaddy.com/
Center for Biological and Environmental Nanotechnology, Rice University	EUA	http://cben.rice.edu/
Foresight Nanotech Institute	EUA	http://www.foresight.org/
Nano Science and Technology Institute (NSTI)	EUA	http://www.nsti.org/
Center for Responsible Nanotechnology	EUA	http://crnano.org/
Project On Emerging Nanotechnologies	EUA	http://www.nanotechproject.org/
The Nanoethics Group	EUA	http://ethics.calpoly.edu/nanoethics/
American Chemistry Council Nanotechnology Panel	EUA	http://nanotechnology.americanchemistry.com/
Materials Research Society	EUA	http://www.mrs.org/home/
The International Council on Nanotechnology (ICON) at Rice University	EUA	http://icon.rice.edu/
Nanotechnology Research and Technical Data	EUA	http://www.americanelements.com/nanotech.htm
The National Nanomanufacturing Network (NNN)	EUA	http://www.internano.org/
Institute of Environmental Sciences and Technology (IEST)	EUA	http://www.iest.org/
Oregon State Nanomaterial-Biological Interactions Knowledgebase	EUA	http:// www.oregonstate.edu/nbi/pages/
Berkeley, California, Nanotechnology Disclosure Ordinance.	EUA	http://www.ci.berkeley.ca.us/uploadedFiles/Planning_(new_site_map_walk--through)/Level_3_-_General/Manuffactured%20Nanoscale%20Materials.pdf
Nanowerk, The comprehensive nanotechnology portal	EUA/ Alemanha	http://www.nanowerk.com/

Iniciativas	País	Site
International Alliance for NanoEHS Harmonization	EUA/ Europa e Japão	http://www.nanoehsalliance.org/sections/Home
FinDNano (Finnish Database for Nanotechnology Capabilities) (portal)	Finlândia	http://www.findnano.net/
Nanoscience & Nanotechnology (portal)	França	http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/
Basic Technological Research (BTR) Network of the CNRS (National Centre of Scientific Research) (network)	França	http://www.rtb.cnrs.fr/accueil.php3
ASTM International (2006) ASTM E 2456–06. Terminology for nanotechnology.	Global	http://www.astm.org
NanoNed	Holanda	http://www.nanoned.nl/
NanoLab NL (research facility)	Holanda	http://www.nanolabnl.nl/
NanoLab Nijmegen (research facility)	Holanda	http://www.ru.nl/nanolab/
Nano Science and Technology Consortium (NSTC)	Índia	http://www.nstc.in/
Bangladesh Nanotechnology Society, Dhaka, Bangladesh	Índia	https://sites.google.com/site/bdnano/home
Iranian Nanotechnology Laboratory Network	Irã	http://irannano.org/nano/index.php?ctrl=static_page&lang=2&id=406&section_id=22
CCAN - Collaborative Centre for Applied Nanotechnology	Irlanda	http://www.ccan.ie/
Centre for Research on Adaptive Nanostructures and Nanodevices (CRANN) - Trinity College Dublin (research facility)	Irlanda	http://www.crann.tcd.ie/
The Harvey M. Krueger Family Center for Nanoscience and Nanotechnology (research facility)	Israel	http://www.nanoscience.huji.ac.il/
Russell Berrie Nanotechnology Institute (RBNI) (research facility)	Israel	http://rbni.technion.ac.il/
Submicron Center, The Joseph and Belle Braun Center for Submicron Research,(research facility)	Israel	http://www.weizmann.ac.il/smc/
Center for Nanoscience and Nanotechnology, Tel Aviv University (research facility)	Israel	http://www.nano.tau.ac.il/
Advanced Technology and Nanoscience (TASC) National Laboratory (research facility)	Itália	http://www.tasc.infm.it/
Institute for Nanostructured Materials, CNR Bologna (research facility)	Itália	http://www.bo.ismn.cnr.it/
National Enterprise for nanoScience and nanoTechnology (NEST), Scuola Normale Superiore (research facility)	Itália	http://www.sns.it/it/ricerca/scienze/fisica/nest/
Nanosystem Research Institute	Japão	http://unit.aist.go.jp/nri/
National Institute for Materials Science (NIMS) (research facility)	Japão	http://www.nims.go.jp/eng/index.html
RIKEN (research facility)	Japão	http://www.riken.jp/en/

Iniciativas	País	Site
NanotechJapan (portal)	Japão	https://nanonet.go.jp/index.php?action=pages_view_main
Malaysia Nanotechnology Association	Malásia	http://www.mynano.com.my/
NANOMAT (network)	Noruega	http://www.forskningsradet.no/servlet/Satellite?c=Page&pagename=nanomat%2FHovedsidemal&cid=1226993562781
NTNU NanoLab (research facility)	Noruega	http://www.ntnu.edu/nanolab
Center for Materials Science and Nanotechnology (SMN), University of Oslo (research facility)	Noruega	http://www.mn.uio.no/smn/
SINTEF (research facility)	Noruega	http://www.sintef.no/Home/Information-and-Communication-Technology-ICT/Microsystems-and-Nanotechnology/Home-Microsystems-and-Nanotechnology/
Institute for Energy Technology (IFE) (research facility)	Noruega	http://www.ife.no/en/ife/main_subjects_new/materialtechnology/nanomateriale-em
Krakow Interdisciplinary PhD Project in Nanoscience and Advanced Nanostructures (network)	Polonia	http://www.mpd.agh.edu.pl/
Polish National Scientific Network: ARTMAG - Magnetic Nanostructures for Spintronics (network)	Polonia	http://www.artmag.agh.edu.pl/index_en.html
International PhD School (Poland/Switzerland) (research facility)	Polonia	http://www.intphdschool.materials.pl/
Pólo de Competitividade em Nanotecnologia (PCT)	Portugal	http://www.nanovalor.org/Homepage.html
INESC MN Microsistemas & Nanotecnologias (research facility)	Portugal	http://www.inesc-mn.pt/
Institute for Nanostructures, Nanomodelling and Nanofabrication (i3N) (network)	Portugal	http://www.i3n.org/
International Iberian Nanotechnology Laboratory- INL	Portugal/ Espanha	http://inl.int/about-inl/what-is-inl
Institute of Occupational Medicine, Scotland, UK	Reino Unido	http://www.iom-world.org/services/safety-of-nanomaterials/
Institute of Nanotechnology, Stirling, Scotland, UK	Reino Unido	http://www.nano.org.uk/
The UK Nanosafety Partnership Group	Reino Unido	http://www.safenano.org/UKNanosafetyPartnership.aspx
London Centre for Nanotechnology (LCN) (research facility)	Reino Unido	http://www.london-nano.com/
Nanotechnology.cz (portal)	Rep. Tcheca	http://www.nanotechnology.cz/search.php?rsvelikost=sab&rstext=all-phpRS-all&rstema=3
Academy of Sciences of the Czech Republic (research facility)	Rep. Tcheca	http://www.avcr.cz/index.html
CzechInvest (research facility)	Rep. Tcheca	http://www.czechinvest.org/
Russian Nanotechnology Corporation	Rússia	http://en.rusnano.com/about
"Nanoworld" Russian Society of Scanning Probe Microscopy and Nanotechnology	Rússia	http://www.nanoworld.org/

Iniciativas	País	Site
Swedish Micro and Nano Fabrication Network (MyFab) (network)	Suécia	http://www.myfab.se/
ETHZ Nanotechnology Group (research facility)	Suiça	http://www.nano.mavt.ethz.ch/
ETH Zurich Micro and Nanosystems Group (research facility)	Suiça	http://www.micro.mavt.ethz.ch/
ETH Zurich Laboratory for Nanometallurgy (research facility)	Suiça	http://www.met.mat.ethz.ch/
Center of Micronanotechnology (CMI), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (research facility)	Suiça	http://cmi.epfl.ch/
National Nanotechnology Center (NANOTEC)	Tailândia	http://www.nanotec.or.th/en/
EU Seventh Framework Programme and Action Plan for Nanosciences and Nanotechnologies 2005-2009	União Européria	http://cordis.europa.eu/nanotechnology/actionplan.htm
SAFENANO- Europe's Centre of Excellence on Nanotechnology Hazard and Risk	União Européria	http://www.safenano.org/Home.aspx
Intelligent Testing Strategies for Engineered Nanomaterials (ITS-NANO)	União Européria	http://www.its-nano.eu/
Virtual European Nanolab (network)	União Européria	http://www.nanoscience-europe.org/
NanoforumEULA for Nanonetworking, Europe and Latin America (network)	União Européria	http://www.utwente.nl/mesaplus/nanoforumeula/
European Portal on Research Infrastructures Services (network)	União Européria	http://www.riportal.eu/public/
Nanofutures (portal)	União Européria	http://www.nanofutures.info/
European policy in Nanosafety	União Européria	http://ec.europa.eu/health/ph_risk/ev_20081002_en.htm
SAPHIR Safe NanoManufacturing: Safe, Integrated & controlled production of high-tech multifunctional materials and their recycling	União Européria	www.saphir-project.eu
NanoImpactNet - European network on the health and environmental impact of nanomaterials	União Européria	www.nanoimpactnet.eu
Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas - INZIT	Venezuela	http://www.inzit.gob.ve/
Red Venezolana de Nanotecnología	Venezuela	http://www.redvnano.org/

Fonte: Elaboração própria, com base em http://www.oecd.org/sti/nano/nanotechnology-relatedresourcesportalsnetworksandresearchfacilitiesbycountry.htm e buscas na Web

Com relação a questões ligadas à regulação, o Relatório Panorama de Nanotecnologia, da ABDI (2010), apresenta algumas iniciativas internacionais, tais como: a normalização internacional pelo Comitê Técnico ISO/TC 229 – Nanotecnologias; o Grupo sobre Nanomateriais da OECD, instituído em 2006, que atua junto aos países membros em questões ligadas à segurança de nanomateriais; a proposição de um código voluntário denominado de "Responsible Nanocode" pela *Royal Society, Insight Investment e Nanotechnology Industries Association* (NIA), no Reino Unido, em 2008; o programa marco de nanoriscos denominado

de “Nano Risk Framework”, a partir de interação entre o *Environmental Defense Fund* dos EUA e a empresa DuPont, em 2007, que define os procedimentos para a avaliação de riscos. Já no Brasil, segundo o relatório, alguns exemplos de iniciativas são: a Comissão de Estudo Especial em Nanotecnologia ABNT/CEE-89; a Rede Renanosoma apoiada pelo CNPq e FAPESP; e a atuação do grupo de pesquisa “Nanotecnologia, Sociedade e Desenvolvimento”, da Uuniversidade Federal do Paraná (UFPR).

No que tange aos riscos que podem ser oferecidos nos produtos que utilizam componentes “nano”, é válido comentar, segundo o Relatório Nanotecnologias: subsídios para a problemática dos riscos e regulação, ABDI (2011), que há algumas características importantes nos manomateriais, como o aumento da reatividade química dos nanomateriais e em relação ao estado sólido macro; e a diversidade estrutural-funcional.

Segundo o relatório, os estudos tradicionais de toxicologia precisam ser adaptados para os nanomateriais devido a estas especificidades. A Comunidade Europeia tem programa específico para estudar nanomateriais no que tange a caracterização, riscos e sistemas seguros de produção industrial.

Alguns exemplos de programas lançados para estudar aspectos ligados a nanomateriais são: o REACH (Regulation, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals), lançado pela Comunidade Europeia e o US Toxic Substances Control Act (TSCA), da US Environmental Protection Agency (EPA). Também foi lançado na Europa, um código de conduta para pesquisa responsável em nanociências e nanotecnologias. O Canadá criou um esquema mandatório de informações de segurança para empresas envolvidas com a produção de nanomateriais. Existem documentos relacionados a discussões e estudos sobre riscos da nanotecnologia, ligados a algumas instituições, como, por exemplo:

- ISO – *International Organization for Standartisation*
- EPA – *Environmental Protection Agency*
- NIOSH - *National Institute for Occupational Safety and Health*
- CORDIS – *European Community – Nanotechnology Safety Aspects*
- OCDE – *Organisation for Economic Co-operation and Development - Series on Safety of Manufactured Nanomaterials*

Também foram pesquisados estudos prospectivos sobre nanotecnologia e, a seguir, são apresentados alguns exemplos desses estudos, relacionando-os com as técnicas de inteligência competitiva (IC) e *foresight* (FS) utilizadas, conforme a Tabela 11.

Tabela 11- Estudos prospectivos sobre nanotecnologia

Estudo	Autor/Instituição	Técnicas de IC e FS utilizadas	Observações
Nanotechnology in Construction: a Roadmap for Development	*Peter J. M. Bartos* *ACM Centre and Scottish Centre for Nanotechnology in Construction Materials, University of Paisley, Paisley, Scotland, UK*	*Roadmap; avaliação do estado da arte*	Horizonte de até 25 anos; áreas: materiais avançados e novos materiais
Nanotechnology roadmap for the Philippines: An overview	*Dr. Fabian M. Dayrit* *Chair, Nanotechnology Technical Panel, Department of Science & Technology, Philippines, and Department of Chemistry, Ateneo de Manila University, Loyola Heights, Quezon City, The Philippines*	*Roadmap*	Áreas estudadas: TIC e semicondutores, alimentação e agricultura, energia, saúde e meio ambiente; avaliação dos avanços no mundo, análise e priorização da lista de tecnologias sob critérias específicos
Estudos estratégicos - NAE	Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República	Análise de patentes e publicações; panorama mundial; pesquisa delphi	O objetivo da consulta Delphi em N&N (NanoDelphi) foi identificar tópicos tecnológicos, visando à priorização dos investimentos em ciência, tecnologia e inovação (C,T&I) nesta área no Brasil. 2 rodadas, com 2 questões; horizonte até 2020 ou após
Semicondutores Orgânicos - Proposta para uma estratégia brasileira	CGEE	Roadmap	Dividido em roadmap estratégico e tecnológico; horizonte até 2020
Nanotecnologia: pedidos de patentes depositados no Brasil	SABEL LOUREIRO, DITEC/CGEE	Análise de patentes e artigos	
Planning Guide for Public Engagement and Outreach in Nanotechnology	OCDE	Estudos de casos de países	
DRAFT Nanotechnology Roadmap *Technology Area 10*	*National Aeronautics and Space Administration (NASA)* *Michael A. Meador, Chair* *Bradley Files* *Jing Li* *Harish Manohara* *Dan Powell* *Emilie J. Siochi*	*Roadmap*	Horizonte até 2030

Estudo	Autor/Instituição	Técnicas de IC e FS utilizadas	Observações
Panorama da Nanotecnologia no Mundo e no Brasil	ABDI	Análise de patentes, artigos e grupos de pesquisa	
Enabling Technologies Roadmap Study - Draft	*Australian Institute for Commercialisation THE DEPARTMENT OF INNOVATION, INDUSTRY, SCIENCE & RESEARCH*	*Roadmap*	Horizonte além de 2020
Estudo Prospectivo Nanotecnologia	ABDI	Análise de patentes e artigos Roadmap	Horizonte até 2025
Roadmaps at 2015 on Nanotechnology Application in the Sectors of: Materials, Health & Medical Systems, Energy	*European Commission*	*Roadmap*	Horizonte até 2015
ICSTI Statement on Nanotechnology	*Irish Council for Science, Technology and Innovation*	*Roadmap*	Horizonte até 2020
MONA: A European Roadmap for Photonics and Nanotechnologies	*European Commission*	*Roadmap*	
Panorama de Patentes de Nanotecnologia	ABDI e INPI	Análise de patentes	Foram apresentados resumos de pedidos de patentes
Communication from the Commission - Towards a European strategy for nanotechnology	*European Commission*	*Roadmap*	
Integrated Research and Industrial Roadmap for European Nanotechnology	*NANOfutures, European Technology Integrating and Innovation Platform on Nanotechnology*	*Roadmap*	Horizonte até 2025
Colorado Nanotechnology Roadmap 2006	*University of Colorado*	*Roadmap*	
Roadmaps for the Standardization and Metrology of Nanotechnologies	*NANO-STRAND*	*Roadmap*	Horizonte até 2015/2018
Productive Nanosystems - A Technology Roadmap	*Battelle Memorial Institute e Foresight Nanotech Institute*	*Roadmap*	
Roadmaps for Science	*Ministry of Research, Science and Technology NEW ZEALAND*	*Roadmap*	Horizonte até 2015
A Roadmap for Nanotechnology in North Carolina's 21st Century Economy	*STATE OF NORTH CAROLINA NORTH CAROLINA BOARD OF SCIENCE AND TECHNOLOGY*	*Roadmap*	

Estudo	Autor/Instituição	Técnicas de IC e FS utilizadas	Observações
U.S. Intellectual Property Enforcement Coordinator Annual Report on Intellectual Property Enforcement Cover Title here Report to the President and Congress on the Fourth Assessment of the National Nanotechnology Initiative	*Executive Office of the President President's Council of Advisors on Science and Technology*	Análise de patentes	
Nanotecnologias: subsídios para a problemática dos riscos e regulação	ABDI	Análise de artigos	Base Web of Science
Projeto Oportunidades ao Desenvolvimento Sócio-Econômico e Desafios da Ciência, Tecnologia e da Inovação em Minas Gerais	FAPEMIG - CEX-1735/07 SECTES/CEDEPLAR	Workshops de prospecção, *surveys* e painéis	
Towards a Long-Term Roadmap and Vision for Nanoelectronics and Nanotechnology in Europe	*European Commission*	*Roadmap*	Horizonte até 2020
Road Maps for Nanotechnology in Energy	6th *Framework Programme of the EC*	*Roadmap e Delphi*	Horizonte até 2014

Fonte: Elaboração própria a partir de buscas na Web

A partir da Tabela 11, é possível verificar exemplos de diferentes tipos de técnicas de inteligência competitiva e de *foresight* utilizados em estudos prospectivos sobre nanotecnologia, como: *roadmaps*, *workshops*, *surveys*, painéis, *delphi* e pesquisas de patentes e artigos.

3. Gestão da Tecnologia no CENPES/Petrobras

3.1. Histórico do CENPES

A Petrobras foi criada no dia 3 de outubro de 1953 e, no dia 4 de dezembro de 1963, foi aprovada pela diretoria da empresa, a criação do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello - CENPES, um centro de pesquisa, desenvolvimento e engenharia básica, cativo da Petrobras, sendo responsável por coordenar a função ligada à tecnologia na companhia, tendo suas atividades iniciadas em 1966, segundo o Relatório – História do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Miguez de Mello – CENPES. O nome Leopoldo Miguez de Mello foi incorporado ao CENPES em 1975 para homenagear o diretor, falecido neste mesmo ano.

Leitão (1988) comenta que, em 1969, foram aprovados os objetivos gerais da pesquisa tecnológica da Companhia e foi elaborado um Plano Diretor para definir o crescimento do CENPES nas instalações que seriam construídas na Ilha do Fundão.

Conforme Almeida (2006), o CENPES, na década de 70, era responsável pela definição de sua carteira de projetos, com base nas demandas tecnológicas específicas de outras unidades da Empresa e nas necessidades de capacitação e de infraestrutura. Em 1980, foram criados os comitês tecnológicos com o objetivo de participar da governança do Sistema Tecnológico Petrobras, no planejamento e acompanhamento das atividades anuais.

De acordo com Leitão (1988), em 1985, foi proposto um Sistema de Planejamento e foi constituída a Divisão de Planejamento e Administração Tecnológica do CENPES (DIPLAT), para coordenar as atividades de planejamento, acompanhamento e controle do processo tecnológico no CENPES, com atuação em nível de assessoria e não de execução.

Neste mesmo ano, segundo Almeida (2006), o CENPES começou a melhorar seu planejamento de longo prazo, elaborando seu primeiro Plano Estratégico. Em 1987, houve a criação do II Plano Diretor do CENPES. Em 1988, o CENPES redesenhou o sistema de planejamento e reorganizou os comitês tecnológicos.

Em 1992, ocorreu uma nova reorganização dos comitês, que passaram a ter estrutura de atuação matricial e a multidisciplinariedade. O Relatório – História do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Miguez de Mello – CENPES também mostra que, na década de 90, foram implementados diversos programas de pesquisa e, em 2000, criou-se a gerência de Gás e Energia, englobando o tema de energias renováveis.

Na década de 2000, ocorreram alguns marcos relevantes para o CENPES, como, por exemplo:

- Entre 2003-2010, ocorreram ações relevantes que levaram à expansão física do CENPES.
- Em 2006/2007, o CENPES realizou uma grande discussão sobre o futuro do CENPES, denominada "Repensando o CENPES", com o objetivo de preparar o centro de pesquisas para atender às novas demandas da Petrobras.
- Em 2007/2008, o CENPES redesenhou seus processos de Gestão da Tecnologia e, em 2010, inaugurou a ampliação do CENPES.
- Em 2010/2011, o CENPES começou a sistematizar seu modelo de inovação, buscando ressaltar a importância da inovação aberta, principalmente por meio das parcerias junto a universidades, institutos de pesquisa e fornecedores. Porém este modelo, apesar de congregar diversas práticas já existentes ainda tem alguns aspectos a serem desenvolvidos/implementados.
- Em 2011, foi inaugurada a nova instalação do CENPES, em frente ao sítio já existente na Ilha do Fundão.
- Ainda em 2011/2012, a partir do desenvolvimento de seu modelo de inovação, o CENPES decidiu elaborar um novo Plano Diretor, com horizonte 2030.
- Em 2013/2014, começou a ser revisada a sistemática de governança da gestão tecnológica na empresa.

3.2. Áreas de atuação do CENPES

O CENPES é um centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia (P,D&E), que engloba não apenas as atividades de pesquisa e desenvolvimento, mas também as atividades de engenharia básica. As principais áreas de atuação do CENPES são exploração e produção, refino, petroquímica, logística, gás e energia, biocombustíveis, meio ambiente e mudanças climáticas, além das áreas de nanotecnologia e biotecnologia. Ou seja, o CENPES reflete todos os Segmentos de Negócio da Petrobras e mais algumas áreas transversais.

É importante comentar que, no setor de petróleo e energia, a área atuação da Petrobras, nos diversos segmentos da cadeia tem características bastante diferentes no que tange à dinâmica do desenvolvimento tecnológico, onde há áreas mais dinâmicas, áreas mais emergentes e outras mais maduras.

O CENPES coordena as atividades de gestão tecnológica na Petrobras, realizando parcerias com fornecedores, universidades e institutos de pesquisa nacionais e internacionais e outras operadoras. Para isso, a Petrobras conta com cerca de 50 redes temáticas, junto a aproximadamente 80 instituições.

Na Tabela 12, apresentada a seguir, são mostradas as redes temáticas da Petrobras.

Tabela 12 - Redes Temáticas

Abastecimento	Combustão e Gaseificação
	Petroquímica
	Tecnologia em Asfalto
	Fluidodinâmica Computacional em Processos de Refino
	Concretos e Refratários para a Indústria do Petróleo
	Instrumentação, Automação, Controle e Otimização de Processos
	Desenvolvimento de Tecnologias para Combustíveis Limpos
	Centro de Desenvolvimento de Produtos e Processos para o Refino
	Desenvolvimento de Catálise
	Desenvolvimento Veicular
	Centro de Materiais Aplicados ao Refino do Petróleo
	Excelência na Cadeia de Suprimento do Petróleo
	Metrologia
	Tecnologia de Construção Naval
	Centro de Tecnologia em Dutos
Gás Natural, Energia e Desenvolvimento Sustentável	**Nanotecnologia**
	Hidrogênio: Produção, Uso e Armazenagem
	Pesquisa em Bioprodutos
	Centro de Desenvolvimento de Tecnologias do Gás Natural
	Mudanças Climáticas
	Planejamento, Gestão e Regulação em Petróleo, Gás Natural, Energia e Desenvolvimento Sustentável
	Monitoramento Ambiental Marinho
	Conservação e Recuperação de Ecossistemas e Remediação de Áreas Impactadas
Produção	Monitoração, Controle e Automação de Poços
	Computação e Visualização Científica
	Gerenciamento de Águas no Segmento Produção de Petróleo
	Tecnologia de Materiais e Controle de Corrosão
	Revitalização de Campos Maduros
	Óleos Pesados
	Gerenciamento e Simulação de Reservatórios
	Modelagem e Observação Oceanográfica

	Estruturas Submarinas
Exploração	Micropaleontologia Aplicada
	Modelagem de Bacias
	Estudos de Geofísica Aplicada
	Geoquímica
	Estudos em Sedimentologia e Estratigrafia
	Estudos Geotectônicos

Fonte: Elaboração própria com base nas informações do site Petrobras

Conforme comentado na introdução desta tese, a área utilizada como caso piloto da tese é a nanotecnologia, por se tratar de uma das áreas de conhecimento menos tradicionais no âmbito da indústria de petróleo e energia e que é transversal, podendo ter aplicações para os diversos segmentos desta indústria.

3.3. Sistema Tecnológico Petrobras

Para a condução das atividades de P&D, existe, na Petrobras, o conceito do Sistema Tecnológico Petrobras, que, de acordo com Almeida (2005), é o conjunto de órgãos que atuam na pesquisa, desenvolvimento, aperfeiçoamento, adaptação e aplicação de tecnologias nas atividades-fim da Empresa.

O CENPES realiza a coordenação do Sistema Tecnológico Petrobras, cuja governança é feita por meio de comitês tecnológicos: nível corporativo, nível estratégico por segmentos de negócios e nível operacional, conforme pode ser visto na Figura 6, apresentada a seguir.

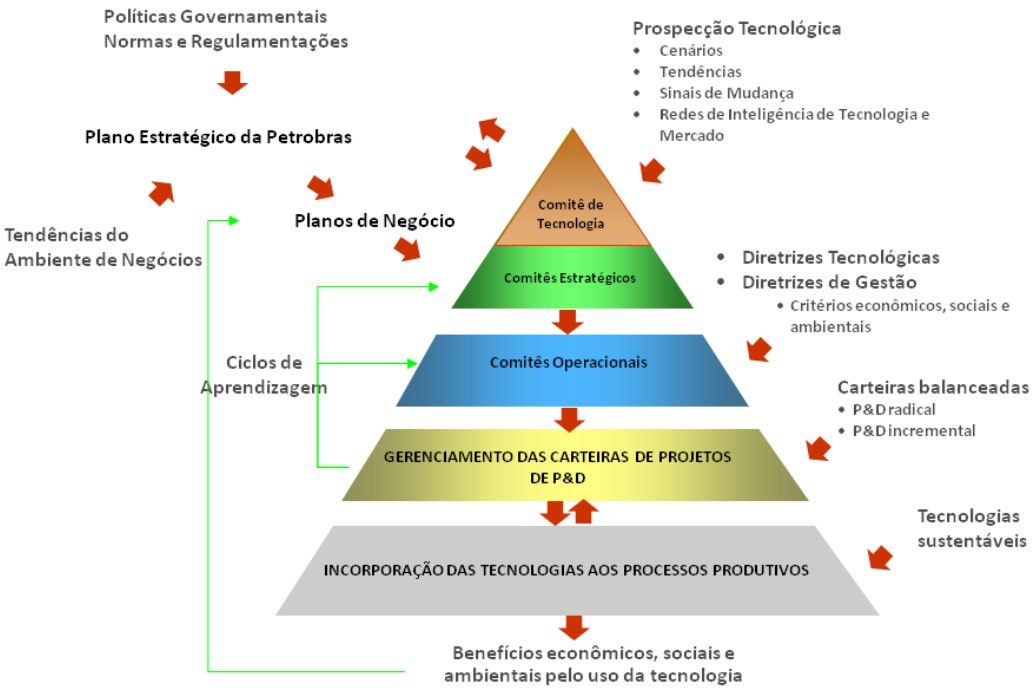

Figura 6 - Sistema Tecnológico Petrobras

Fonte: Almeida (2005)

No nível corporativo, são definidas as diretrizes tecnológicas corporativas, a partir do desdobramento do Plano Estratégico Corporativo. No nível estratégico, as diretrizes tecnológicas corporativas são desdobradas pelos Segmentos de Negócio da companhia. E, no nível operacional, as diretrizes tecnológicas estratégicas dos Segmentos de Negócio orientam o alinhamento dos projetos de P&D às estratégias da empresa.

Como suporte a esse processo de governança, o CENPES possui um macroprocesso de Gestão da Tecnologia, no qual são realizadas algumas atividades de monitoração e prospecção tecnológica, é feito o desdobramento estratégico para definição das estratégias tecnológicas e, posteriormente, são montadas e acompanhadas as carteiras de projetos de P&D.

Por fim, vale comentar sobre uma tendência atual identificada em diversas instituições e, também, na Petrobras: a adoção crescente do conceito de inovação aberta. O CENPES já realizava a inovação aberta por meio de contratos com universidades e instituições de pesquisa e, agora, tem procurado explicitar melhor estas ações como práticas de inovação aberta.

3.4. Nanotecnologia no CENPES

O Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES), centro de P&D da Petrobras, reflete todos os segmentos da empresa (exploração e produção, refino, petroquímica, gás e energia, biocombustíveis) e áreas transversais (logística, meio ambiente, mudanças climáticas, biotecnologia e nanotecnologia). Há áreas mais maduras, como o refino e a exploração e produção e outras mais emergentes, menos tradicionais para as empresas de petróleo, como biocombustíveis, renováveis, nanotecnologia e biotecnologia, apresentando uma diversificação grande em termos da dinâmica do desenvolvimento tecnológico.

No âmbito do processo de gestão tecnológica, o CENPES realiza, dentre outras atividades, a monitoração e a prospecção tecnológica, que usam, de forma pontual e sob demanda, algumas técnicas de inteligência competitiva tecnológica (exemplos: pesquisa de patentes/artigos) e *foresight* (estudos de futuro e cenários tecnológicos) para a identificação de tendências tecnológicas e sinais de mudança.

A proposta desta tese é apresentar um modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para nanotecnologia com o propósito de sistematizar a aplicação de técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight*, de forma a identificar as técnicas mais adequadas para a área, bem como definir a periodicidade de aplicação, os participantes, a forma de apresentação de resultados, dentre outros, proporcionando a realização de estudos contínuos que gerem insumos para a tomada de decisão em nanotecnologia, considerando-se a atuação em um ambiente de inovação aberta.

Pretende-se, como diferencial do MOTT proposto nesta tese, incorporar diferentes variáveis envolvidas na aplicação de técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight*, já que o CENPES atua em um contexto de inovação aberta, contando com universidades por meio das redes temáticas e algumas empresas parceiras, bem como representantes de agências e governos, que também podem ter papel relevante na discussão de sinais e tendências, pois há questões sobre regulação, ética e segurança em discussão.

No CENPES, a nanotecnologia é definida como a manipulação intencional e controlada da matéria em escala inferior a 100nm para conferir propriedades e funções diferenciadas, com o objetivo de viabilizar a aplicação da nanotecnologia para superação dos desafios tecnológicos críticos da companhia, buscando encontrar propriedades que ofereçam

novas aplicações para materiais/dispositivos já existentes, e desenvolver novos materiais/dispositivos.

A nanotecnologia no CENPES tem foco maior em energia, petróleo e gás. Mas há interesse também em aplicações para o meio ambiente e na adaptação de aplicações usadas na medicina. Os principais conhecimentos estão relacionados a revestimentos, baterias e ultracapacitores, materiais estruturais, membranas, nanopartículas, nanofluidos, sensores e catalisadores. Atualmente, a nanotecnologia no CENPES apresenta projetos em áreas como, por exemplo: materiais (cimentos, nanofluidos); revestimentos; sensores; e segurança, meio ambiente, saúde, toxicologia e análise do ciclo de vida.

O CENPES coordena a Rede Temática de Nanotecnologia Aplicada à Indústria de Energia – Nanocatálise e Nanomateriais, por meio da qual desenvolve projetos de P&D junto a universidades/instituições de pesquisa, como, UFRJ, UFMG, UNICAMP, PUC-Rio, USP, dentre outras.

Na área de nanotecnologia, o CENPES possui mais de 30 convênios com universidades e instituições de pesquisa e tem desenvolvido parcerias também com empresas com foco em projetos de pesquisa, envolvendo, inclusive, universidades e institutos de pesquisa externos (como o Instituto Ibérico de Nanotecnologia - INL), fornecedores e prestadores de serviços.

Há alguns pontos de atenção, como o fato de ainda não haver marco regulatório para produtos de nanotecnologia, nem algum tipo de certificação dos produtos de nanotecnologia. Ou seja, a legislação pode criar algum tipo de barreira para o desenvolvimento da nanotecnologia, já que hoje ainda não há regulamentação no Brasil.

Outros aspectos relevantes são a natureza multidisciplinar da área de nanotecnologia, que torna necessária a sinergia entre conhecimentos de diversas áreas, bem como a cooperação e a interação entre diferentes atores envolvidos com este tema.

4. Metodologia

Para a construção da tese, foram elaboradas algumas questões e foi proposta uma metodologia composta de levantamento bibliográfico, pesquisa de campo (entrevistas) e elaboração de um estudo de caso para aplicação do modelo proposto na tese.

4.1. Questões

O observatório poderá ajudar a área escolhida como piloto para esta tese (nanotecnologia) em seus processos de tomada de decisão no âmbito da gestão tecnológica, em relação ao desenvolvimento tecnológico, tanto para projetos realizados internamente quanto externamente, através de práticas de inovação aberta.

Para isso, foram delineadas as seguintes questões a serem respondidas na tese.

- O que é preciso para se estruturar um observatório de tendências ligadas à área de nanotecnologia em um centro de P&D empresarial como o CENPES?
    1. Quais são as principais dimensões e variáveis que devem ser consideradas para se monitorar o ambiente tecnológico relacionado com essas áreas?
    2. Que fontes (primárias – exemplo: entrevistas junto a especialistas e secundárias – publicações, exemplo: notícias) podem ser utilizadas?
    3. Que metodologias de inteligência competitiva e *foresight* podem ser utilizadas?
    4. Como pode ser feito o acompanhamento dessas dimensões de forma sistemática? Que produtos devem ser elaborados? Com que periodicidade?

4.2. Atividades e técnicas a serem aplicadas para pesquisa de informações para a tese

As principais técnicas utilizadas para a obtenção de informações para a elaboração da tese são relacionadas ao levantamento bibliográfico e à pesquisa de campo, por meio de entrevistas, e pesquisas em bases bibliográficas específicas, com o propósito de propor a estruturação de um modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para um centro de P&D empresarial, com foco na área de nanotecnologia do CENPES.

Na Tabela 13, apresentada a seguir, são mostradas as possíveis metodologias a serem utilizadas, conforme as atividades necessárias.

Tabela 13 - Atividades e técnicas a serem aplicadas

Atividades	Técnicas utilizadas
Identificação de como pode ser estruturado um observatório de tendências tecnológicas em um centro de P&D empresarial, buscando identificar melhores práticas e possíveis exemplos para o CENPES.	• Revisão bibliográfica. • Entrevistas com empresas inovadoras de outras indústrias – (pesquisa de campo) para verificar melhores práticas ligadas a atividades de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* no contexto da gestão tecnológica.
Elaboração de panorama geral da área, contendo a descrição, as principais tendências e atores envolvidos.	• Análise da revisão bibliográfica, a partir de pesquisas em bases específicas, a ser complementada, a partir de entrevistas com os responsáveis pela área de nanotecnologia do CENPES.
Proposição de um modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para a área de nanotecnologia do CENPES	• Análise dos resultados da revisão bibliográfica e das entrevistas.

Fonte: Elaboração própria

Na revisão bibliográfica, foram realizados estudos sobre os principais conceitos abordados na tese, tais como inovação, inovação aberta, *foresight*, inteligência competitiva, pesquisa e desenvolvimento, gestão tecnológica e nanotecnologia. Para isso, foram consultados livros, artigos, notícias e relatórios.

Em seguida, foi realizada uma pesquisa de campo com base em entrevistas. É importante comentar que o objetivo da pesquisa de campo não foi entrevistar uma amostragem grande de instituições, mas sim, entrevistar poucas organizações que podem prover contribuições relevantes no que tange ao tema em estudo, realizando mais uma avaliação qualitativa do que quantitativa. Para a realização das entrevistas, foram utilizados roteiros específicos para facilitar a condução.

Foi feita a opção de entrevistar empresas de maior porte de outros setores diferentes do setor de petróleo, pelos seguintes motivos: o primeiro é o fato de que se escolheu utilizar uma pequena amostra de empresas brasileiras reconhecidas como inovadoras e, dessa forma, existe apenas uma grande empresa brasileira na área de petróleo, que já é o foco da tese; e o segundo motivo é que outras empresas de petróleo provavelmente não abririam as informações necessárias com tanta facilidade, considerando-se que o foco desta tese é a Petrobras.

Com relação às entrevistas, foram selecionadas três empresas de porte médio a grande, reconhecidas como instituições inovadoras, participantes de instituições como a ANPEI (Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras) e/ou a ABIPTI (Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica): Braskem,

Eletrobras e Vale, com o objetivo de verificar como estas instituições têm realizado práticas de inovação (inclusive a inovação aberta) e como as atividades de *foresight* e inteligência competitiva tecnológica (incluindo: metodologias, propósito, horizonte de tempo, duração, quantidade e características de participantes envolvidos, critérios, dentre outros), são utilizadas para subsidiar a tomada de decisão no âmbito do processo de gestão tecnológica, bem como para gerar insumos para a monitoração de cenários prospectivos.

Também foi realizada uma entrevista com o CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos), com uma especialista em inteligência competitiva e *foresight*, a fim de enriquecer a pesquisa e foram realizadas entrevistas e reuniões com a responsável técnica e de gestão da área de nanotecnologia do CENPES, com o propósito de identificar como é a dinâmica do desenvolvimento tecnológico na área escolhida como piloto para a tese, contemplando: os tipos de informações sobre o ambiente tecnológico necessárias para a tomada de decisão na área, as principais tendências e os atores mais relevantes.

Os esboços de roteiro para as entrevistas são apresentados nos Anexos 3 e 4 e buscam identificar as principais técnicas de inteligência competitiva e *foresight* utilizadas pelas instituições.

A partir da análise dos resultados obtidos na revisão bibliográfica e nas entrevistas, foi proposto o modelo de observatório de tendências. Em seguida, foi iniciada a aplicação deste modelo para a área de nanotecnologia do CENPES, a partir da realização de cada um dos passos propostos no modelo, sendo tomadas as seguintes ações: definição dos tipos de informações necessárias, tipos de bases a serem consultadas e técnicas a serem utilizadas.

Por fim, é importante comentar que foram elaborados e publicados dois artigos sobre o modelo de observatório de tendências, apresentados na bibliografia desta tese.

5. Pesquisa de Campo – entrevistas realizadas junto a empresas brasileiras inovadoras

Neste capítulo são apresentados os principais resultados das entrevistas realizadas com o propósito de identificar melhores práticas relacionadas a *foresight* e inteligência competitiva tecnológica em empresas brasileiras inovadoras, conforme comentado no capítulo anterior.

Na apresentação dos casos entrevistados, as empresas foram denominadas de A, B e C. As entrevistas envolveram discussões sobre a gestão tecnológica das organizações e sobre as atividades e técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* e foram realizadas de forma presencial, por meio de um roteiro estruturado, envolvendo visitas a cada uma das instituições contempladas no processo de entrevistas.

Na Tabela 14, a seguir, são apresentados os principais resultados das entrevistas nas três empresas, no que tange à forma de estruturação das áreas de gestão tecnológica.

Tabela 14 - Experiências de empresas brasileiras - estruturação das áreas de gestão tecnológica

Empresas	Experiências
A	A área ligada à inovação e P&D é relativamente recente. São definidos temas estratégicos e são realizados estudos de alinhamento do portfólio de P&D com a estratégia. A instituição busca focar especialmente em perspectivas de rupturas de mercado. Praticamente todos os projetos de P&D são realizados por meio da inovação aberta em parcerias junto a universidades e institutos de pesquisa.
B	Há análise de oferta e demanda de projetos de P&D e há estudos para definição de parcerias com universidades e centros de pesquisas. São mapeados os desafios da organização e é feito um estudo de alinhamento dos projetos em desenvolvimento aos desafios mapeados a fim de identificar a necessidade de novos projetos. O desenvolvimento tecnológico é descentralizado e há um comitê de inovação, formado por altos gestores ligados à tecnologia que toma as decisões ligadas ao desenvolvimento tecnológico.
C	Tem um modelo de gestão tecnológica de forma descentralizada e uma área corporativa que centraliza as principais informações. Realiza práticas de inovação aberta, principalmente, junto a universidades e *start-ups*.

Fonte: Elaboração própria a partir de entrevistas

Ainda com base na Tabela 14, pode-se observar que a forma de organização da gestão tecnológica, em alguns casos é centralizada e, em outros é descentralizada, acontecendo em diferentes áreas ou centros/institutos de P&D/tecnologia da empresa, embora, em geral, tenha uma área ou grupo que busca centralizar as informações. Além disso, em um dos casos há comitês que são responsáveis pela tomada de decisão no âmbito da área de tecnologia.

Na Tabela 15, verificam-se as experiências das três empresas no âmbito das atividades de inteligência competitiva tecnológica e *foresight*.

Tabela 15 - Experiências de empresas brasileiras – inteligência competitiva tecnológica e *foresight*

Empresas	Experiências
A	A instituição tem um grupo que desenvolve atividades de pesquisa e monitoração de informações, realizadas por meio de pesquisas de artigos e patentes, que podem ajudar a identificar, principalmente, tendências tecnológicas e potenciais parceiros (desenvolve projetos de P&D por meio da inovação aberta, junto a universidades). A instituição está mapeando especialistas internos para montar redes que auxiliem no monitoramento realizado.
B	A instituição tem uma área que realiza atividades de inteligência competitiva tecnológica e *foresight*. Dentre as técnicas mais utilizadas, podem ser citadas: cenários (com horizonte de longo prazo), pesquisa *delphi* (para compor os resultados dos cenários), análise do estado da arte, pesquisa de patentes e científica, acompanhamento de notícias, acompanhamento de competidores e *workshops*. Os produtos provenientes da aplicação destas metodologias são compostos, geralmente, de relatórios e apresentações gerenciais. Atualmente, a monitoração é feita, principalmente, sob demanda e a área está em processo de estruturação e fortalecimento de suas atividades.
C	A instituição tem uma área que realiza atividades de inteligência competitiva tecnológica e *foresight*. São utilizadas, por exemplo, as seguintes técnicas: *roadmaps*, monitoramento de concorrentes, análise de artigos e patentes e consulta a especialistas externos. Os produtos provenientes da aplicação destas metodologias são compostos, geralmente, de relatórios, *roadmaps* e apresentações gerenciais.

Fonte: Elaboração própria a partir de entrevistas

Como se pode verificar, embora estejam em estágios diferentes no que tange às atividades de gestão tecnológica e inteligência competitiva tecnológica, como pontos em comum, as empresas entrevistadas apresentam o uso de técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* bastante semelhantes (muitas das técnicas foram citadas por mais de

uma empresa, como os cenários, a pesquisa *delphi*, os *roadmaps* e a pesquisa de patentes e artigos).

E, é valido ressaltar que, em todos os casos das entrevistas realizadas, o uso dessas técnicas visa a subsidiar processos de tomada de decisão dentro da organização.

Conforme já foi comentado, com o propósito de complementar as entrevistas com as empresas, foi entrevistada também uma consultora do CGEE, especialista na área de inteligência competitiva tecnológica e *foresight*, que comentou alguns aspectos relevantes:

- *Foresight* e inteligência competitiva tecnológica são atividades de suporte para inovação, indicam caminhos e possibilitam monitorar aspectos críticos no processo de inovação e gestão tecnológica.
- A inteligência competitiva tecnológica é importante para a inovação aberta, pois pode dar suporte nos processos de identificação de parceiros.
- O *foresight* foca mais no longo prazo; os estudos de *foresight* podem ter seus resultados monitorados por meio de um sistema de inteligência competitiva tecnológica.
- A inteligência competitiva tecnológica acontece em paralelo com o *foresight*, porém com foco no curto prazo; o sistema de inteligência requer monitoração permanente, não é ação pontual.
- A inteligência competitiva tecnológica pode entrar no início de uma aplicação de *foresight* para fazer análise do estado atual e estado da arte e ao final do estudo de *foresight*, os aspectos críticos devem ser acompanhados de maneira regular por meio da inteligência competitiva tecnológica.
- A cada 2/3 anos pode ser interessante fazer *workshops* com grupos de visionários que pensem "fora da caixa" a fim de realizar discussões e tentar antecipar mudanças.
- A entrevistada citou diversas metodologias que podem ser usadas: SWOT; STEEPV (análise de aspectos sociais, tecnológicos, econômicos, ambientais, políticos e de valores); impactos cruzados; análise de patentes; bibliometria; cientometria; análise multicritério (para priorizar); *benchmarking; brainstorming; mindmapping;* cenários; consultas; *surveys; delphi; design thinking* (relação com cenários); diagnóstico; entrevistas; *environmental*

scanning; oficinas; painéis de especialistas; revisão de literatura; *roadmap;* dentre outras.

6. Proposta de modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para centros de P&D empresariais

A partir da análise da revisão bibliográfica e das entrevistas realizadas, foi feita a proposta de construção de um modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) em um centro de P&D empresarial. Tal proposta compôs a publicação de dois artigos baseados na tese (indicados na bibliografia).

Nesta proposta, sugere-se que a primeira questão a ser analisada seja a dimensão ligada ao horizonte de tempo, isto é, o observatório deve contemplar duas dimensões temporais (respondendo à questão 1 apresentada na metodologia: Quais são as principais dimensões e variáveis que devem ser consideradas para se monitorar o ambiente tecnológico relacionado com essas áreas?):

- Dimensão presente (curto prazo – considerado, neste artigo, como sendo até 4 anos) – mais relacionada à aplicação de metodologias de inteligência competitiva.
- Dimensão futuro (médio prazo – entre 5 e 10 anos; longo prazo – mais de 10 anos) – mais ligada à aplicação de metodologias de *foresight*.

Para cada uma dessas dimensões, os itens a serem considerados são:

- Variáveis a serem monitoradas – como, por exemplo: temas tecnológicos (estado da arte, tendências futuras, riscos do desenvolvimento tecnológico); regulações; dinâmica do desenvolvimento tecnológico (investimentos em P&D, motivações e gargalos para o desenvolvimento de tecnologias, nível de cooperação tecnológica); questões mercadológicas; e principais atores (concorrentes, parceiros, agências reguladoras, ministérios, universidades) - respondendo à questão 1 apresentada na Metodologia: Quais são as principais dimensões e variáveis que devem ser consideradas para se monitorar o ambiente tecnológico relacionado com essas áreas?
- Fontes de informação primárias (exemplos: especialistas internos e externos, consultorias) e secundárias (exemplos: bases de artigos, patentes e notícias, relatórios) – respondendo à questão 2 apresentada na Metodologia - Que fontes (primárias – exemplo: entrevistas junto a especialistas e secundárias – publicações, exemplo: notícias) podem ser utilizadas?

- Metodologias de inteligência competitiva (exemplos: análise SWOT, benchmarking, análise de patentes, perfil de competidores, dentre outras) para a dimensão presente e *foresight* (exemplos: cenários, pesquisa *delphi*, painel de especialistas, *roadmaps*, dentre outras) para a dimensão futuro – respondendo à questão 3 apresentada na Metodologia - Que metodologias de inteligência competitiva e *foresight* podem ser utilizadas?
- Abrangência dos estudos a serem realizados – Região, País, Mundo – respondendo à questão 4 apresentada na Metodologia - Como pode ser feito o acompanhamento dessas dimensões de forma sistemática? Que produtos devem ser elaborados? Com que periodicidade?
- Periodicidade dos estudos a serem realizados – respondendo à questão 4 apresentada na Metodologia - Como pode ser feito o acompanhamento dessas dimensões de forma sistemática? Que produtos devem ser elaborados? Com que periodicidade?
- Indicadores que podem ser utilizados para mostrar sinais e tendências relevantes – tais indicadores devem ser definidos de acordo com cada área, como, por exemplo: número de patentes depositadas ou concedidas e % de investimentos em P&D. Segundo Starec *et al* (2012), em estudos de cenários, os indicadores podem ajudar a acompanhar a evolução dos estados futuras das incertezas que os direcionam – respondendo à questão 4 apresentada na Metodologia - Como pode ser feito o acompanhamento dessas dimensões de forma sistemática? Que produtos devem ser elaborados? Com que periodicidade?
- Produtos do observatório – tipo de conteúdo e formato. Para essas definições, é importante considerar qual é o cliente/público-alvo do observatório – respondendo à questão 4 apresentada na Metodologia - Como pode ser feito o acompanhamento dessas dimensões de forma sistemática? Que produtos devem ser elaborados? Com que periodicidade?
- Cliente/público-alvo – área ou departamento que demanda o acompanhamento e os estudos prospectivos do observatório ou que receberá as informações e análises geradas pelo observatório.

- Recursos necessários x disponíveis – ligados a softwares, acesso a bases de dados, recursos humanos (pessoal técnico, especialistas internos e externos a serem envolvidos), dentre outros.

Pretende-se propor este modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT), tomando como base, inicialmente, nos itens destacados na Figura 7, apresentada a seguir.

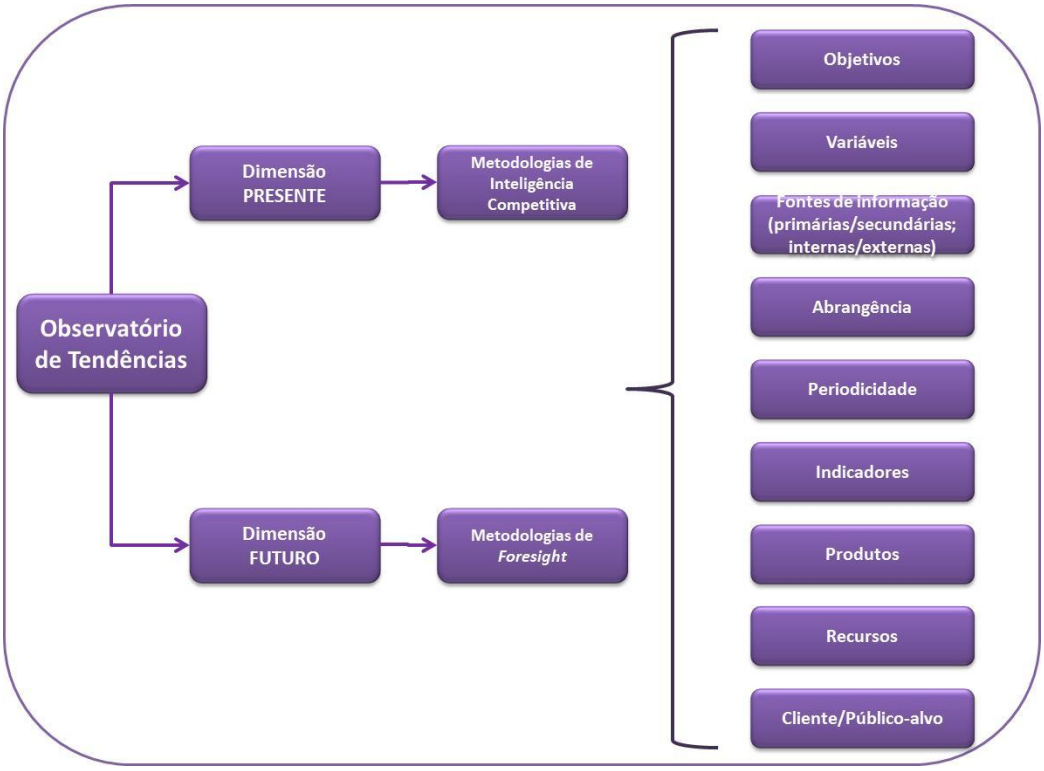

Figura 7 - Proposta de modelo de observatório de tendências (MOTT)

Fonte: Elaboração própria

É importante comentar que, para implantar o MOTT, é preciso haver um processo por trás disso, responsável por sustentar tais atividades. Para isso, de acordo com cada área para a qual o observatório venha a ser aplicado, é necessário organizar uma rotina de análises, reuniões, workshops e discussões que também vão depender das técnicas, dos atores, dos recursos, etc. selecionados para compor o observatório.

Além disso, o MOTT proposto não representa necessariamente uma área no centro de P&D, mas sim, um sistema composto por um conjunto de técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight*, variáveis e atores que, sistematizados e customizados, de acordo com as especificidades de cada área, possibilitem a geração de informações relevantes, em um contexto de inovação aberta.

7. Proposta de modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para a área de nanotecnologia do CENPES

Utilizando-se a figura que mostra atores e assuntos ligados à nanotecnologia disponibilizada no Estudo Prospectivo Nanotecnologia - Série Cadernos da Indústria ABDI - Volume XX – 2010, com base em CGEE (2008), para ter uma visão sistêmica, foi feita uma adaptação com foco no CENPES, apresentada a seguir, na Figura 8 em que são mostradas, de dentro para fora: principais aplicações; fatores condicionantes relevantes; segmentos da indústria de petróleo e gás em que podem ser aplicadas soluções nanotecnológicas; principais atores envolvidos. Com isso, é possível identificar as principais variáveis que podem ser consideradas na proposta do observatório para a área de nanotecnologia.

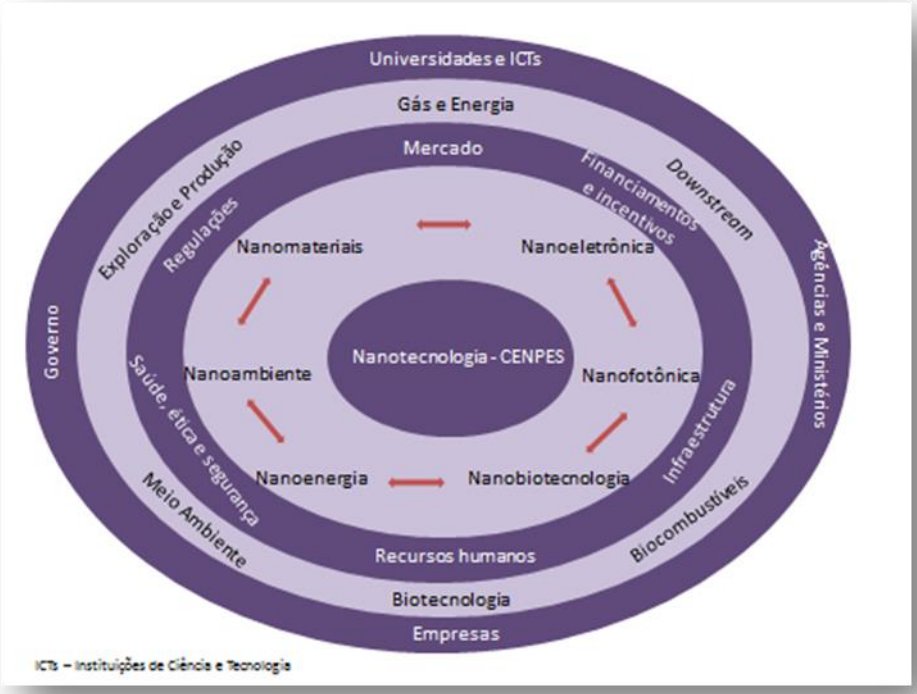

Figura 8 - Atores e assuntos ligados à nanotecnologia – foco CENPES

Fonte: Adaptada do Estudo Prospectivo Nanotecnologia - Série Cadernos da Indústria ABDI - Volume XX – 2010, com base em CGEE (2008)

Algumas questões relevantes para a proposição de um MOTT na área de nanotecnologia do CENPES devem ser levadas em consideração:

- É preciso identificar as principais características da área de nanotecnologia do CENPES, bem como suas necessidades em termos de estudos prospectivos e

de inteligência para selecionar os métodos, pois, de acordo com as especificidades da área, determinadas técnicas podem ser mais adequadas.

- Como a área é multidisciplinar e envolve diferentes atores, pode ser interessante considerar, no modelo proposto, técnicas que envolvam a participação de atores internos/externos, considerando-se inclusive um ambiente de atuação por meio da inovação aberta:
  - Especialistas internos das diferentes áreas da instituição envolvidas com nanotecnologia.
  - Atores/especialistas externos - agências e governos (exemplo: regulações, incentivos, financiamentos); universidades (redes temáticas) e empresas parceiras.

Para a estruturação do modelo de observatório de tendências para a área de nanotecnologia do CENPES foi utilizado como base o modelo apresentado no item anterior, ou seja, o MOTT apresentado na Figura 7 será detalhado no presente capítulo, com foco específico para a área de nanotecnologia. Vale ressaltar que o modelo de observatório de tendências proposto não representa uma área formal, mas sim um conjunto de atividades sistemáticas envolvendo a aplicação de técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight*.

O primeiro passo é a definição do objetivo do observatório, que para este modelo aplicado à nanotecnologia está proposto como: "Realizar estudos que possibilitem entender o estado da arte da nanotecnologia no Brasil e no Mundo e identificar sinais de mudanças e tendências tecnológicas, buscando construir, de forma contínua, uma visão de futuro para a nanotecnologia do CENPES". Para isso, é importante conhecer o público-alvo/cliente das atividades do observatório, que no caso deste piloto, são os especialistas do CENPES na área de nanotecnologia.

Os insumos que podem ser utilizados para a construção do MOTT específico para a área de nanotecnologia do CENPES são: orientações estratégicas da área de nanotecnologia no CENPES e entrevistas com atores envolvidos na área.

De acordo com a Figura 7, no passo seguinte, é necessário identificar as variáveis a serem acompanhadas, que podem envolver: tecnologias; atores (universidades, empresas, agências e governos); condicionantes (regulações, incentivos, financiamentos, dentre outros).

Depois, é preciso definir as fontes de informação e as técnicas de inteligência e *foresight* a serem utilizadas, considerando-se as dimensões presente e futuro (Figura 7). Na Figura 9, são apresentados os tipos de informação específicos para a área de nanotecnologia, bem como as técnicas de inteligência e *foresight* adequadas. Vale comentar que as bases de dados de artigos, patentes e relatórios, em geral, costumam ter abrangência mundial, enquanto que o Portal de Inovação e o Diretório do CNPq têm foco no Brasil.

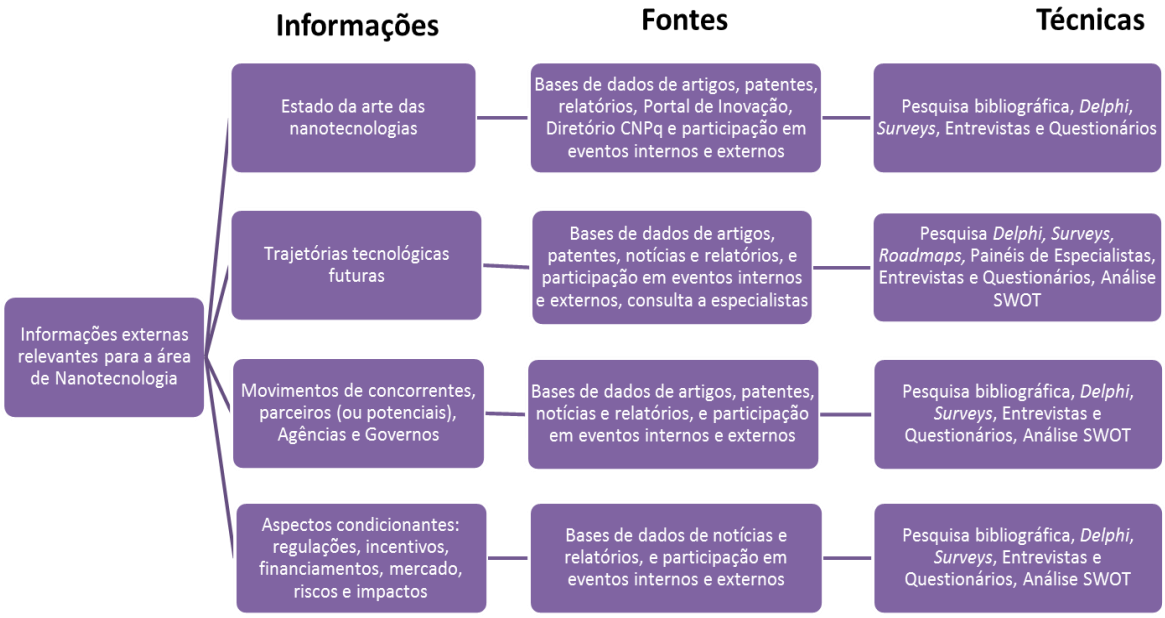

Figura 9 - Exemplos de tipos de informação necessários para a gestão tecnológica da área de nanotecnologia no CENPES e suas possíveis fontes

Fonte: Elaboração própria

Para o mapeamento dos concorrentes, parceiros, agências e governos, que também compõem os tipos de informação necessários para a construção de um observatório de tendências, sugere-se o uso de uma rede de atores, conforme a Figura 10, que pode ajudar a vislumbrar os principais atores envolvidos com a área em análise.

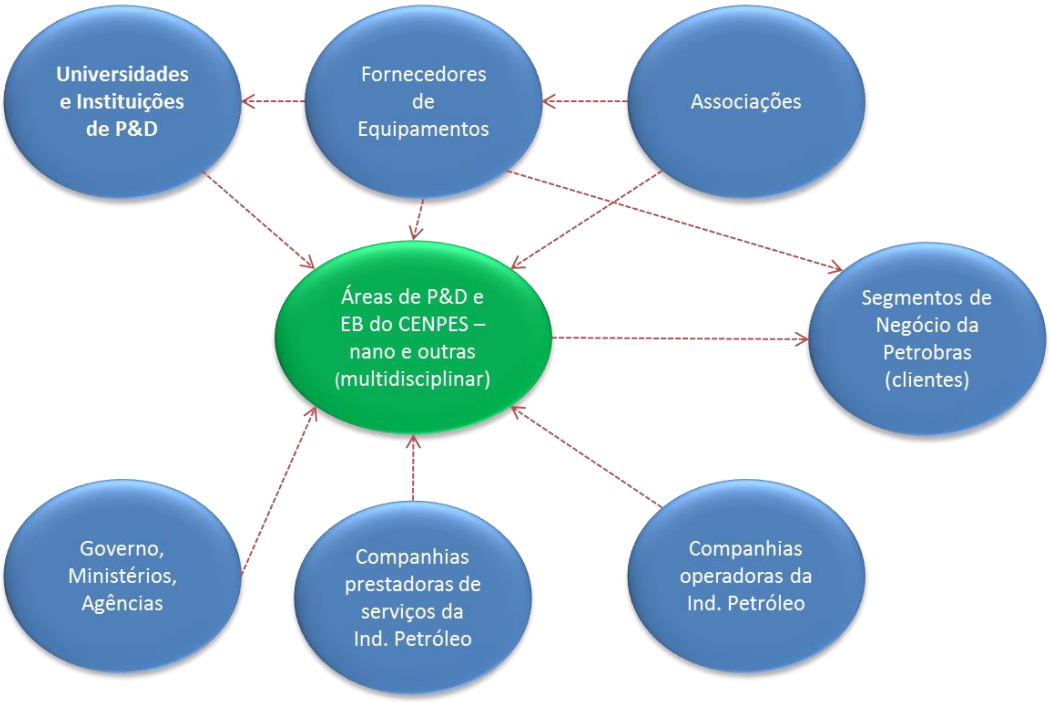

Figura 10 - Rede de Atores - Nanotecnologia no CENPES

Fonte: Elaboração própria, com suporte da coordenadora da área de nanotecnologia do CENPES

É importante ressaltar, na Figura 10, que as áreas de P&D e EB, indicadas em verde, indicam, respectivamente, as áreas de Pesquisa e Desenvolvimento e de Engenharia Básica do CENPES.

Para completar a rede de atores, no que tange às áreas de P&D e EB e aos Segmentos de Negócio, as informações podem ser provenientes da própria área de nanotecnologia do CENPES, com base em seus projetos. Já quanto aos governos, ministérios, agências e associações, podem ser citados países como Brasil, EUA, União Europeia, China, dentre outros, sendo importante ressaltar que os ministérios, agências e associações variam de acordo com os países.

Quanto às universidades e institutos de pesquisa, além de observar a rede temática de nanotecnologia do CENPES, podem ser identificadas outras instituições por meio da pesquisa de patentes e, principalmente, de publicações científicas, além do conhecimento de especialistas internos ou externos. No caso do Brasil, estas informações podem ser

complementadas através de pesquisas no Portal da Inovação, do MCTI e do diretório do CNPq, que indicam especialistas e grupos de pesquisa.

Quanto às empresas fornecedoras de equipamentos e prestadoras de serviços da indústria de petróleo, estas podem ser identificadas através da pesquisa de patentes e do conhecimento de especialistas internos ou externos. As companhias operadoras de petróleo também podem ser identificadas através da pesquisa de patentes, do conhecimento e das redes de contato de especialistas internos e/ou externos e em instituições como o Instituto Brasileiro de Petróleo (IBP).

Detalhando-se as caixinhas das técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* da Figura 6, é válido comentar que existem diversos métodos que podem ser utilizados, a serem escolhidos de acordo com alguns aspectos: as necessidades da área sobre a qual serão realizados estudos prospectivos (em termos de objetivos e resultados esperados), prazo, horizonte de tempo, dentre outros. Para a aplicação das técnicas, é importante conhecer os recursos necessários e disponíveis, a fim de conseguir efetivamente realizar as atividades do observatório, ou seja, verificar as bases necessárias para as pesquisas, a infraestrutura, etc.

A ordem da aplicação das técnicas de inteligência competitiva tecnológica e de *foresight* propostas no MOTT para nanotecnologia é apresentada na Figura 11 na forma de um ciclo contínuo.

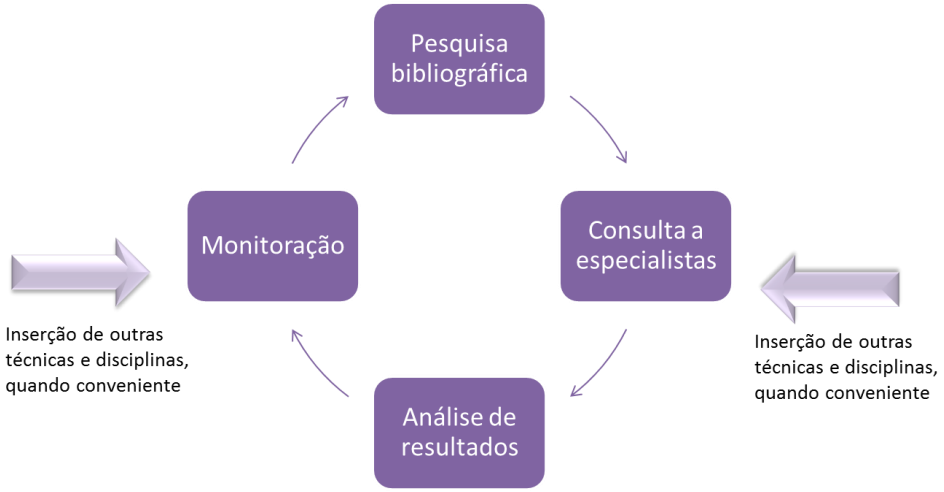

Figura 11 - Proposta de aplicação das técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* no modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para a área de nanotecnologia do CENPES

Fonte: Elaboração própria

Primeiramente, propõe-se uma pesquisa bibliográfica (artigos/patentes/notícias) para a elaboração de um panorama da nanotecnologia na indústria de petróleo e energia no Brasil/Mundo, para identificar: atores relevantes; principais tendências tecnológicas; regulações e seus impactos para a nanotecnologia. Tal pesquisa pode ajudar a identificar diferentes atores que representem potenciais parceiros, competidores, etc. Além disso, no âmbito do Brasil, podem ser consultadas bases como o Portal de Inovação e o diretório do CNPq para identificar especialistas e grupos de pesquisa.

Com base na Figura 7, é necessário definir a abrangência dos estudos de inteligência e prospectivos a serem realizados - que, neste caso, propõe-se que seja Brasil e Mundo, dependendo das necessidades de cada estudo.

Em seguida, sugere-se a realização de uma consulta a especialistas, incluindo diferentes atores (universidades e institutos de pesquisas, empresas, agências e governos, de acordo com a necessidade) para identificar as tendências tecnológicas, bem como verificar outras questões relevantes para a área de nanotecnologia no CENPES. Com isso, a sugestão é que a consulta a especialistas seja adotada para complementar e enriquecer o processo. Considerando-se a atuação por meio de um contexto de inovação aberta, considerar diferentes atores neste processo pode ser uma forma de aproveitar o ambiente de inovação aberta para obter resultados mais robustos, contemplando visões diferentes que podem ajudar a instituição nos processos de tomada de decisão.

Os participantes não devem ser apenas especialistas em nanotecnologia, mas também nas áreas em que a nanotecnologia pode ser aplicada, já que esta é uma área multidisciplinar. Podem ser usadas diferentes técnicas, de acordo com as condições/necessidades de cada estudo, tais como: *delphi*, *survey*, entrevistas e questionários, ou painel de especialistas.

A pesquisa *delphi*, por exemplo, permite obter a opinião de especialistas, com a inclusão de diversos atores e, ao mesmo tempo, garante o anonimato, enquanto que no caso de um painel de especialistas, alguns participantes podem ficar inibidos de compartilhar informações relevantes, embora no caso de um painel seja mais fácil gerar discussões/interações entre os participantes. Também podem ser realizados outros tipos de consulta como um *survey* ou uma consulta mais simples que envolva apenas uma rodada de questionários ou entrevistas, de acordo com a necessidade. Quando possível, o painel de

especialistas pode ser utilizado a fim de proporcionar discussões e enriquecer os resultados das pesquisas.

Após a realização da pesquisa bibliográfica e da consulta a especialistas, deve ser feita a análise dos resultados, que precisa contar com o suporte dos especialistas internos da área para a qual é realizado o estudo. Os resultados podem ser apresentados por meio de relatórios, apresentações gerenciais e formas ilustradas, como *roadmaps*, linhas do tempo, modelos conceituais, mapas mundi, dentre outros.

Na Figura 12 a seguir, apresenta-se o exemplo de apresentação dos resultados do observatório ligado à síntese das trajetórias tecnológicas, baseada em opinião de especialistas externos.

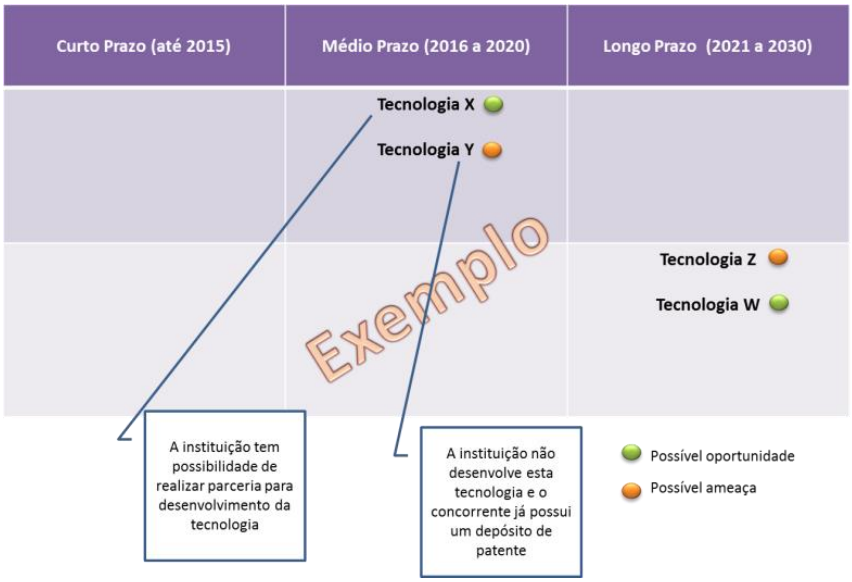

Figura 12 - Síntese das Trajetórias Tecnológicas – disseminação no Mundo (exemplo fictício)

Fonte: Elaboração própria

Na Figura 13 observa-se o exemplo de um quadro síntese dos condicionantes, atores, oportunidades e ameaças.

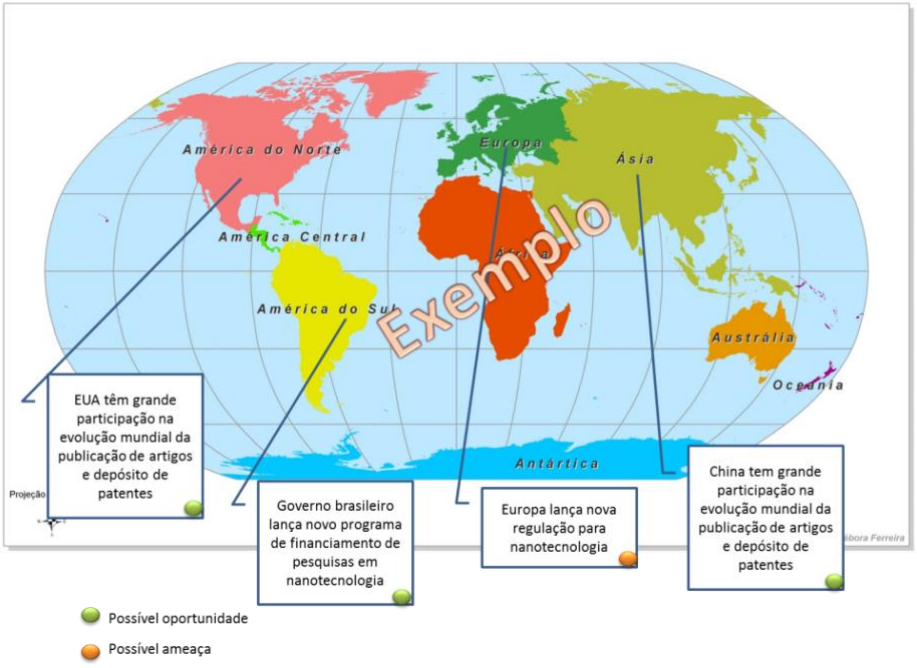

Figura 13 - Quadro síntese – Condicionantes, movimentos de atores e oportunidades/ameaças (exemplo fictício)

Fonte: Elaboração própria

Depois, para a monitoração contínua das informações, sugere-se uma priorização (a ser realizada junto às áreas para os quais o trabalho está sendo feito) das principais variáveis (tópicos ou questões) estudadas e a escolha das técnicas a serem utilizadas (como, por exemplo, análise de patentes e artigos, consulta a especialistas, dentre outras), e realização periódica (e sempre que necessário) de reuniões e/ou contatos com os especialistas internos envolvidos no tema para discussão de sinais e tendências, podendo envolver consulta a especialistas externos quando possível/necessário.

É importante comentar que a monitoração de variáveis, temas e atores é uma atividade que envolve acompanhamento contínuo e deve considerar a interação com os especialistas da área para a realização de análises de forma adequada às necessidades da área, sendo feita a emissão de alertas quando pertinente.

Com relação à periodicidade dos estudos, é importante lembrar que esta depende da finalidade à que se destina o observatório de tendências, do público-alvo e dos processos que deverão receber os resultados do observatório.

Dessa forma, sugere-se que, periodicamente (podendo ser a cada seis meses ou um ano, de acordo com a dinâmica da área), seja feita uma revisão/complementação da pesquisa

bibliográfica. Já a consulta a especialistas deve acontecer sempre que for necessário enriquecer os estudos ou esclarecer dúvidas e pode ser feita por meio de *brainstorming*, questionários, *delphi*, *survey*, painel de especialistas, dentre outros ou, de forma expressa, por telefone ou entrevista, por exemplo, de acordo com a demanda e a disponibilidade. É importante comentar que a consulta a especialistas pode ajudar a identificar sinais e mudanças e, com isso, enriquecer os resultados dos estudos.

Para a identificação dos especialistas, além da consulta a bases como Portal de Inovação e CNPq (no nível do Brasil), pode ser construída uma rede de atores, conforme já comentado, que possibilita o mapeamento dos principais elos da cadeia da área sobre a qual será feito o estudo. Para a realização deste mapeamento, é necessário contar, também, com o conhecimento dos especialistas internos da área em estudo.

Uma consulta mais estruturada pode ocorrer com uma periodicidade maior, (como, por exemplo, a cada um ou dois anos, de acordo com a dinâmica da área e com a necessidade do estudo), podendo ser organizados painéis de especialistas (internos e externos - no caso dos externos, devem ser considerados, principalmente, os parceiros atuais ou potenciais da instituição, lembrando-se que os especialistas externos devem ser envolvidos, especialmente, em situações consideradas não estratégicas para a instituição) que sejam considerados "visionários", para a discussão de tendências tecnológicas futuras a fim de enriquecer os resultados do observatório e identificar tecnologias disruptivas. Esse tipo de consulta pode ser útil, por exemplo, para subsidiar processos de construção de visão de futuro.

Os recursos que devem ser considerados são: estruturas virtuais para consulta a especialistas externos, bases de informações e os especialistas internos que precisam ser envolvidos no processo. No que tange aos indicadores, quando necessário, podem ser utilizados alguns resultados da pesquisa bibliográfica, como número de patentes e artigos para a identificação de possíveis tendências.

Por fim, ressalta-se que as informações geradas podem ser utilizadas não apenas como insumos para a gestão tecnológica do centro de P&D (como, por exemplo: identificação das principais tecnologias a serem pesquisadas, definição de parceiros tecnológicos, análise de mercado das tecnologias/produtos a serem desenvolvidos) no âmbito da inovação aberta, como também na monitoração da dimensão tecnológica dos cenários tecnológicos (como, por

exemplo: identificação de tendências futuras, tecnologias disruptivas e reflexões sobre quando essas questões poderão acontecer de forma efetiva).

É importante que, ao final do ciclo, seja realizada uma avaliação a fim de identificar pontos de melhoria para o ciclo seguinte. Ao longo das atividades do observatório, podem ser inseridas outras técnicas e disciplinas/áreas de conhecimento, conforme a necessidade da área e os estudos a serem realizados, principalmente porque a nanotecnologia é uma área multidisciplinar com aplicação em diferentes setores.

O observatório de tendências para a área de nanotecnologia do CENPES pode possibilitar a sistematização das atividades de identificação de tendências e elaboração de estudos de futuro em temas de interesse para esta área, permitindo acompanhar o surgimento de novas nanotecnologias que possam vir a ser desenvolvidas e aplicadas para a indústria de petróleo, e também, identificar potenciais parceiros para o desenvolvimento de projetos de P&D, havendo, então, a possibilidade de usar tais informações como insumos para a tomada de decisão no âmbito da inovação aberta.

A seguir, na Figura 14, mostra-se a interface entre o modelo de observatório e as atividades de gestão tecnológica e monitoração de cenários prospectivos.

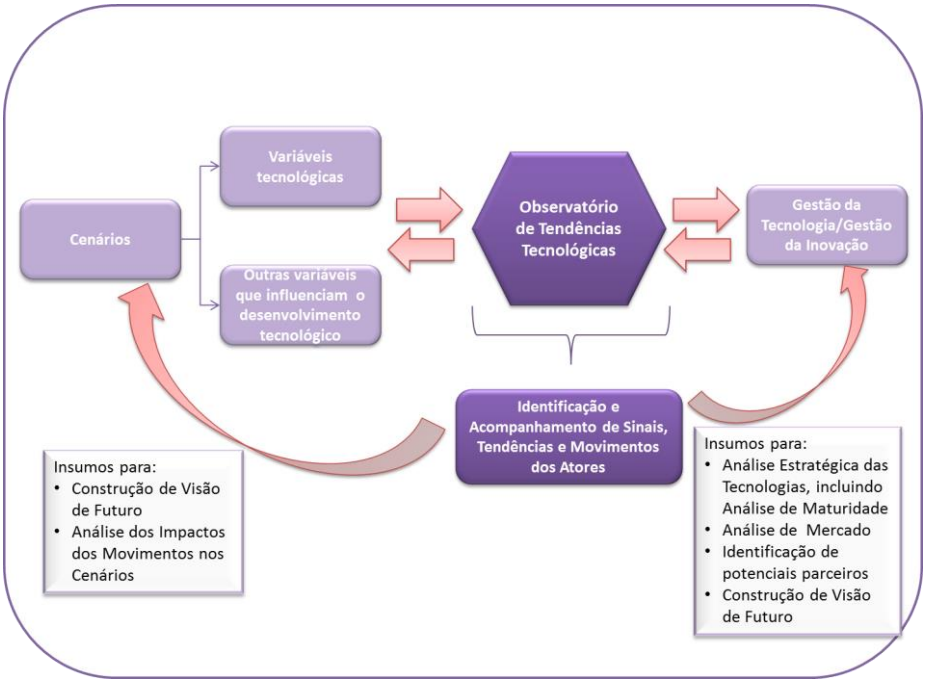

Figura 14 - Interface entre o Observatório de Tendências e outros processos

Fonte: Elaboração própria

Após a implantação do observatório, os especialistas do CENPES poderão utilizar, como insumos, as informações geradas pelo observatório, para realizar processos já existentes no CENPES que subsidiem a tomada de decisão, conforme mostra a Figura 14, considerando-se que a instituição atua em um contexto de inovação aberta, em que as informações sobre tendências e potenciais parceiros podem ter grande relevância. Além disso, também poderão ser agregadas aos resultados do observatório, outras informações trabalhadas nas análises no âmbito da gestão tecnológica, de forma a retroalimentá-lo.

As informações geradas pelo observatório podem ajudar os especialistas internos da área a realizarem discussões a respeito de potenciais parceiros e de outros aspectos relevantes para processos de tomada de decisão no âmbito da gestão tecnológica, dentre os quais podem ser destacados:

- Maturidade tecnológica e estágio de desenvolvimento tecnológico atual no Mundo e na empresa – pode indicar o estágio de desenvolvimento de determinada tecnologia, podendo-se utilizar, por exemplo, os conceitos de maturidade tecnológica apresentados por Roussel *et al* (1992) ou a classificação de maturidade tecnológica denominada de TRL (*Technology Readiness Level*) criada pela NASA (Fonte: http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl/trlchrt.pdf).
- Avaliação de impactos socioambientais e competitivos (Almeida, 2006).
- Horizonte temporal em que os impactos da aplicação da tecnologia poderão ser percebidos, indicando a possibilidade de disseminação da tecnologia disseminada no Mundo.

A seguir, é apresentada a Figura 15, que mostra uma síntese da proposta de aplicação das técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* dentro do modelo de observatório de tendências para nanotecnologia no CENPES.

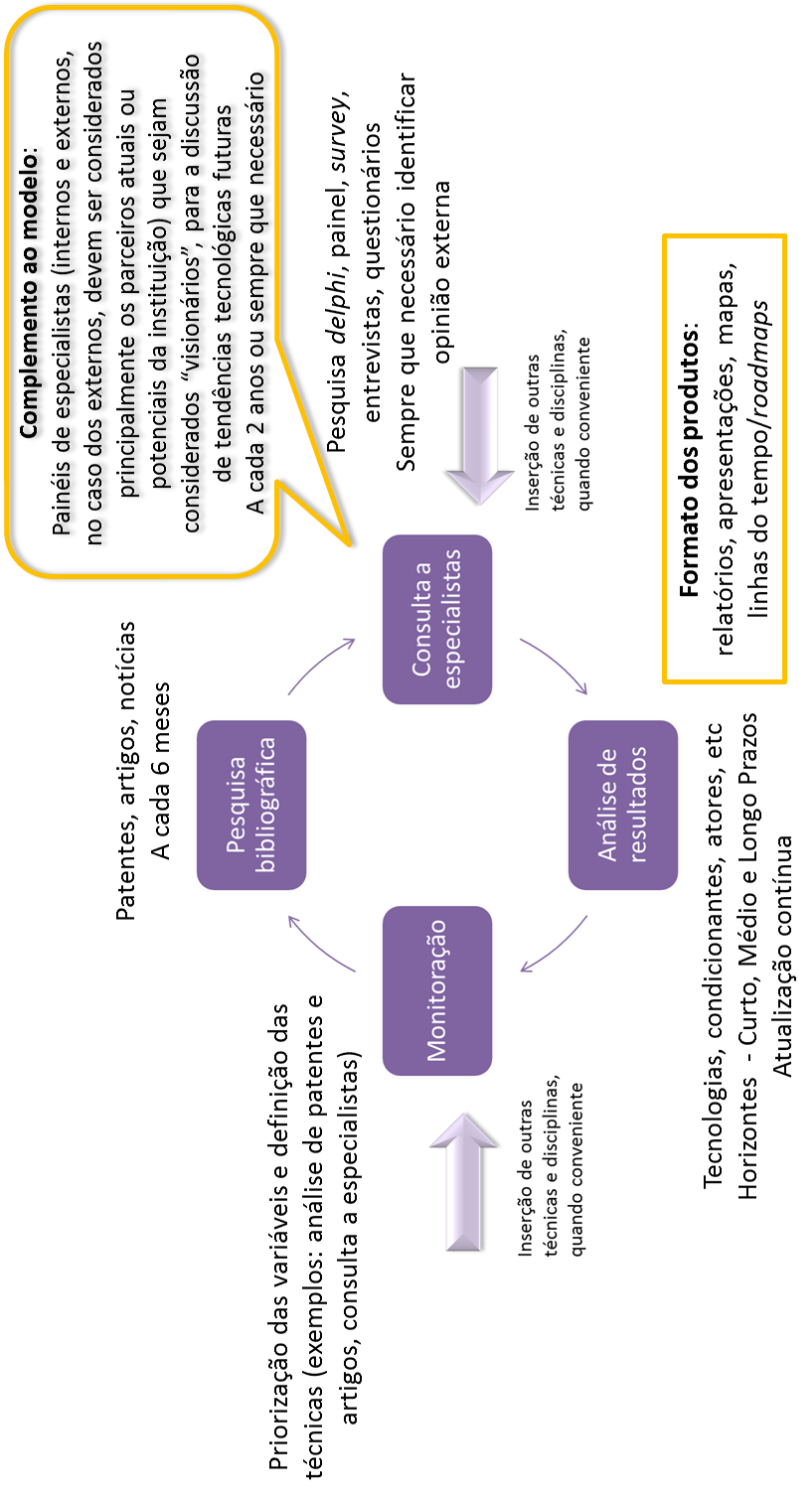

Figura 15 - Síntese da proposta de aplicação propostadas técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* dentro do modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para nanotecnologia no CENPES

Fonte: Elaboração própria

8. Aplicação das técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* dentro do modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) à área de nanotecnologia do CENPES

8.1. Pesquisa Bibliográfica: Panorama mundial da área de nanotecnologia – com base em artigos e patentes

Detalhando-se a aplicação das técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* dentro do MOTT à área de nanotecnologia do CENPES, na primeira etapa (Figura 16), propõe-se a realização de uma pesquisa bibliográfica, com base em artigos e patentes.

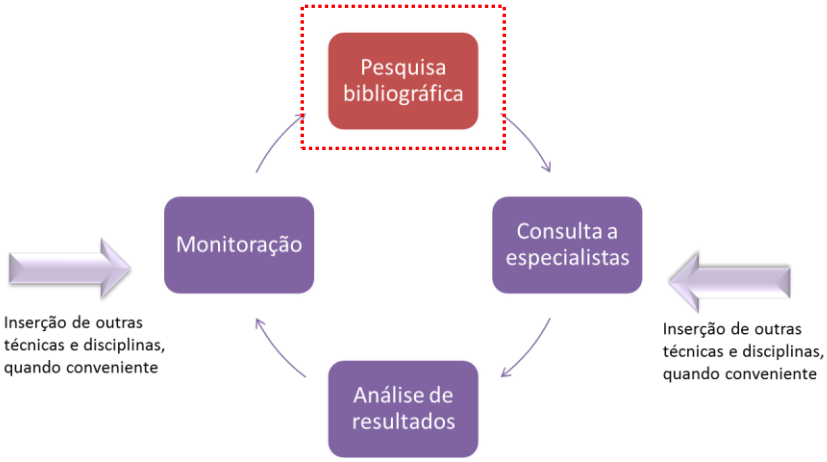

Figura 16 - Primeira etapa do modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para a área de nanotecnologia do CENPES

Fonte: Elaboração própria

Como primeiro passo para a realização do estudo de caso na área de nanotecnologia do CENPES, foi realizada uma pesquisa sobre nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, com o propósito de construir um panorama mundial da área de nanotecnologia. Tal pesquisa envolveu a leitura de relatórios e documentos sobre nanotecnologia, entrevistas com a responsável técnica e de gestão de nanotecnologia do CENPES e buscas em bases como: *Derwent Innovations Index* (DII) que pertence à *Thompson Scientific* e é utilizada para a pesquisa de patentes; *Compendex* – base de dados que possibilita realizar a busca de publicações científicas. A ferramenta *Vantage Point*® é um software comercial de mineração de dados que possibilita a correlação de conjuntos de dados textuais estruturados e foi utilizada para trabalhar as informações da pesquisa de patentes.

Os resultados são insumos para a construção do MOTT, considerando-se a identificação das principais tendências no tema em análise, bem como os principais atores e países envolvidos, de forma a subsidiar a identificação de novas tecnologias, parceiros, segmentos de aplicação, dentre outros, que são informações relevantes no contexto da inovação aberta.

A técnica de pesquisa de artigos e patentes para a identificação de tendências com base na evolução histórica tem sido utilizada como ferramenta de prospecção tecnológica ou de inteligência competitiva tecnológica para subsidiar a tomada de decisão no âmbito da gestão tecnológica, bem como para servir de insumo para a realização de estudos de futuro (*technology foresight*).

81.1. 1. Pesquisa de patentes

a) Estratégia de busca

A pesquisa de patentes foi realizada, em 2013, na base *Derwent Innovations Index* (DII), disponível no Portal Periódicos Capes, e os documentos obtidos foram tratados por meio do software *Vantage Point*®. A base *Derwent Innovations Index* (DII) pertence à *Thompson Scientific* e abrange patentes desde 1966. Já o *Vantage Point*® é um software comercial de mineração de dados que possibilita a correlação de conjuntos de dados textuais estruturados.

A estratégia de busca utilizada utilizou como base as palavras-chave ligadas a nanotecnologia, utilizadas por Alencar (2008), que desenvolveu uma tese como foco na nanotecnologia em geral e fez contatos com especialistas para elaborar a seguinte lista: *fullerene* or nanobelt* or "nano belt*" or nanobiolog* or "nano biolog*" or nanobiotechnolog* or "nano biotechnolog*" or bionanotechnolog* or "bio nanotechnolog*" or nanocatalys* or "nano catalys*" or nanocomposit* or "nano composit*" or nanocorn* or "nano corn*" or nanocrystal* or "nano crystal*" or nanodroplet* or "nano droplet*" or nanodrug* or "nano drug*" or nanoelectr* or "nano electr*" or NEMS or nanoengineer* or "nano engineer*" or nanoemulsion* or "nano emulsion*" or nanofabricat* or "nano fabricat*" or nanofiber* or "nano fiber*" or nanofibre* or "nano fibre*" or nanofilter* or "nano filter*" or nanohybrid* or "nano hybrid*" or nanoindentat* or "nano indentat*" or*

nanolithograph or "nano lithograph*" or nanomaterial* or "nano material*" or nanomedicin* or "nano medicin*" or nanometrolog* or "nano metrolog*" or nanonetwork* or "nano network*" or nanopartic* or "nano partic*" or nanopattern* or "nano pattern*" or nanophase* or "nano phase*" or nanophotonic* or "nano photonic*" or nanopigment* or "nano pigment*" or nanoporosit* or "nano porosit*" or nanopowder* or "nano powder*" or nanorod* or "nano rod*" or nanoscal* or "nano scal*" or nanosieve* or "nano sieve*" or nanosiz* or "nano siz*" or nanosphere* or "nano sphere*" or nanostructure* or "nano structure*" or nanotechnolog* or "nano technolog*" or nanotemplate* or "nano template*" or nanotribolog* or "nano tribolog*" or nanotub* or "nano tub*" or nanowir* or "nano wir*" or "quantum dot*" or quantumdot* or quantumwire* or "quantum wire*" or quasicrystal* or "quasi crystal*" or spintronic*.*

Neste estudo, tais palavras-chave foram utilizadas junto com os códigos da classificação da base Derwent ligados à cadeia produtiva da indústria de petróleo, utilizados por Martini (2005), conforme a Tabela 16.

Tabela 16 - Classes da Base Derwent ligadas a petróleo

Classe H01	Obtenção de óleo cru e gás natural – incluindo exploração, perfuração, completação de poços, produção e tratamento
Classe H02	Operações unitárias – incluindo destilação, sorção e extração por solvente
Classe H03	Transporte e estocagem – incluídos somente sistemas de larga escala
Classe H04	Processamento de petróleo – incluindo tratamento, craqueamento, reforma, preparação de gasolina
Classe H05	Engenharia de refino
Classe H06	Combustíveis líquidos e gasosos – incluindo controle de poluição

Fonte: Site da Internet www.derwent.com .

Fonte: Martini (2005), a partir da base Derwent

A classe H01 está ligada ao segmento de exploração e produção de petróleo e gás. As classes H02, H04, H05 e H06 estão ligadas ao segmento de refino e a classe H03 é relacionada ao segmento de distribuição.

b) Principais resultados da pesquisa de patentes

O total de documentos recuperados na busca foi de 1162 patentes depositadas, considerando o período entre 2001-2011. A seguir, são apresentados os principais resultados obtidos.

No que tange à quantidade de patentes depositadas por ano, considerando-se o ano de prioridade (referente ao ano do primeiro depósito, feito no país de origem), verifica-se, com base na Figura 17, a seguir, uma tendência de crescimento. É relevante ressaltar que o último ano pode ser desconsiderado da análise devido ao prazo de sigilo do depósito e tempo de indexação na base.

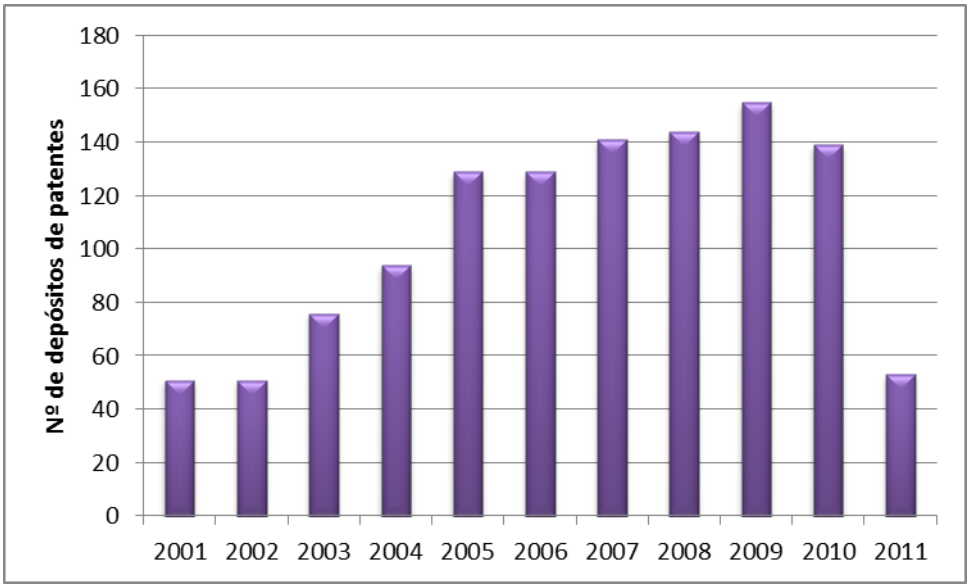

Figura 17 - Patentes depositadas por ano em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, considerando-se ano de prioridade (2001-2011)

Fonte: Elaboração própria com base na busca de patentes

A Tabela 17 apresenta a quantidade de patentes depositadas em relação a cada item de classificação da *Derwent* utilizada na busca, indicando maior concentração nos itens combustíveis líquidos e gasosos (H06), obtenção de óleo cru e gás natural (H01) e processamento de petróleo (H04). É importante comentar que existem casos em que algumas patentes estão associadas a mais de um código.

Tabela 17- Quantidade de patentes depositadas na área de nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, baseada nos códigos da classificação da base x classificação da *Derwent* (2001-2011)

H01 - Obtenção de óleo cru e gás natural – incluindo exploração, perfuração, completação de poços, produção e tratamento	325
H02 - Operações unitárias – incluindo destilação, sorção e extração por solvente	12
H03 - Transporte e estocagem – incluídos somente sistemas de larga escala	38
H04 - Processamento de petróleo – incluindo tratamento, craqueamento, reforma, preparação de gasolina	331
H05 - Engenharia de refino	20
H06 - Combustíveis líquidos e gasosos – incluindo controle de poluição	533

Fonte: Elaboração própria com base na busca de patentes

Com relação aos países depositantes, a Figura 18 mostra os EUA como principal país, seguido de países como, China, Japão, Alemanha e Coreia. É válido comentar que, para a elaboração do gráfico, utilizou-se, como linha de corte, o mínimo de 50 patentes.

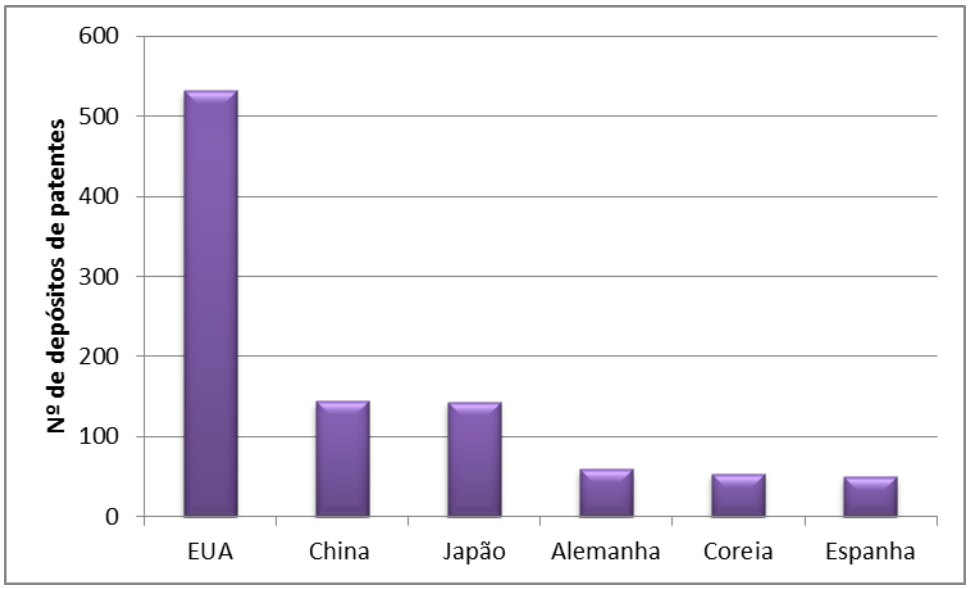

Figura 18 - Países depositantes (2001-2011)

Fonte: Elaboração própria a partir de pesquisa realizada na base *Derwent*

Com relação às principais instituições depositantes, para a elaboração do gráfico, foram consideradas aquelas que tinham mais de 10 patentes depositadas. A Figura 19 mostra

que cinco empresas classificadas como maiores depositantes na área pesquisada são ligadas à indústria de petróleo, envolvendo empresas operadoras e/ou prestadoras de serviços, como a Baker (primeiro lugar), a Schlumberger (segundo lugar) e a Halliburton (quarto lugar), empresas de petróleo, como a Exxon e, companhias de indústrias usuárias dos produtos da indústria de petróleo como, a Toyota (em terceiro lugar), do setor automotivo. É importante comentar que, com relação às principais instituições depositantes, para a elaboração do gráfico, foram consideradas apenas aquelas que tinham mais de 10 patentes depositadas, no período de 2001 a 2011.

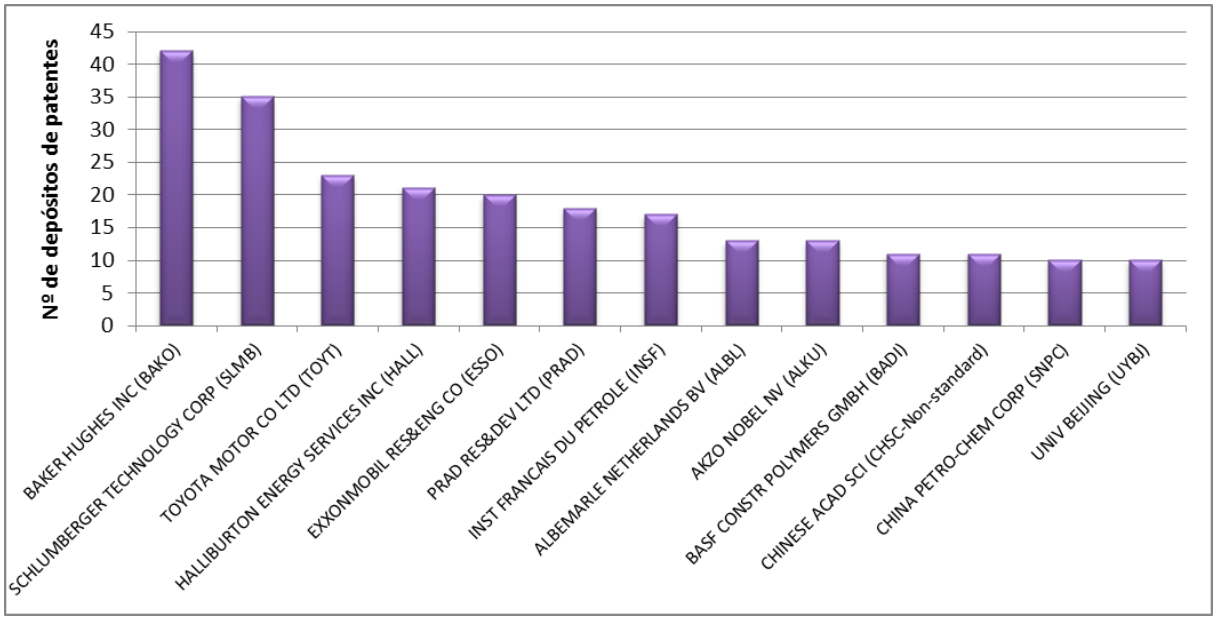

Figura 19 - Principais depositantes no Mundo em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo (2001-2011)

Fonte: Elaboração própria com base na busca de patentes

A seguir, são apresentadas as características principais das cinco primeiras empresas do *ranking* das principais depositantes mundiais (denominadas de *top* depositantes mundiais) e alguns assuntos tratados nas patentes.

Dentre as prestadoras de serviços para a indústria de petróleo, a Baker Hugues busca oferecer soluções para ajudar as organizações de petroleiras a obter o melhor de seus reservatórios e tem patentes que tratam de assuntos, tais como: uso de nanopartículas para mitigar corrosão na produção de óleo e gás (US2012199357-A1), nanorevestimentos para aplicação em áreas submarinas ou sob a terra (US2012202047-A1), uso de nanopartículas para melhorar a estimativa de determinação de profundidade em subsuperfície

(US2012234533-A1), uso de nano-emulsão em método para alterar a molhabilidade da rocha (AU2009262161-A1), uso de nanopartículas em aditivos para reduzir migração em rochas subterraneas durante recuperação de petróleo (US7703531-B2), uso de nanopartículas em sistemas de motor elétrico submersível (US8076809-B2), nanoemulsão usada na perfuração, produção e remediação de poços (US2010137168-A1), uso de nanotubos em lubrificantes para evitar fratura (US2010108393-A1), uso de nanorevestimento para proteção de superfície (US2011200825-A1), uso de nanocompósitos em equipamento para transferência de calor na perfuração (US8020621-B2), uso de fulereno em sistemas de perfuração subterrânea (US2009065260-A1), uso de nanopartículas para fixar finos de carvão durante a recuperação de metano em *coal beds* (US8230923-B2), dentre outras.

A Schlumberger atua na área de exploração e produção de petróleo e apresenta patentes ligadas a temas, como, por exemplo: uso de nanosensores em campo de petróleo (CN101545371-A), nanotubos de carbono em campos de petróleo (US7767958-B2 e US2011011157-A1), composição de nanopartícula e polímero para recuperação de petróleo (US8240380-B2), uso de nanotubos e nanofibras em sistemas de tratamento de fluido (US7331581-B2), uso de nanopartículas em aditivos para aplicação em campo de petróleo (US2010012708-A1), uso de nanopartícula para melhorar a recuperação de petróleo (US7543638-B2), uso de material nanoparticulado em biocida para uso em fluido para proteger reservatório e evitar corrosão e poluição (RU2008115418), uso de nanopartículas em fluido aquoso para tratamento de poços (WO2012071462-A1), uso de nanofibras de carbono em membranas para aplicação em campos de petróleo (US2011156355-A1), uso de nanofibras de carbono em equipamentos para perfuração (US2011156357-A1), uso de nanotubos em fluidos para estimulação em campos de petróleo (US7244694-B2), uso de nanotubos de carbono em sistemas de monitoramento de hidrocarboneto em poços de petróleo (US7769251-B2), dentre outras.

A Halliburton atua na área de exploração e produção, mas também tem linhas de pesquisa em energias limpas (exemplos: sequestro de CO2, energia geotérmica e gerenciamento da água) e possui patentes em temas como: uso de nanosensor para avaliar propriedade de formação de reservatórios (WO2011153190-A1), uso de nanofibras em sistema de bomba para perfuração (US2012141308-A1), uso de nanopartículas em sistemas de completação e estimulação de campos (US7036592-B2), uso de nanocompósitos em

equipamentos para perfuração de poços (US2010300750-A1), uso de nanopartículas em material expansível para contato entre superfícies (US2008220991-A1), uso de nanomateriais em processo de tratamento de fluidos para combate da contaminação biológica (US2011166046-A1), uso de nanomateriais em polímeros para selagem de componentes (EP1533469-B1), uso de nanotubos de carbono em fluido subterrâneo (US2011226467-A1), uso de nanopartículas na cimentação para construção de poços (US7559369-B2), uso de fulerenos e nanotubos de carbono em fluidos para manutenção de poços (US2011254553-A1), dentre outras.

Já a Exxon, conforme comentado anteriormente, é uma empresa de petróleo, que atua com foco principalmente nos segmentos de upstream (exploração e produção) e downstream (refino) e apresenta patentes nas áreas de: uso de nanopartículas em composição catalítica em método de hidroprocessamento de hidrocarbonetos (EP2103347-A1), uso de materiais como fulereno em revestimentos para uso na perfuração de poços (US8220563-B2), uso de fulereno em revestimento de equipamento para produção de poços de óleo e gás (WO2010096039-A1), uso de nanofibras de carbono em sistema para remoção de enxofre no transporte de combustíveis (US2010282567-A1), uso de fulereno em revestimento de equipamento para indústria petroquimica e química (US2011162751-A1), uso de nanopartícula em método para remoção de contaminante em corrente de refinaria (US2011139687-A1), uso de estrutura nanocristalina em catalisador para processos de hidroprocessamento (EP2083947-A2), dentre outras.

A Toyota é uma empresa automotiva, mas que realiza pesquisas em diferentes áreas, e, portanto, não representa uma surpresa vê-la entre as principais depositantes de nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, estando, esta instituição, envolvida em questões ligadas à busca de tecnologias mais limpas (considerando-se questões ambientais que têm sido vivenciadas atualmente no mundo, que impactam, por exemplo, em restrições a emissões de CO2 e na procura por novos combustíveis ou pela melhoria da eficiência dos combustíveis atuais), *smart grids*, veículos elétricos, combustíveis, baterias e célula a combustível, etc. Algumas das patentes da Toyota estão ligadas, por exemplo, aos temas a seguir: nanoparticulas usadas como catalisadores para purificação de gases exaustores de motor de veículos (JP4711014-B2), uso de nanotubos de carbono em sistemas de estocagem de

hidrogênio (JP2004237232-A) e uso de nanotubos em sistemas de purificação de NOx e limpeza de gases exaustores em célula a combustível (JP2003236377-A).

Com relação às patentes depositadas no Brasil, a quantidade é muito reduzida (53 patentes) em relação à quantidade total de documentos recuperados (o total foi de 1162), representando apenas cerca de 4,5% do total de patentes depositadas no Mundo. As principais empresas top depositantes do Brasil são a Akzo, a Directa, a Albemarle e a Intevep, de acordo com a Figura 20, a seguir. Para a elaboração do gráfico, foram consideradas instituições com mais de 2 patentes.

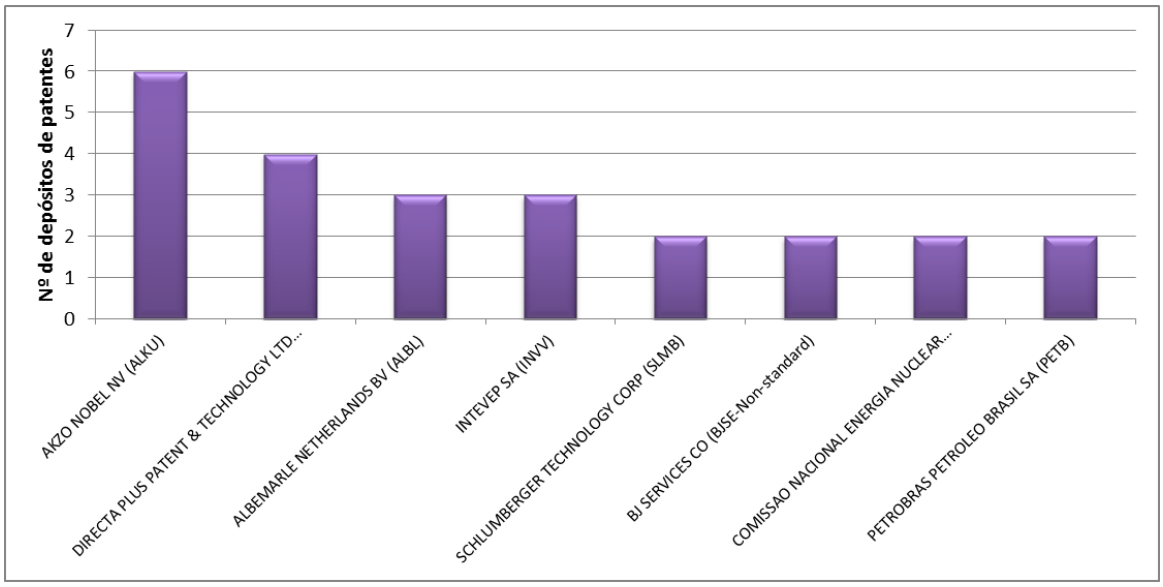

Figura 20 - Principais depositantes no Brasil em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo (2001-2011)

Fonte: Elaboração própria com base na busca de patentes

Dentre as cinco principais empresas depositantes no Brasil, a Akzo tem patentes ligadas aos códigos da *Derwent* em relação à obtenção de óleo cru e gás natural (H01), processamento de petróleo (H04) e combustíveis líquidos e gasosos (H06), com foco em termos como, por exemplo, nanocompósitos (US7786202-B2), nanotecnologia aplicada a *coatings* (EP1814822-B1), polimerização (EP1765925-A1) e catalisadores (US6903040-B2).

A Directa tem patentes ligadas ao código da *Derwent* em relação a combustíveis líquidos e gasosos (H06), com foco em termos como, catalisadores (EP1922144-B1) e materiais em nanoescala (US2007286778-A1).

A Albemarle tem patentes ligadas a processamento de petróleo (H04) e combustíveis líquidos e gasosos (H06), com foco, por exemplo, em catalisadores (US6903040-B2) e aplicações em processo de craqueamento catalítico (EP1966350-B1).

A Intevep tem patentes ligadas à obtenção de óleo cru e gás natural (H01), com foco em termos como, por exemplo, nanoaditivos (AU2008240323-B2), nanocompósitos (US6513592-B2) e nanopartículas (US6447577-B1).

A Schlumberger, no Brasil, tem patentes ligadas à obtenção de óleo cru e gás natural (H01), com foco em termos como, por exemplo, nanomateriais aplicados a materiais poliméricos (GB2410264-B).

Em uma análise mais detalhada, para o âmbito mundial, foram verificados, para cada um dos códigos da classificação da base *Derwent* utilizados relativos aos segmentos da indústria de petróleo (conforme a Tabela 16) e os termos de nanotecnologia, foram levantadas as principais instituições depositantes, conforme será mostrado na Tabela 18, apresentada a seguir. Vale lembrar que há casos de patentes ligadas a mais de um código que, neste caso, foram consideradas em todos os códigos a que estavam relacionadas.

Foi utilizada como linha de corte a quantidade mínima de 5 patentes, porém, para alguns códigos só havia instituições com 1 ou 2 patentes e, neste caso, foi considerada para fins de elaboração da tabela, a quantidade mínima de 2 patentes.

Tabela 18- Quantidade de patentes depositadas em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo por códigos de classificação da base Derwent

	Depositantes	Quantidade
H01 (elo E&P)	BAKER HUGHES CORP (BAKO)	41
	SCHLUMBERGER CANADA LTD (SLMB)	35
	HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC (HALL)	21
	EXXONMOBIL RES & ENG CO (ESSO)	10
	AKZO NOBEL CHEM INT BV (ALKU)	9
	BJ SERVICES CO (BJSE-Non-standard)	8
	INTEVEP SA (INVV)	6
H02 (elo Refino)	IUCF-HYU (IUCF) ; UNIV HANYANG IND COOP FOUND (UHYG) ; UNIV HANYANG IUCF-HYU (UHYG)	**2**
H03 (elo Distribuição)	ARKEMA INC (AQOR)	**2**
	TOYOTA JIDOSHA KK (TOYT)	**2**
	UNIV ARKANSAS (UYAR)	**2**
H04 (elo Refino)	ALBEMARLE NETHERLANDS BV (ALBL)	13
	IFP ENERGIES NOUVELLES (INSF)	10
	EXXONMOBIL RES&ENG CO (ESSO)	8
	UNIV SOUTHERN CALIFORNIA (USCA)	7
	AS SIBE CATALYSIS INST (ASIT)	6
	CHINESE ACAD SCI DALIAN CHEM PHYS INST (CHSC-Non-standard)	6
	SUED-CHEMIE AG (SUDC)	6
H05 (elo Refino)	EXXONMOBIL RES&ENG CO (ESSO)	**2**
	HON HAI PRECISION IND CO LTD (HONH)	**2**
H06 (elo Refino)	TOYOTA JIDOSHA KK (TOYT)	22
	BOSCH GMBH ROBERT (BOSC)	8
	NISSAN MOTOR CO LTD (NSMO)	7
	TAIHEIYO CEMENT CORP (ONOD)	6

Fonte: Elaboração própria com base na busca de patentes

Com base na Tabela 18, vale comentar que se verifica que os principais depositantes mundiais - Baker, Schlumberger, Halliburton e Exxon - estão focados principalmente na nanotecnologia aplicada à obtenção de óleo cru e gás natural (H01), com estudos sobre, por exemplo, nanosensores, nanotubos de carbono e nanorevestimentos. Para a classe H02, ligada a operações unitárias, é válido comentar que há poucas patentes e elas são provenientes, principalmente, de universidades.

Na classe H04, relacionada a processamento de petróleo, destaca-se a empresa Albemarle. E, na classe H05, ligada a engenharia de refino, encontra-se a Exxon, com duas patentes. Já a Toyota se sobressai no âmbito da nanotecnologia aplicada a combustíveis líquidos e gasosos (H06). Os temas das cinco principais instituições depositantes mundiais já foram comentados anteriormente nesta tese.

Os resultados da pesquisa de patentes indicaram que algumas empresas prestadoras de

serviços para a indústria de petróleo se sobressaem na quantidade de depósitos de patentes ligadas à nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo e podem ser potenciais parceiras de empresas petroleiras que tenham interesse no desenvolvimento de projetos de pesquisa em nanotecnologia, como, por exemplo, as empresas Baker, Halliburton e Schulumberger. Além disso, há empresas de outras indústrias, como a Toyota, com a qual também poderia haver oportunidade de parcerias para pesquisas em nanotecnologia.

8.1.2. Pesquisa de publicações científicas

a) Estratégia de busca

A pesquisa de artigos foi realizada, em 2013, na base Compendex, base de dados que possibilita realizar a busca de publicações científicas e apresenta os dados já trabalhados na forma de gráficos, com foco principalmente em documentos ligados à engenharia, que pode ser acessada por meio do Portal Periódicos Capes. E foi realizada até o ano de 2012, devido ao tempo de indexação dos artigos nas bases.

Para o levantamento, foi considerada a mesma lista que foi usada para a pesquisa de patentes. E, tais palavras chave foram utilizadas junto com os termos "*petroleum*" e "*crude oil*".

b) Principais resultados da pesquisa de publicações científicas

O total de documentos recuperados na busca foi de **3347** artigos, considerando-se o horizonte 2001-2012. A seguir, são apresentados os principais resultados obtidos.

A Figura 21 mostra a quantidade de artigos publicados por anos, conforme pode ser visto a seguir, indicando uma tendência de crescimento, com aumento considerável no período.

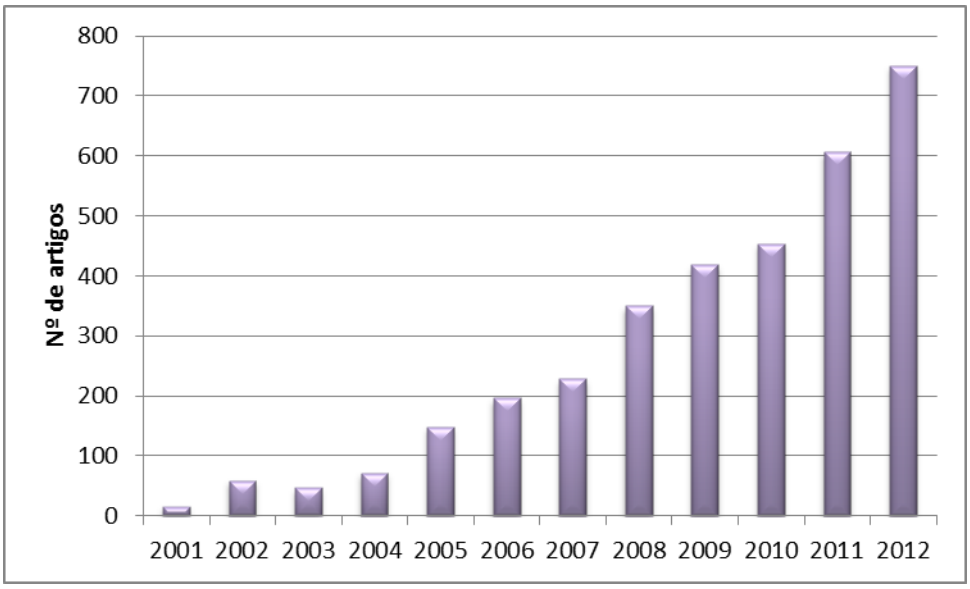

Figura 21 - Quantidade de artigos por ano em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo (2001-2012)

Fonte: Elaborado a partir de pesquisa realizada na base *Compendex*

Em seguida, apresenta-se a quantidade de artigos por país. Vale ressaltar que, para a elaboração do gráfico, foram considerados apenas os países com mais de 100 artigos. Sendo assim, com base na Figura 22, observa-se a posição de liderança da China e dos EUA. O Brasil está na 16ª posição no *ranking*, ainda aparece com pequena quantidade de artigos, chegando a 43 artigos na pesquisa realizada. Entretanto, embora o Brasil não esteja entre os primeiros do *ranking*, foi incluído no gráfico para possibilitar uma comparação do Brasil com outros países.

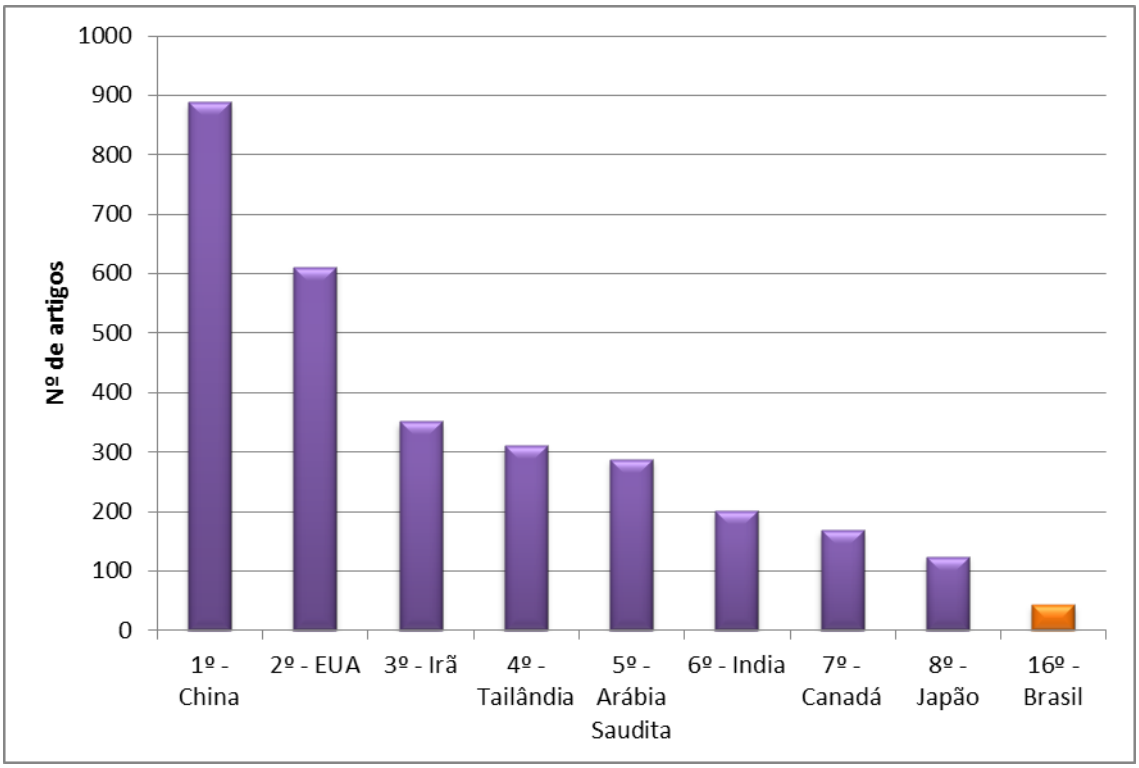

Figura 22 - Quantidade de artigos por países em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo (2001-2012)

Fonte: Elaborado a partir de pesquisa realizada na base *Compendex*

Na Tabela 19, a seguir, são apresentadas às instituições dos principais autores, a partir do qual se pode verificar forte presença de instituições ligadas à área de petróleo. É importante comentar que foram consideradas, para fins de elaboração da tabela, as instituições com mais de 20 artigos.

Tabela 19 - Instituições dos principais autores de artigos em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo (2001-2012)

Afiliação	País de origem	Quantidade
Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University	Tailândia	124
State Key Laboratory of Heavy Oil Processing, China University of Petroleum	China	71
Department of Chemical And Petroleum Engineering, University of Pittsburgh	EUA	57
Department of Chemical and Petroleum Engineering, Sharif University of Technology	Irã	50
Department of Chemical and Petroleum Engineering, University of Calgary	Canadá	37

Department of Chemical Engineering, King Fahd University of Petroleum and Minerals	Arábia Saudita	33
College of Physics Science And Technology, China University of Petroleum	China	32
Chemistry Department, King Fahd University of Petroleum And Minerals	Arábia Saudita	31
Center for Petroleum, Petrochemicals and Advanced Materials, Chulalongkorn University	Tailândia	28
Department of Materials Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University	Tailândia	26
Department of Chemical And Petroleum Engineering, University of Kansas	EUA	26
Polymer Processing and Polymer Nanomaterials Research Unit, Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University	Tailândia	25
Department of Pharmaceutical Chemistry, University of Kansas	EUA	21
College of Chemistry and Chemical Engineering, China University of Petroleum	China	21
Department of Chemical And Materials Engineering, University of Alberta	Canadá	20
Department of Mechanical Engineering, King Fahd University of Petroleum and Minerals	Arábia Saudita	20

Fonte: Elaborado a partir de pesquisa realizada na base *Compendex*

Os principais termos diretamente ligados à nanotecnologia a que os artigos (em nível mundial) estão relacionados são apresentados, conforme a Tabela 20, a seguir. Para fins de elaboração da tabela, foi definida, como limite de corte, a quantidade de 100 artigos e foram considerados artigos publicados nos três últimos anos, entre 2010 e 2012. É importante comentar que um mesmo artigo pode abordar mais de um termo e que só foram listados os termos que apresentavam diretamente a nanotecnologia em seus nomes.

Tabela 20 - Principais termos associados à nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo (2010-2012)

Termos	Quantidade de artigos
Nanopartículas	460
Nanocompósitos	275
Nanotubos de carbono	136
Nanotecnologia	101
Materiais nanoestruturados	100

Fonte: Elaborado a partir de pesquisa realizada na base *Compendex*

Como pode ser observado na Tabela 20, os principais termos encontrados foram: nanopartículas e nanocompósitos.

A Tabela 21, apresentada as principais instituições que publicaram artigos no Brasil entre 2001 e 2012. A quantidade de artigos é pequena e mostra que a maior parte das instituições é brasileira, havendo a presença de duas universidades estrangeiras, sendo uma japonesa e uma norte-americana.

Tabela 21 - Instituições que publicaram artigos em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo no Brasil (2001 e 2012)

Instituições	País de origem	Quantidade de artigos
Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, UFRJ	Brasil	5
Centro de Ciências Naturais E Humanas e Grupo de Nanotecnologia e Petróleo, Universidade Federal do Abc, Ufabc	Brasil	4
Departamento de Engenharia de Mineração e Petróleo, Escola Politécnica, USP	Brasil	3
Center for Petroleum and Geosystems Engineering, The University Of Texas	EUA	3
Instituto de Química, Unicamp	Brasil	2
Bentonisa - Bentonita Do Nordeste S. A.	Brasil	2
Universidade Federal de Campina Grande	Brasil	2
Civil and Earth Resources Engineering, Kyoto University	Japão	2
Departamento de Materiais e Metalurgia, Escola Politécnica, USP	Brasil	2
Departamento de Química/Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo	Brasil	2

Fonte: Elaboração própria a partir de pesquisa realizada na base *Compendex*

Dentre os artigos publicados no Brasil, os principais termos ligados à nanotecnologia foram: nanocompósitos, nanopartículas, materiais nanoestruturados e materiais compósitos. Se considerarmos a relação com termos da indústria de petróleo, podem ser citados: óleo cru, campos de petróleo, combustíveis fósseis, efluentes, biodegradação, hidrogênio, derramamento de óleo, refino de petróleo, reservatórios de petróleo, óleos vegetais, injeção de água, recuperação avançada, etanol, dentre outros.

Os resultados da pesquisa de publicações científicas mostraram alguns temas que mais se sobressaíram, tais como: nanopartículas, nanocompósitos, nanotubos de carbono, materiais nanoestruturados e nanotecnologia em geral.

Verificou-se um foco maior nas universidades em departamentos ligados à área de petróleo de universidades provenientes de diferentes países como Tailândia, China, EUA e Irã, representando oportunidades de parceria em diferentes regiões do mundo.

8.2. Consulta a especialistas

Detalhando-se a aplicação das técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* dentro do MOTT à área de nanotecnologia do CENPES, a segunda etapa (Figura 23) envolve uma consulta a especialistas externos e deve ser aplicada de forma a complementar a pesquisa bibliográfica realizada na primeira etapa, enriquecendo o trabalho com a visão de especialistas externos.

Esse tipo de consulta deve ser utilizado sempre que for necessário buscar o esclarecimento de questões específicas para complementar o estudo.

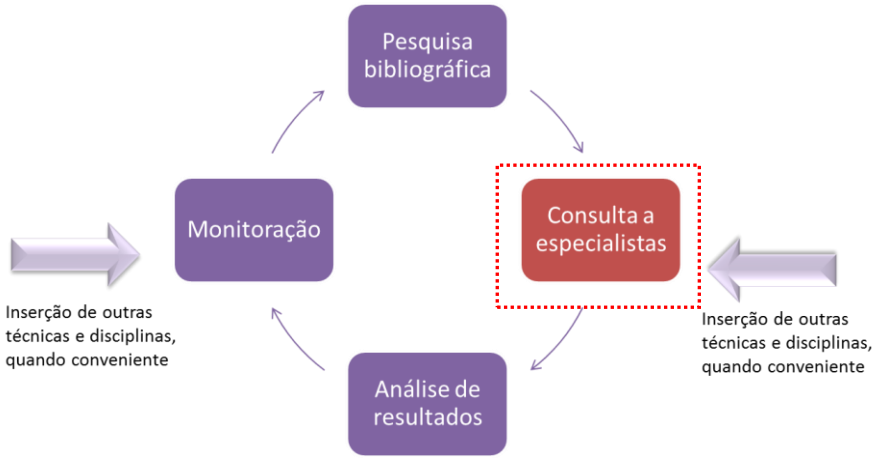

Figura 23 - Síntese do modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para nanotecnologia no CENPES

Fonte: Elaboração própria

Para isso, foi realizada uma pesquisa no Portal de Inovação do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação e no diretório de grupos de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) a fim de identificar possíveis especialistas a serem considerados na consulta, no caso da identificação de especialistas no âmbito do Brasil, como pode ser visto no tópico a seguir.

8.2.1. Pesquisa de especialistas e grupos de pesquisa no Portal da Inovação e CNPq

a) Busca no Portal de Inovação

Como estratégia de busca, foram utilizados os mesmos termos de nanotecnologia utilizados na pesquisa de patentes e de artigos, cruzados com os termos petroleum, "*crude oil*" e petróleo e com os diferentes elos da indústria de petróleo (exploração e produção, refino e distribuição).

Como resultado, obteve-se uma lista bem grande de especialistas, que, dado seu tamanho ficaria difícil disponibilizar na tese, por isso, foram elaboradas duas tabelas, uma com os resultados quantitativos totais e outra com a lista de especialistas, porém considerando-se como linha de corte o grau de relevância para classificar os especialistas, mostrando a frequencia de ocorrência dos termos pesquisados nas informações dos especialistas. Para isso, é utilizado um gráfico de barras verticais coloridas conforme o grau de relevância cores. O gráfico possui cinco barras. A relação dos especialistas pode ser verificada no Anexo 5 e foi elaborada considerando-se apenas os especialistas que apresentaram o gráfico com três ou mais barras coloridas. Já na Tabela 22, como pode ser verificado a seguir, é mostrado o resultado total quantitativo por elos da cadeia de petróleo.

Tabela 22 – Quantidade de especialistas no Portal de Inovação por elos da cadeia de petróleo

Elo da cadeia de petróleo	Quantidade total de especialistas
Exploração e Produção	3242
Refino	585
Distribuição	1965

Fonte: Elaboração própria

Observando-se a Tabela 22, verifica-se que os segmentos da indústria de petróleo que apresentam maior quantidade de especialistas cadastrados (acima de 150) são: exploração e produção e a distribuição.

b) Busca no CNPq

Essa busca foi realizada com o propósito de complementar os resultados obtidos no Portal da Inovação. Assim como na busca anterior, como estratégia de busca no diretório do CNPq, foram utilizados os mesmos termos da pesquisa de patentes e de artigos, cruzando-se com o termo petróleo, com o propósito de identificar grupos de pesquisa na área de nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo e seus respectivos líderes. Entretando, nem todos os termos apresentaram resultados. É importante comentar que a busca no diretório do CNPq limita a quantidade de palavras-chave, o que dificultou um pouco mais a pesquisa.

A relação de grupos e líderes encontrada, separada pelas buscas realizadas, com base nos resultados encontrados pode ser verificada no Anexo 6. É válido ressaltar que são mostrados, nesta relação, apenas as palavras-chave que apresentaram algum resultado.

Os grupos de pesquisa identificados a partir da pesquisa na base do CNPq mostram uma grande multidisciplinaridade nos estudos da nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, envolvendo, por exemplo, áreas como engenharia (mecânica, civil, materiais e metalúrgica e nuclear), microbiologia, física e biofísica, computação, e química. Além disso, a busca na base do CNPq possibilitou a identificação dos líderes de cada grupo de pesquisa.

Nos resultados obtidos, foram encontrados grupos de pesquisa em áreas ligadas a biofísica, ciência da computação, engenharia civil, engenharia de materiais e metalúrgica, engenharia mecânica, engenharia nuclear, engenharia química, física, matemática, microbiologia e, por fim, química.

Como a busca foi mais limitada em termos de palavras-chave, não foi possível realizar a classificação pelos elos da cadeia de petróleo.

8.2.2. Objetivo e itens abordados na consulta a especialistas

Como complemento à pesquisa de patentes e artigos, foi realizada uma consulta a especialistas, em nível de piloto. Inicialmente foram selecionados especialistas, entre os parceiros da rede de nanotecnologia coordenada pelo CENPES e nas listas de especialistas obtidas por meio de buscas no Portal de Inovação e CNPq, representados, principalmente, por universidades, empresas públicas e privadas e institutos de pesquisa.

Esta consulta a especialistas teve dois objetivos:

- Primeiramente, verificar se os especialistas, principalmente aqueles que fazem parte da rede de relacionamento da área de nanotecnologia do CENPES, se mostrariam abertos a contribuir neste tipo de técnica. Dessa forma, seria possível confirmar a viabilidade de se propor a inclusão da técnica de consulta a especialistas como uma etapa do MOTT para a área de nanotecnologia do CENPES.
- E, adicionalmente, complementar a pesquisa bibliográfica, buscando verificar, na visão dos especialistas, a possibilidade de aplicação da nanotecnologia em outras áreas que exercem influência na indústria de petróleo, indicando, assim, futuras linhas de estudos, a serem propostas como etapas para as atividades do observatório, posteriores ao desenvolvimento da tese.

A consulta foi realizada via e-mail, baseada em um pequeno roteiro, indicando as áreas foco da consulta e algumas classificações como, por exemplo, a maturidade tecnológica, o horizonte temporal de impacto do desenvolvimento tecnológico e os impactos socioambientais e competitivos. Conforme já foi comentado no capítulo de apresentação da proposta de modelo de observatório de tendências, há diferentes formas para a realização de consulta a especialistas. Como esta consulta foi realizada em caráter piloto, optou-se por fazê-la de forma mais expressa. Quando possível, na aplicação efetiva do modelo de observatório, sugere-se o uso de metodologias como a *delphi* e o painel de especialistas.

Os temas abordados na consulta estão relacionados a duas áreas que, de alguma forma estão relacionadas com a indústria de petróleo e podem vir a compor uma segunda rodada do ciclo de estudos do observatório, quando este já estiver implementado (como uma sugestão para estudos futuros). As duas áreas abordadas na pesquisa foram:

- Aplicações de nanotecnologia em formas de energias renováveis (exemplos: baterias, ultracapacitores, célula solar, energia eólica).
- Aplicações da nanotecnologia em questões ambientais (como a remediação de áreas impactadas pela indústria de petróleo) e aspectos de segurança, saúde e regulamentações.

8.2.3. Resultados da consulta a especialistas

Como resultados obtidos, com relação ao primeiro objetivo, referente à adesão dos especialistas à consulta, metade dos especialistas consultados deu retorno à pesquisa, respondendo às questões enviadas, entre representantes de empresas, universidades e institutos de pesquisa. Como a pesquisa foi realizada em caráter piloto, foram consultados 10 especialistas externos, além da própria responsável técnica e de gestão da área de nanotecnologia do CENPES.

Verificou-se que o apoio desta última, reforçando o contato com os especialistas externos selecionados para a consulta, foi bastante relevante para a participação dos mesmos na pesquisa.

Além disso, o fato de terem sido selecionados alguns especialistas da própria rede temática de nanotecnologia (rede do CENPES junto a universidades) contribuiu bastante, pois estes se mostraram abertos a participarem da consulta. Isso mostra a importância de se considerar os parceiros da área de nanotecnologia do CENPES neste processo, de forma a enriquecer os resultados do observatório.

Entretanto, também devem ser incluídos neste tipo de consulta, outros especialistas que ainda não façam parte da rede de contatos, a fim de ampliar as possibilidades de contribuições aos estudos realizados no observatório e evitar vieses para linhas que já sejam rotas de pesquisa em conjunto com o CENPES, bem como permitir a participação de especialistas que possam vir a ser potenciais parceiros.

No que tange ao segundo objetivo da consulta, relacionado à visão dos especialistas sobre a aplicação da nanotecnologia nas áreas de energias renováveis e segurança, meio ambiente, saúde e regulações, foi possível observar que, na visão dos especialistas consultados, estas áreas de estudo para a nanotecnologia ainda são, em geral embrionárias ou estão em fase de crescimento, tendo horizonte temporal de desenvolvimento tecnológico de médio a longo prazo (2020/2030). Outro aspecto que foi identificado é que estudos nessas áreas podem apresentar impactos socioambientais positivos para a empresa, podendo contribuir também para o posicionamento competitivo da mesma.

Dessa forma, na proposição do MOTT para a nanotecnologia à aplicada à indústria de petróleo, é importante comentar que sua aplicação às áreas de energias renováveis e

segurança, meio ambiente, saúde e regulações também deve ser considerada, a fim de que sejam monitorados outros aspectos que podem impactar a indústria de petróleo.

Sendo assim, como estudos futuros (que serão detalhados no capítulo de considerações finais), após a implantação das atividades do observatório de tendências na área de nanotecnologia do CENPES, sugere-se que seja feita uma rodada de estudos (ou seja, aplicar as etapas propostas para o observatório de tendências de nanotecnologia) também para essas áreas, a fim de complementar os estudos do piloto desta tese, feitos com foco na aplicação da nanotecnologia à indústria de petróleo.

8.3. Análise de resultados

Detalhando-se a aplicação das técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* dentro do MOTT à área de nanotecnologia do CENPES, a terceira etapa (Figura 24) é a análise dos resultados, ou seja, devem ser analisados os resultados da pesquisa bibliográfica e da consulta a especialistas, a fim de identificar as principais tendências, mapear os principais atores e condicionantes que influenciam a área de nanotecnologia e propor as principais recomendações.

Os responsáveis técnicos internos da área de nanotecnologia devem ser inseridos nesta etapa, a fim de que os resultados gerados efetivamente agreguem valor à área.

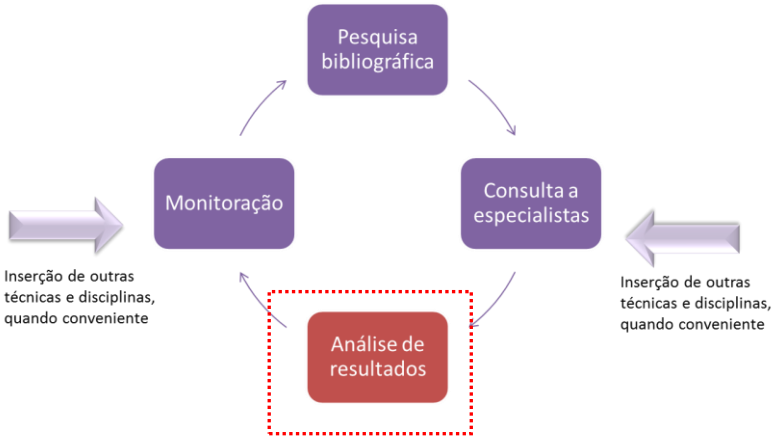

Figura 24 - Síntese do modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para nanotecnologia no CENPES

Fonte: Elaboração própria

A seguir, na Figura 25, apresenta-se o Mapa Mundi com algumas informações extraídas da revisão bibliográfica realizada na elaboração desta tese e foram listados alguns exemplos de iniciativas para o estudo de caso da tese.

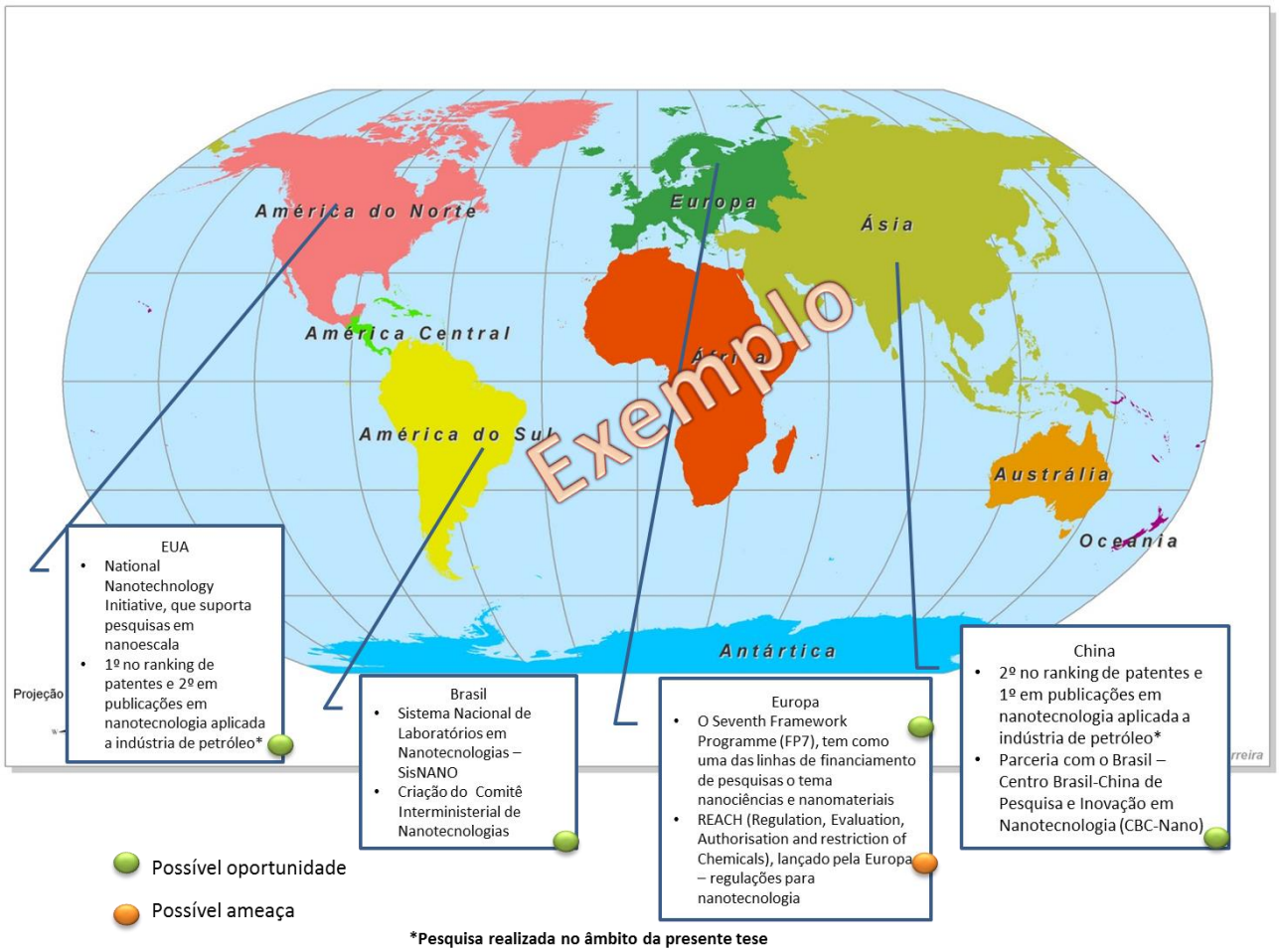

Figura 25 - Mapa Mundi com algumas informações sobre a nanotecnologia no Mundo

Fonte: Elaboração própria

No caso dos exemplos apresentados para os EUA e a China, em termos de seus posicionamentos nos rankings de artigos e patentes, estes podem indicar potenciais oportunidades de parcerias para desenvolvimento de pesquisas em nanotecnologia.

Dessa forma, pode-se observar que os incentivos e financiamentos oferecidos por diferentes países e instituições, como o caso da Europa, através do programa FP7 (*Seventh Framework Programme*), dos EUA, por meio da NNI (*National Nanotechnology Initiative*), e do Brasil, por meio de alguns programas de governo (como a criação do Comitê Interministerial de Nanotecnologia) e financiamentos do BNDES e FINEP, podem representar uma oportunidade para o desenvolvimento da nanotecnologia no Mundo e no Brasil.

Por outro lado, a existência de regulações no Mundo para a nanotecnologia pode gerar alguns impedimentos no desenvolvimento tecnológico. Já o Brasil ainda se encontra um pouco incipiente neste assunto.

Enfim, a proposta é que seja utilizada como forma de representação a sinalização de pontos relevantes de determinadas regiões para mostrar alguns dos principais marcos em termos de panorama mundial obtidos a partir da pesquisa realizada na primeira etapa do MOTT.

Outro aspecto que pode ser ressaltado é a classificação dos principais termos identificados nas pesquisas de patentes e de artigos, em curto/médio prazo para os temas ligados às patentes e em longo prazo, para os assuntos ligados aos artigos científicos.

No caso das patentes, considerando-se as cinco principais empresas listadas como maiores depositantes mundiais, alguns dos temas abordados foram: tratamento de fluidos de perfuração, nanorevestimentos, uso de nanomateriais para mitigação de corrosão, nanosensores, nanocompósitos nanomateriais aplicados aos processos de perfuração de poços, aplicação de nanomateriais para remoção de contaminantes em correntes de refinarias, dentre outros.

A pesquisa de patentes, em termos mundiais, indica uma possível tendência das instituições em buscarem aplicações para a nanotecnologia na exploração, produção e refino de petróleo e nos combustíveis, podendo representar oportunidades para as pesquisas em nanotecnologia no CENPES por meio de parcerias com as instituições, levando em alguns casos à necessidade de licenciamento da tecnologia.

Outro aspecto importante que deve ser observado é a possibilidade de os concorrentes desenvolverem determinadas tecnologias e disponibilizarem-nas primeiro no mercado. Das principais empresas depositantes de patentes no Mundo, a única empresa de petróleo identificada é a Exxon, que abordou vários tópicos, com foco nas áreas de exploração, produção e refino de petróleo e petroquímica. Entretanto, vale comentar que, em alguns casos, empresas concorrentes podem fazer parcerias para desenvolver tecnologias de interesse mútuo.

Além disso, foram observadas algumas empresas prestadoras de serviços para a indústria de petróleo, como a Baker Hugues, a Halliburton e a Schlumberger, que podem ser

potenciais parceiras, em um ambiente de inovação aberta. Empresas de outras áreas como a Toyota também podem vir a ser potenciais parceiras em determinados desenvolvimentos tecnológicos.

É importante observar que algumas instituições têm depositado patentes no Brasil em diferentes áreas e assuntos, podendo vir a atender às aplicações da Petrobras principalmente no Brasil. Isso pode gerar potenciais parcerias para o licenciamento de tecnologias.

Entre as empresas que mais depositaram no Brasil, podem ser citados como exemplos de assuntos abordados nas patentes: nanocompósitos, nanopartículas, nanotecnologia aplicada a *coatings*, materiais em nanoescala, dentre outros.

Já os artigos voltados para o segmento de óleo e gás, ainda que não em quantidades muito relevantes, observando-se de forma qualitativa, é possível encontrar a aplicação da nanotecnologia não apenas para petróleo, como também para energias renováveis ou alternativas, como o hidrogênio e o etanol, indicando possíveis estudos de longo prazo nestes outros temas.

No Brasil, conforme mostra a Tabela 21, há diferentes instituições que vêm publicando artigos em nanotecnologia aplicada a petróleo.

Com relação à consulta a especialistas, observou-se que as áreas de aplicação da nanotecnologia ligadas à energia renovável e a segurança, meio ambiente, saúde e toxicologia também parecem promissoras e podem representar potenciais oportunidades para a indústria de petróleo para proporcionar melhores soluções para questões ambientais enfrentadas por esta indústria ou caso esta venha a entrar no mercado de renováveis.

Observando-se as pesquisas de especialistas e grupos de pesquisa realizadas no Portal de Inovação e no diretório do CNPq, com base no Anexo 5, é possível observar diferentes tipos de intituições e especialistas na área de nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, indicando oportunidade de potenciais parcerias para as pesquisas em nanotecnologia do CENPES.

Por fim, retomando o conceito da rede de atores (já apresentada na Figura 9), podem-se apresentar alguns exemplos dos atores, em cada um dos elos, como base nas pesquisas realizadas e no conhecimento da própria área de tecnologia do CENPES:

- Governos, ministérios, agências e associações – no caso do Brasil, estes são, principalmente, o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), dentre outros ministérios e as agências/bancos de fomento, como o FINEP, CNPq, BNDES. Se o foco for o Mundo, é importante considerar o EUA, a União Europeia, a China, dentre outros países. Com relação às associações, no Brasil, há a ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial), que dentre seus estudos setoriais, inclui o de nanotecnologia.

- Companhias prestadoras de serviços para a indústria de petróleo – com base na pesquisa de patentes de nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, foram identificadas as empresas a seguir, como sendo as principais depositantes mundiais: Baker, Schlumberger e Halliburton.

- Companhias operadoras da indústria de petróleo – também a partir da pesquisa de patentes de nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, identificou-se a Exxon como sendo uma petroleira, dentre as principais depositantes de patentes mundiais. Outras operadoras identificadas a partir do conhecimento dos técnicos em nanotecnologia do CENPES são a Shell, a Total, a BP, a BG e a Conoco Phillips.

- Fornecedores de equipamentos (ou produtos) – a partir da pesquisa de patentes de nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, podem ser citadas, dentre as empresas, a Albemarle, a Akzo, a Basf. Além destes, de estudos dos técnicos da área de nanotecnologia do CENPES, foi identificada, por exemplo, a empresa Dow como potencial fornecedora de produtos nanotecnológicos.

- Universidades e instituições de P&D – com base na rede temática de nanotecnologia e demais parceiros da área de nanotecnologia do CENPES, foram podem ser citadas as instituições a seguir: LNS (Laboratório de Nanotecnologia Supramolecular), PUC-RIO (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro), UFPE (Universidade Federal de Pernambuco), UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), UFMG (Universidade Federal de

Minas Gerais), UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), USP (Universidade de São Paulo), UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), UFSCar (Universidade Federal de São Carlos), CTEx (Centro Tecnológico do Exército), UFABC (Universidade Federal do ABC), UFBA (Universidade Federal da Bahia) e Rice University, dos EUA. A partir da pesquisa de artigos, foram identificadas também algumas universidades nacionais e internacionais, conforme as Tabelas 19 e 21. Com base na pesquisa no Portal da Inovação e no CNPq, também foi possível encontrar algunas instituições brasileiras, apresentadas no Anexo 5.

- Áreas de P&D e Engenharia Básica do CENPES e Segmentos de Negócios – áreas ligadas aos diferentes segmentos da empresa, como exploração e produção, refino e petroquímica.

8.4. Monitoração

Detalhando-se a aplicação das técnicas de inteligência competitiva tecnológica e *foresight* dentro do MOTT para a área de nanotecnologia do CENPES, a quarta etapa (Figura 26) é a identificação dos itens a serem monitorados. Para isso, sugere-se que seja feita uma seleção e priorização, junto aos especialistas internos da área de nanotecnologia. Em seguida, devem ser identificadas as técnicas mais apropriadas e as fontes a serem utilizadas, bem como, devem ser definidos os atores a serem envolvidos, tanto interna, quanto externamente.

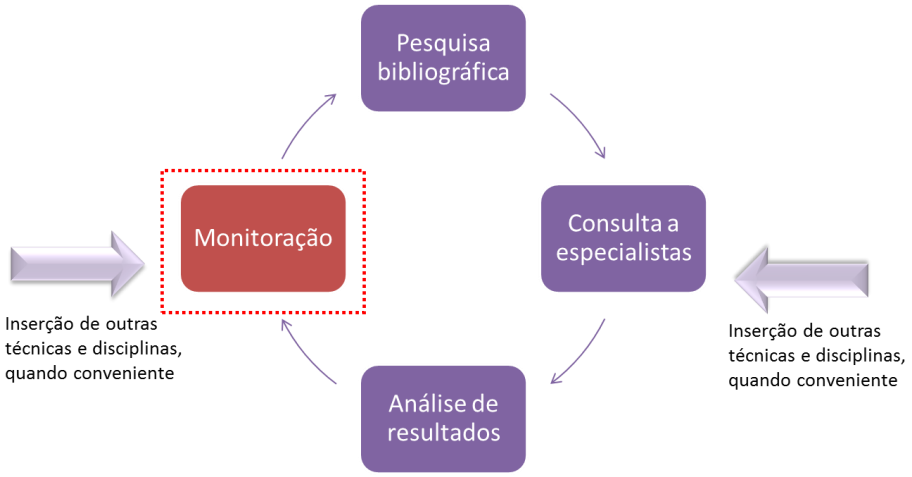

Figura 26 - Síntese do modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para nanotecnologia no CENPES

Fonte: Elaboração própria

Com base nos resultados das etapas anteriores, verifica-se a necessidade de monitorar os temas estudados pelas principais empresas prestadoras de serviços para a indústria de petróleo, bem como universidades, e as demais classificadas entre as principais depositantes de patentes no Brasil e no Mundo. O mesmo ocorre com as principais instituições que publicaram artigos científicos no tema. A metodologia para este acompanhamento é a pesquisa em bases de patentes e artigos e em consulta a especialistas. Ressalta-se a importância do monitoramento das principais regulações e incentivos para estudos de nanotecnologia no Brasil e no Mundo para nortear as pesquisas. Uma proposta é selecionar os países ou regiões que se mostraram mais relevantes, como, por exemplo: EUA, Europa, China e Brasil e, acompanhar por meio de notícias e relatórios.

Principalmente em temas que apresentam grande dinamismo como a nanotecnologia a participação em fóruns nacionais (públicos e privados) e eventos nacionais e internacionais é importante. As pesquisas na área de nanotecnologia se desenvolvem rapidamente sendo muito importante o monitoramento do tema, não se limitando à indústria de petróleo.

Devido à multidisciplinaridade do tema e suas potencialidades para os diversos segmentos industriais, a monitoração deve ser realizada por um grupo de especialistas. É desejável que sejam elencados tópicos de maior interesse como: materiais, polímeros, nanocompósitos, nanotecnologia em geral, e aplicações na nanotecnologia para energia e indústria de petróleo e gás para que os eventos destas áreas sejam mapeados e sujeitos a revisão bibliográfica quando necessário. Deve-se acompanhar os temas mais emergentes do

uso da nanotecnologia em outros campos de aplicação como energias renováveis, questões ambientais e o *drug delivery* (usado na indústria farmacêutica).

Contudo, os especialistas que realizam esta monitoração devem sempre fazer uma relação entre o objeto de estudo acadêmico/industrial e os desafios da empresa, ou seja, de que forma as tecnologias monitoradas poderão influenciar os desafios enfrentados pelo centro de pesquisas.

Durante as pesquisas, deve-se ter em mente a possibilidade de realização de acordos de cooperação para discussões e realização de testes junto a outras empresas e instituições de pesquisa. Muitas das vezes, estas parcerias alavancam a obtenção de produtos/informações relevantes para a aplicação da nanotecnologia.

Por fim, uma consulta a especialistas pode ser aplicada para enriquecer a monitoração, assim como para validar os resultados e pode conter participantes internos e/ou externos de acordo com o teor dos assuntos a serem tratados.

9. Considerações finais e recomendações

Esta tese teve como objetivo apresentar a proposta de construção de um modelo de observatório de tendências tecnológicas (MOTT) para um centro de P&D empresarial a fim de subsidiar a tomada de decisão em gestão tecnológica, com a realização de um estudo de caso na área de nanotecnologia do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES).

No âmbito desta tese foram pesquisadas iniciativas de observatórios de tendências existentes atualmente no mundo e verificou-se que não há muitos observatórios associados a empresas, sendo uma oportunidade de estudo para esta tese a construção de um modelo de observatório para centros empresariais de P&D.

Foram estudadas também, por meio de revisão bibliográfica e entrevistas, as técnicas de inteligência competitiva e *foresight*, as dimensões, os atores, dentre outras variáveis, necessárias para compor um observatório específico para a área de nanotecnologia do CENPES (foco do estudo de caso da tese), de forma a subsidiar a tomada de decisão na gestão tecnológica da área, considerando-se um ambiente de atuação por meio da inovação aberta, já que a área de nanotecnologia no CENPES realiza muitos projetos em parceria com universidades e empresas.

A área de nanotecnologia do CENPES foi escolhida como piloto pelo fato de ser uma área emergente e multidisciplinar e que passa por constantes evoluções, necessitando, por isso, de um maior acompanhamento de sinais e tendências que possam impactar suas tomadas de decisão e, dessa forma, a sistematização das atividades do observatório seria de grande valia.

É importante ressaltar que o CENPES reflete todos os segmentos da companhia, tendo áreas mais maduras e outras mais emergentes. A área de nanotecnologia é uma área mais emergente e menos tradicional na indústria de petróleo e, por isso, é importante um acompanhamento contínuo das principais tendências.

O modelo de observatório de tendências na área de nanotecnologia pode ajudar a instituição a se manter competitiva no mercado no âmbito da área em questão, através da tentativa de antecipação de tendências e sinais de mudanças, por meio da aplicação das

técnicas de inteligência competitiva tecnológica e de *foresight* (estudos de futuro) apresentadas no modelo.

Além disso, o observatório permite identificar potenciais parceiros para o desenvolvimento de pesquisas em conjunto, já que a área de nanotecnologia do CENPES se desenvolve, em grande parte, por meio de projetos de pesquisa junto a instituições externas, conforme comentado anteriormente.

Vale retomar a consideração de que o modelo de observatório de tendências proposto não representa necessariamente uma área ou estrutura específica dentro da instituição, mas sim, um conjunto de atividades sistematizadas que possibilitam a identificação de tendências e o acompanhamento contínuo de informações sobre a área de nanotecnologia.

Para o âmbito da inovação aberta, o MOTT proposto pode não apenas ajudar a identificar potenciais parceiros, como também, aproveitar o conhecimento dos parceiros e demais atores para a obtenção de informações e para a realização de discussões e reflexões sobre o futuro, por meio, por exemplo, de uma consulta a especialistas externos que pode complementar as informações já obtidas nas outras etapas do observatório.

A elaboração do modelo de observatório de tendências tecnológicas para nanotecnologia possibilitou realizar um panorama da área de nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, identificando-se grandes linhas de estudo, principais atores, novas áreas consideradas mais emergentes e de longo prazo e fatores condicionantes, como as formas de regulação e incentivos.

Neste estudo, foi possível verificar, por exemplo, a presença relevante de empresas prestadoras de serviços para a indústria de petróleo como principais depositantes mundiais na área de nanotecnologia aplicada a petróleo. Além disso, observou-se uma maior concentração de patentes depositadas em nanotecnologia aplicada à indústria de petróleo, classificadas nos elos ligados a combustíveis líquidos e gasosos (refino), obtenção de óleo cru e gás natural (exploração e produção) e processamento de petróleo (refino). Também foi possível visualizar, no âmbito das pesquisas de artigos, um foco maior das publicações provenientes de universidades, em departamentos ligados à área de petróleo, principalmente em três países: Tailândia, China e EUA.

A realização de uma consulta a especialistas externos também possibilitou

complementar os resultados, identificando-se, com base na opinião de destes especialistas, futuras linhas de aplicação da nanotecnologia à indústria de petróleo e energia, como renováveis e meio ambiente. Entretanto, vale comentar que esta pesquisa foi realizada em caráter piloto com o propósito de verificar se os especialistas externos se mostrariam abertos a contribuir neste tipo de processo e como resultado, obteve-se a participação de metade dos especialistas contactados.

Como estudos futuros relacionados ao modelo de observatório específico para nanotecnologia, sugere-se complementar e ampliar a pesquisa buscando verificar a aplicação da nanotecnologia para outras áreas da indústria de energia, como energias renováveis e biocombustíveis, além de questões ambientais (como a remediação de ambientes impactados pela indústria de petróleo), a fim de verificar o potencial de aplicação de soluções nanotecnológicas para essas áreas que, de alguma forma também estão relacionadas com a indústria de petróleo.

Outro estudo futuro que pode ser realizado está ligado ao aprimoramento de técnicas de inteligência competitiva e *foresight* com foco em centros de P&D empresariais, utilizadas no modelo de observatório de tendências, possibilitando-se estudar mais a fundo algumas dessas técnicas para ampliar suas contribuições ao MOTT.

Também para pesquisas futuras, porém para um âmbito um pouco mais geral na indústria de petróleo, sugere-se a realização de outros pilotos, procurando-se comparar áreas mais maduras desta indústria (como exploração e produção ou refino) com áreas mais emergentes, de forma a comparar as possíveis diferenças na estruturação das atividades de um observatório de tendências.

Além disso, após a realização dos pilotos, podem ser realizados estudos para avaliar os resultados das rodadas do observatório, de forma a verificar as contribuições das atividades do observatório para as áreas escolhidas como pilotos.

10. Bibliografia

ABIPTI (Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica) - http://www.abipti.org.br/ - Acesso em 30 abr. 2012.

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. (2010). Cartilha sobre nanotecnologia.

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. (2010). Estudo Prospectivo Nanotecnologia - Série Cadernos da Indústria ABDI - Volume XX.

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. (2010). Panorama de Nanotecnologia - Série Cadernos da Indústria ABDI - Volume XIX.

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. (2011). Nanotecnologias: subsídios para a problemática dos riscos e regulação.

ANPEI (Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras) - http://www.anpei.org.br/ - Acesso em 30 abr. 2012.

ALENCAR, M. S.; CANONGIA, C.; ANTUNES, A. M. S. The trends and geography of nanotechnological research. *Fennia*, 184, 1, 2006.

ALENCAR, M. S. *Estudo de Futuro através da Aplicação de Técnicas de Prospecção Tecnológica: o Caso da Nanotecnologia*. 2008. 193 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.

ALMEIDA, M.F.L. Desenvolvimento tecnológico sustentável na perspectiva empresarial: a experiência da Petrobras. *XI Seminário Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC*, 2005.

ALMEIDA, M.F.L. Sustentabilidade Corporativa, Inovação Tecnológica e Planejamento Adaptativo: Dos princípios a ação. 2006. 256 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), 2006.

ALVES, O. L. Nanotecnologia, nanociência e nanomateriais: quando a distância entre presente e futuro não é apenas questão de tempo. *Parcerias Estratégicas*, n. 18, p. 23-40, ago. 2004.

ASHTON, W. B.; KLAVANS R. A. *Keeping Abreast of Science and Technology*. United States of America: Battelle Memorial Institute, 1997.

ASHTON, W. B.; HOHHOF, B. *Competitive Technical Intelligence*. Alexandria: Competitive Intelligence Foundation, 2009.

BAHRUTH, E. B. *Prospecção tecnológica na priorização de atividades de C&T: caso QTROP-TB*. 2004. 177 f. Tese (Doutorado em Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) Escola de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

Base *Compendex* – Acesso em 13 de março de 2013.

Base *Derwent Innovations Index* (DII) – Acesso em 13 de março de 2013.

Battle of Concepts - http://www.battleofconcepts.com.br/ - Acesso em 10 de fevereiro de 2012.

BEZOLD, C. Lessons from using scenarios for strategic foresight. *Technological Forecasting & Social Change*, 77, 2010.

CANONGIA, C.; ANTUNES, A. M. S. Technological foresight and technological scanning for identifying priorities and opportunities: the biotechnology and health sector. *Foresight*, v. 8, n. 5, 2006.

CARVALHO, P. Prospectiva Tecnológica - conceitos, métodos e aplicações. *Prospectiva e Planeamento*, n. 14, 2007.

CHESBROUGH, H. The era of open innovation. *MIT Sloan Management Review*. v. 44, n.3, p.35-41, 2003.

CHIARONI, D., CHIESA, V. and FRATTINI, F. The Open Innovation Journey: How firms dynamically implement the emerging innovation management paradigm. *Technovation*, v. 32, p. 34-43, 2011.

COATES, J. F. Foresight in Federal Government Policy Making. *Futures Research Quarterly*, v. 1, p. 29-53, 1985.

COATES, V.; FAROQUE, M.; KLAVANS, R. On the future of technology forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, New York, v.67, p.1-17, 2001.

COBURN, M. M. *Competitive Technical Intelligence. A guide to design, analysis and action.* Washington, DC, American Chemical Society, 1999.

COSTANZO, L. A.; MACKAY, R. B. *Handbook of research on strategy and foresight.* Northampton: Edgard Elgar, 2009.

CHRISTENSEN, C. M. *The Innovator's dilemma*. Nova Iorque: HarperBusiness, 2000.

DAHLANDER, L.; GANN, D. M. How open is innovation? *Research Policy*, v. 39, p. 699–709, 2010.

Diretório CNPq – Acesso em Outubro de 2013.

DRUCKER, P., *The Pratice of Management*, Harper & Row, Nova York, EUA, 1955 *Apud* QUINTELLA, R. H. *The strategic management of technology in the chemical and petrochemical industry*. , Londres: Pinter publishers Ltda, 1993.

Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) 2012-2015 - http://www.fortec-br.org/EstrategiaNacionaldeCTIdoMCTI.pdf - Acesso em 07 de junho de 2012.

LOVE, J.H.; ROPER, S.; VAHTER, P. Learning from openness: the dynamics of breadth in external innovation linkages. *Strategic Management Journal*, 2013.

GEORGHIOU, L. (Ed.). *The handbook of technology foresight: concepts and practice.* Cheltenham Glos: Edward Elgar Publishing, 2008.

GODET, M.: *A caixa de ferramentas da prospectiva estratégica*. Lisboa: Ed. CEPES – Centro de Estudos de Prospectiva e Estratégica, 2000.

GODET, M. *Creating futures - scenario plannig as a strategic management tool*. França: Economica LTd., 2006.

História do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Miguez de Mello – CENPES/Petrobras – Relatório Final – Coordenação Heloisa Domingues - Realização: Museu de Astronomia e Ciências Afins, Maio 2003.

HUIZINGH, E. K. R.E. Open Innovation: state of the art and future perspectives. *Technovation*, v. 31, 2011.

Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia - http://nano.mct.gov.br/ - Acesso em 27 nov 2013.

Innocentive – http://www.innocentive.com/ - Acesso em 10 fev. 2012.

IRVINE, J.; MARTIN, B. *Foresight in Science*. London: Sage, 1984.

JOHNSTON, Ron. A importância do olhar no futuro: reflexões sobre as experiências australianas**.** *Revista Inteligência Empresarial*, n.5, p.3-15, 2000.

KERR, C.I.V. *et al*, A conceptual model for technology intelligence, Int. *J. Technol. Intel. Plan*., v. 2, n. 1, p. 73-93, 2006.

LEITÃO, D. M.; *et al*. Planejamento do desenvolvimento tecnológico na Petrobras. *Revista de Administração*, v. 23, n. 1, 1988.

LEITÃO, D. M. *Administração estratégica – abordagem conceitual e atitudinal.* Rio de Janeiro: SENAI/DN, Petrobras, 1996.

Lei da Inovação - LEI No 10.973, DE 2 DE DEZEMBRO DE 2004.

Lei do Bem – LEI No. 11.196, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2005.

Manual de Oslo - Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica – OCDE – Tradução FINEP, 2004.

MARCIAL, E.C.; GRUMBACH, R. J. S. *Cenários Prospectivos: como construir um futuro melhor*. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

MELO, C. P.; PIMENTA, M.. Nanociências e nanotecnologia. *Parcerias Estratégicas*, n.18, p. 9-21, 2004.

MILES, I. KEENAN, M, KAIVO-OJA, J. *Handbook of knowledge society foresight*. PREST e FRCC, 2002.

MILLER, J. P. *O milênio da inteligência competitiva*. Porto Alegre: Bookman, 2002.

Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação - Portal da Inovação – Acesso em Outubro de 2013.

NASA (National Aeronautics and Space Administration) - http://esto.nasa.gov/files/trl_definitions.pdf e http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl/trlchrt.pdf - Acesso em 30 de Junho de 2013.

Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (CGEE/NAE) – Estudos Estratégicos – Nanotecnologia - 2004/2005.

Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação – CGEE, 2006.

OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) - http://www.oecd.org/sti/nano/nanotechnology-relatedresourcesportalsnetworksandresearchfacilitiesbycountry.htm - Acesso em 30 de junho de 2013.

OLIVEIRA, M. G. *et al*. *Roadmapping: uma abordagem estratégica para o gerenciamento da inovação em produtos, serviços e tecnologias*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

PARREIRAS, V. M. A.; ANTUNES, A. M. S. Aplicação de *foresight* e inteligência competitiva em um centro de P&D empresarial por meio de um observatório de tendências: desafios e benefícios. *Revista Gestão e Conexões*, v.1, n.1, 2012.

PARREIRAS, V. M. A.; ANTUNES, A. M. S.; LOWE, L. Proposal of an Observatory of Trends for Nanotechnology in the Context of Technology Management in an Oil and Gas R&D Center – Case: Nanotechnology. *Journal of Technology Management & Innovation*, v.8, n.4, 2013.

Petróleo Brasileiro SA. – Documentos internos Petrobras – apresentações, padrões e relatórios.

PORTER, A. L.; ROPER, A. T.; MASON, T. W.; ROSSINI, F. A.; BANKS, J. *Forecasting and management of technology.* Estados Unidos: Wiley Series in Engineering and Technology Management, 1991.

PORTER, A. *et al.* Technology futures analysis: toward integration of the field and new methods. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 71, n. 3, p. 287-303, 2004.

PORTER, M. *Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. (trad.Elizabeth Maria de Pinto Braga). Rio de Janeiro: Campus, 1991.

PORTER, M. *Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior.* 7.ed. Rio de Janeiro : Campus, 1992.

REGER, G. Technology foresight in companies: From an indicator to a network and process perspective. *Technology Analysis & Strategic Management*, v. 13, n. 4, 2001.

ROTHWELL, R. Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*, v. 11, n. 1, 1994.

ROUSSEL, P. A.; SAAD, K. N.; BOHLIN, N. *Pesquisa e desenvolvimento - Como integrar P&D ao Plano Estratégico e Operacional das Empresas Como Fator de Produtividade e Competitividade.* Tradução José Carlos Barbosa dos Santos; revisão técnica Moysés Gedanke. São Paulo: Makron Books, 1992.

SCHUMPETER, Joseph A. *Capitalismo, socialismo e democracia.* Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

SCHWARTZ, P. *A arte da visão de longo prazo*. Rio de Janeiro: BestSeller, 2006.

Site Petrobras - http://www.petrobras.com.br/pt/ - Acesso em 07 jun. 2012.

STAREC, C. *et al*. *Gestão da informação, inovação e inteligência competitiva: como transformar a informação em vantagem competitiva nas organizações*. 1 ed. São Paulo, Saraiva, 2012.

The National Nanotechnology Initiative at five years: assessment and recommendations of the national nanotechnology advisory panel, 2005. Washington. 60 p.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. *Gestão da inovação*. 3 ed. Porto Alegre, Bookman, 2008.

TROTT, P.; HARTMANN, D. Why "Open Innovation" is old wine in new bottles. *International Journal of Innovation Management*, v.13, n.4, 2009.

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) TECHNOLOGY FORESIGHT MANUAL – v. 1 e 2, Viena, 2005.

UTTERBACK, J. M. *Dominando a dinâmica da inovação*. Qualitymark: Rio de Janeiro, 1996.

VON HIPPEL, E. *The sources of innovation*, Oxford University Press: New York, 1988

Patentes utilizadas como exemplos:

Principais depositantes - Mundo

BAKER HUGHES INC. Kushal Seth; Soma Chakraborty; Allen Grabrysch; Gaurav Agrawal. **Method of corrosion mitigation using nanoparticle additives**. US2012199357-A1, 04 fev. 2012, 09 ago. 2012.

BAKER HUGHES INC. John C. Welch; Soma Chakraborty. **Nano-coatings for articles**. US2012202047-A1, 07 fev. 2011, 09 ago. 2012.

BAKER HUGHES INC. Songhua Chen. **Precision marking of subsurface locations**. US2012234533-A1, 15 mar. 2011, 20 set. 2012.

BAKER HUGHES INC. Lirio Quintero; David E. Clark; Thomas A Jones. **Method for changing the wettability of rock formations**. AU2009262161-A1, 26 jun. 2008, 30 dez. 2009.

BAKER HUGHES INC. Tianping Huang; James B. Crews; John Robert Willingham. **Multifunctional Nanoparticles for Downhole Formation treatments.** US7703531-B2, 13 mai. 2004, 12 mar. 2009.

BAKER HUGHES INC. Kevin S. Tingler; Ketankumar K. Sheth; Suresha R. O'bryan; Jianzhong Yang; Tauseef Salma. **Additives for improving motor oil properties**. US8076809-B2, 20 jan. 2009, 29 jul. 2010.

BAKER HUGHES INC. Lirio Quintero; David E. Clark; McKellar; John Alexander. **Nanoemulsions**. US2010137168, 03 out. 2007, 03 jun. 2010.

BAKER HUGHES INC. Hendrik John; Volker Krueger; Thomas Jung; Dirk Froehlich. **Downhole mud motor and method of improving durability thereof.** US2010108393-A1, 04 nov. 2008, 06 mai. 2010.

BAKER HUGHES INC. Soma Chakraborty; Jiang Zhu; Gaurav Agrawal. **Nano-Coatings For Articles**. US2011200825-A1, 17 fev. 2010, 18 ago. 2011.

BAKER HUGHES INC. Rocco Difoggio. **A System And Method For Controlling Heat Flow In A Downhole Tool**. US8020621-B2, 08 mai. 2007, 13 nov. 2008.

BAKER HUGHES INC. James L. Overstreet. **Hardfacing Containing Fullerenes For Subterranean Tools And Methods Of Making**. US2009065260-A1, 12 set. 2007, 13 mar. 2009.

BAKER HUGHES INC. Tianping Huang; James B. Crews; Allen D. Gabrysch; Rick M. Jeffrey. **Controlling coal fines in coal bed operations**. US8230923-B2, 31 out. 2007, 07 jan. 2010.

SCHLUMBERGER. Rahimi B. Bhavsa. **Oil field device of swellable elastic body provided with nano sensors inside and method using same in oil field application**. CN101545371-A, 24 mar. 2008, 30 set. 2009.

SCHLUMBERGER. PRAD RESEARCH & DEVELOPMENT. Martin Luling; Gilles Mathieu; Anthony Veneruso. **Nanograss gamma detector**. US7767958-B2, 09 mar. 2007, 09 set. 2008.

SCHLUMBERGER. PRAD RESEARCH & DEVELOPMENT. Jean-Philippe Caritey; Melanie Cady. **Polymers and nanoparticles formulations with shear- thickening and shear-gelling properties for oilfield applications**. US8240380-B2, 20 set. 2006, 27 mar. 2008.

SCHLUMBERGER. Rong Xu Zheng; Frank Espinosa. **Improved inflatable packers**. US7331581-B2, 30 mar. 2005, 05 out. 2006.

SCHLUMBERGER. PRAD RESEARCH & DEVELOPMENT. Rejanah Steward; Glen Schilling; Manuel Marya; Nitin Y. Vaidya; Anthony L. Collins; Mark Kostinovsky. **Oilfield tools comprising modified-soldered electronic components and methods of manufacturing same**. US2010012708-A1, 16 jul. 2008, 21 jan. 2010.

SCHLUMBERGER. Kenneth R. Goodman. **Low temperature oxidation for enhanced oil recovery**. US7543638-B2, 10 abr. 2006, 10 out. 2007.

SCHLUMBERGER. Evigenii Borisovna Barmatov; Anatoli Vladimirovich Medvedev; Maria Vyacheslavovna Barmatova. **Biocida para os líquidos utilizados na produção de hidrocarbonetos**. RU2008115418, 29 dez. 2007, 10 jan. 2010.

SCHLUMBERGER. PRAD RESEARCH & DEVELOPMENT. Valerie Lafitte; Laetitia Corde; Laurent Pirolli; Gary John Tustin; Bruno Drochon. **Thickening of fluids**. WO2012071462-A1, 24 nov. 2010, 31 mai 2012.

SCHLUMBERGER. PRAD RESEARCH & DEVELOPMENT. Bertrand Bourlon; Joyce Wong; Paul Guieze. **Gas chromatograph column with carbon nanotube-bearing channel**. US2011011157-A1, 16 jul. 2009, 20 jan. 2011.

SCHLUMBERGER. NISSHIN KOGYO. SHINSHU UNIV. Toru Noguchi; Hiroyuki Ueki; Shigeki Inukai; Masaei Ito; Raghu Madhavan; Morinobu Endo; Satoshi Iinou. **Seal member**. US2011156355-A1, 28 dez. 2009, 30 jun. 2011.

SCHLUMBERGER. NISSIN KOGYO CO LTD. UNIV SHINSHU. Toru Noguchi; Hiroyuki Ueki; Shigeki Inukai; Masaei Ito; Raghu Madhavan; Morinobu Endo; Satoshi Iinou. **Dynamic seal member**. US2011156357-A1, 28 dez. 2009, 30 jun. 2011.

SCHLUMBERGER. Diankui Fu; Keith Dismuke; Stephen Davies; Piyarat Ann Wattana. **Viscoelastic fluids for oilfield uses**. US7244694-B2, 02 set. 2004, 02 mar. 2006.

SCHLUMBERGER. PRAD RESEARCH & DEVELOPMENT. Joseph Varkey. **Down-hole monitoring cable with hydrogen absorbing layer**. US7769251-B2, 12 nov. 2007, 26 nov. 2008.

HALLIBURTON. Christopher M. Jones; Jing Shen; Michael T. Pelletier; Marian L. Morys. **Spectroscopic nanosensor logging systems and methods**. WO2011153190-A1, 01 jun. 2010, 08 dez. 2011.

HALLIBURTON. Rajesh Kumar Saini; Feng Liang; David Mark Stribling. **Polymeric pump parts**. US2012141308-A1, 07 dez. 2010, 06 jun. 2012.

HALLIBURTON. Philip D. Nguyen; David L. Lord. **High strength particles and methods of their use in subterranean operations.** US7036592-B2, 22 mai. 2003, 27 jan. 2005.

HALLIBURTON. John H. Hales; John D. Burleson; John P. Rodgers. **Perforating apparatus for enhanced performance in high pressure wellbores**. US2010300750-A1, 28 mai. 2009, 29 nov. 2010.

HALLIBURTON. Jeremy Buc. Slay; Steven G. Streich. **Contacting surfaces using swellable elements**. US2008220991-A1, 06 mar. 2007, 11 set. 2008.

HALLIBURTON. CURTIS PHILIP ANTHONY. Johanna A. Haggstrom; Jimmie D. Weaver. **UV light treatment methods and system**. US2011166046-A1, 06 jan. 2010, 07 jul. 2011.

HALLIBURTON. Jeremy Buc Slay; Thomas Wayne Ray. **Downhole seal element formed from a nanocomposite material.** EP1533469-B1, 20 nav. 2003, 25 mai. 2005.

HALLIBURTON. Neil Hepburn; Espen Dahl; William Shaun Renshaw. **Well assembly with a composite fiber sleeve for an opening**. US2011226467-A1, 18 mar. 2010, 22 set. 2011.

HALLIBURTON. CURTIS PHILIP ANTHONY. Craig W. Roddy; Jiten Chatterji; Roger S. Cromwell. **Well treatment compositions and methods utilizing nano-particles**. US7559369-B2, 10 mai. 2010, 13 nov. 2011.

HALLIBURTON. CURTIS PHILIP ANTHONY. **Electrically conductive oil-based drilling fluids**. US2011254553-A1, 15 abr. 2010, 20 out. 2011.

EXXONMOBIL. **Hydrocarbon hydroprocessing using bulk catalyst composition.** EP2103347-A1, 17 mar. 2008, 23 set. 2009.

EXXONMOBIL. Adnan Ozekcin; Hyunwoo Jin; Erika A. Ooten Biediger; Jeffrey R. Bailey; Vishwas Gupta; Mehmet Deniz Ertas; William C. Elks; Narasimha-Rao Venkata Bangaru. **Ultra-low friction coatings for drill stem assemblies**. US8220563-B2, 20 ago. 2008, 25 fev. 2010.

EXXONMOBIL. Jeffrey R. Bailey; Erika A, Ooten Biediger; Narasimha-Rao Venkata Bangaru; Adnan Ozekcin; Hyunwoo Jin; Charles Shioa-Hsiung Yeh; Michael D. Barry; Michael T. Hecker; Mehmet Deniz Ertas. **Coated oil and gas well production devices**. WO2010096039-A1, 18 ago. 2009, 19 ago. 2010.

EXXONMOBIL. Krishnan Sankaranarayanan; Himanshu Gupta. **On-board desulfurization system**. US2010282567-A1, 08 mai. 2009, 11 nov. 2010.

EXXONMOBIL. Brian J. Fitzgerald; Hyun-Woo Jin; Raghaven Ayer; Yu Feng Wang. **Protective coatings for petrochemical and chemical industry equipment and devices**. US2011162751-A1, 23 dez. 2009, 30 jun. 2011.

EXXONMOBIL. Mohsen S Yeganeh; Peter W. Jacobs; Ian A. Cody; Steven W. Levine; Eric B. Sirota; Ramesh Gupta; Walter Weissman. **Methods and systems to remove polar molecules from refinery streams**. US2011139687-A1, 14 dez. 2009, 16 jun. 2011.

EXXONMOBIL. Chuansheng Bai; El-Mekki El Malki; Jeff Elks; Zhigou Hou; Jon M. Mcconnachie; Pallassana S. Venkataraman; Jason Wu; Jun Han; Daniel Giaquinta; Alfred Hagemeyer; Valery Sokolovskii; Anthony F. Volpe Jr; David M. Lowe. **Bulk group viii/vib metal catalysts and method of preparing same**. EP2083947-A2, 11 out. 2006, 17 abr. 2008.

TOYOTA. Shinichi Takeshima; Toru Sasatani. **Nanoparticle loading method**. JP4711014-B2, 18 mar. 2009, 23 set. 2010.

TOYOTA. Hideaki Kasai; Hiroshi Nakanishi; Yoshio Miura; Wilson Agerico Tan Dino; Takeshi Sugimoto. **Hydrogen occlusion substance and its manufacture, and hydrogen emission method from hydrogen occlusion substance**. JP2004237232-A, 07 fev. 2003, 26 ago. 2004.

TOYOTA. Hiroto Hirata. **Water-gas-shift reaction catalyst**. JP2003236377-A, 13 fev. 2002, 26 ago. 2003.

Principais depositantes - Brasil

AKZO NOBEL. Elwin Schomaker; Robin Winters. **Process for preparing organically modified layered double hydroxide**. US7786202-B2, 06 dez. 2005, 31 ago. 2010.

AKZO NOBEL. Siebe Cornelis De Vos; Elwin Schomaker; Robin Winters**. Clay comprising charge-balancing organic ions and nanocomposite materials comprising the same.** EP1814822-B1, 01 dez. 2004, 16 abr. 2008.

AKZO NOBEL. Siebe Cornelis De Vos; Elwin Schomaker. **Polymer-containing composition, its preparation and use.** EP1765925-A1, 23 jun. 2004, 28 mar. 2007.

AKZO NOBEL. Dennis Stamires; Paul O'Connor; Erik Jeroen Laheij; Johannes Wilhelmus Maria. **Continuous process and apparatus for the efficient conversion of inorganic solid particles.** US6903040-B2, 10 mai. 2001, 07 jun. 2005.

DIRECTA PLUS. Robert A. Mercuri. Process for the production of engineered catalyst materials. EP1922144-B1, 10 ago. 2005, 04 jul. 2012.

DIRECTA PLUS. Robert A. Mercuri. **Apparatus for the continuous production of nano-scale metal particles**. US2007286778-A1, 10 ago. 2005, 13 dez. 2007.

ALBEMARLE. Paul O'connor; King Yen Yung; Avelino Corma Canos; Elbert Arjan De Graaf; Erja Päivi Helena Rautiainen. **Fcc process with basic catalyst**. EP1966350-B1, 22 dez. 2005, 15 dez. 2010.

INTEVEP. Adriana Carolina Hurtado Acevedo; Susana Isabel Martinez Mendez; Yibran Argenis Perera Mercado; Johanna Carolina Cano Ramirez. **Nano-Additive for Hydrocarbon Well Cementing Operations**. AU2008240323-B2, 20 nov. 2008, 23 set. 2010.

INTEVEP. Douglas Espin; Juan Carlos Chavez; Aaron Ranson. **Method for consolidation of sand formations using nanoparticles**. US6513592-B2, 28 fev. 2001, 03 fev. 2003.

INTEVEP. Douglas Espin; Aaron Ranson; Mariela Araujo. **Method for removing H2S and CO2 from crude and gas streams**. US6447577-B1, 23 fev. 2001, 10 set. 2002.

SCHLUMBERGER. Melissa Ver Meer. **Oilfield nanocomposites**. GB2410264-B, 16 dez. 2005, 17 jan 2012.

ANEXO 1

Metodologias de *Foresight*, Inteligência Competitiva Tecnológica, Prospectiva, Prospecção Tecnológica e Estudos de Futuro

Neste tópico, são apresentadas as principais metodologias identificadas na revisão bibliográfica, seguidas de suas definições e respectivos autores. Vale ressaltar que algumas metodologias foram comuns a mais de um autor, outras não. O objetivo não foi esgotar todas as metodologias existentes, mas sim, listar aquelas metodologias encontradas na revisão bibliográfica, sobre as quais os autores apresentaram as definições, de forma que fosse possível montar um panorama das metodologias e suas descrições mostradas pelos respectivos autores que as citaram.

É importante comentar também que, não necessariamente os autores são os responsáveis pela criação da metodologia, em geral, eles citaram essas metodologias em seus estudos como sendo técnicas aplicáveis nos trabalhos de *foresight* ou inteligência competitiva tecnológica.

A seguir, são apresentadas as principais metodologias identificadas na revisão bibliográfica desta tese. Vale ressaltar que as metodologias que apresentavam características semelhantes foram detalhadas em conjunto.

1. Análise de megatendências/tendências/extrapolação de tendências/análise de série temporal

Georghiou (2008) apresenta o termo Análise de Megatendências, que está entre as ferramentas de *forecasting* estabelecidas há mais tempo e fornece uma idéia de como desenvolvimentos passados e presentes podem se assemelhar no futuro, assumindo que o futuro seria uma continuação do passado. Podem existir grandes mudanças, mas são extensões dos padrões previamente observados. Assume que certos processos continuarão a operar, direcionando as tendências. Tal fenômeno se refere a um nível macro que inclui vários sub-fenômenos. A análise de impactos busca identificar impactos potenciais que as principais tendências ou eventos teriam nos sistemas, regiões, políticas, pessoas, etc. Os impactos podem ser descritos em termos de probabilidade (provável, possível ou especulativo), tempo

de ocorrência (curto, médio ou longo prazo), força e conseqüências esperadas (positiva, negativa ou neutra).

Já Ashton e Hohhof (2009) apresentam o termo "Análise de Tendências", indicando que este consiste em uma família de métodos quantitativos relacionados usados para identificar, prever e entender movimentos de longo prazo entre variáveis específicas em dados de série temporal, ajudando a visualizar tendências que podem afetar a competitividade futura da companhia permitindo que os decisores tenham tempo para dar respostas estratégicas apropriadas.

Porter *et al* (1991) citam o termo "Análise de Tendências", conceituando-o como sendo o uso de técnicas matemáticas ou estatísticas para projetar séries temporais para o futuro e o termo "Extrapolação de Tendências", que usa o passado para antecipar o futuro, utilizando técnicas matemáticas e estatísticas. O relatório UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005) afirma que uma tendência está relacionada a dados históricos e a extrapolação significa que esses dados são projetados para frente. Em complemento, o relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) indica que os dados históricos estão disponíveis para alguns fenômenos. Elaborando uma curva com uma série desses dados, é possível ter *insights* para o desenvolvimento de uma tendência.

Por fim, Georghiou (2008) apresentam o termo "Análise de Série Temporal", uma metodologia bastante relacionada à extrapolação de tendências, que envolve a identificação de figuras para medir mudanças ao longo do tempo. Os indicadores são geralmente construídos a partir de dados estatísticos com o propósito de descrever, monitorar e medir a evolução e o estado atual de questões relevantes. Os indicadores podem ser econômicos, ambientais, sociais, científicos, tecnológicos, dentre outros.

2. Mapas tecnológicos/*Technology roadmapping*

Coates *et al* (2001) mostram que o *roadmap* projeta os principais elementos tecnológicos de design e manufatura de um produto, com estratégias para alcançar marcos desejáveis de forma eficiente. Em um contexto mais amplo, o *roadmap* de C&T proporciona consenso sobre visão de futuro para C&T.

Segundo o relatório UNIDO *Technology Foresight Manual* (2005), os *roadmaps* são usados para suportar o planejamento estratégico tecnológico, permitindo que os

desenvolvimentos tecnológicos sejam alinhados a tendências e *drivers* de mercado. O relatório aborda alguns tipos de *roadmaps*, como, por exemplo:

- Uso de *roadmaps* no planejamento estratégico - Inclui a dimensão estratégica, em termos de suporte da avaliação de diferentes oportunidades ou ameaças, tipicamente no nível de negócios.
- Uso de *roadmaps* no planejamento de longo prazo - Amplia o horizonte do planejamento e é frequentemente utilizada em foresight nacional ou regional.

Georghiou (2008) apresenta o termo "*Roadmapping"*, como sendo um método que delineia o futuro de um campo de tecnologia, gerando uma linha do tempo para o desenvolvimento de várias tecnologias inter-relacionadas e inclui, frequentemente, fatores como estruturas regulatórias e de mercado. É uma técnica amplamente usada em indústrias de alta tecnologia, onde serve para ferramenta de comunicação, troca e desenvolvimento de visões compartilhadas e como método para comunicar expectativas sobre o futuro para outras partes. Requer inputs de pessoas com conhecimento profundo sobre a área foco. O termo "*Roadmap"* é usado para descrever todos os tipos de planejamentos futuros para estágios de desenvolvimento esperados. Embora a elaboração do *Roadmap* não se baseie tanto em números e estatísticas, o resultado real pode ser expresso na forma de metas quantitativas.

Ashton e Hohhof (2009) afirmam que a metodologia de *roadmap* produz planos baseados no tempo, usados para planejamento tecnológico e tentativas de prever os passos necessários em relação ao alcance de metas tecnológicas. Os *roadmaps* ajudam as empresas a identificarem, selecionarem e desenvolverem opções tecnológicas para satisfazer mudanças, operações futuras, demandas de produtos ou serviços.

Segundo Oliveira (2012), o *roadmap* possibilita alinhar visões diferentes, buscando responder a três questões: "Onde estamos?", "Aonde queremos chegar?", e "Como chegaremos?", estruturando algumas perspectivas ao longo de uma linha do tempo, por meio de uma visualização gráfica.

3. Pesquisa *Delphi*

Segundo o relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002), a Pesquisa *Delphi* foi empregada pela primeira vez em 1948, pela Rand Corporation, para estimar os efeitos prováveis de um maciço ataque atômico aos EUA e seu nome foi uma homenagem ao Oráculo de Delfos. É uma metodologia de trabalho em grupo que busca a convergência de

opiniões. Porter *et al* (1991) afirmam que esta é uma técnica que assegura anonimato, interação e *feedback* controlado, composta de uma série de questionários feitos em rodadas. No relatório UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005), comenta-se que esta técnica foi desenvolvida pelos EUA, pela RAND Corporation e envolve uma pesquisa de opinião, em que é provido um *feedback* aos respondentes. A pesquisa circula pelos respondentes pelo menos 2 vezes e é anônima.

Georghiou (2008) complementa que a Pesquisa *Delphi* como um método que envolve a votação repetida dos mesmos indivíduos, dando *feedback* (ocasionalmente) de respostas anônimas de rodadas anteriores, com a idéia de que isso permitirá melhores julgamentos. As pesquisas *Delphi* são realizadas em duas ou três rodadas e são geralmente empregadas para elicitar visões sobre se e quando desenvolvimentos particulares podem ocorrer, mas a técnica pode ser utilizada para qualquer tipo de opinião ou informação, como, por exemplo, impacto de tecnologias. A *Delphi* é frequentemente usada com foco em visões dominantes que emergem, porém pode ser orientada para delinear diferentes pontos de vista. As pesquisas *Delphi* podem ser feitas *on-line*, e seus resultados são usados para preparar recomendações, planos de ação, *roadmaps*, dentre outros.

4. Painéis de especialistas

Georghiou (2008) afirma que este é um método que reúne grupos de pessoas dedicadas a analisar e combinar seus conhecimentos a respeito de uma determinada área de interesse. Eles podem ser locais, regionais, nacionais e internacionais. São geralmente organizados para trazer um *expertise* legitimado, mas podem tentar incluir perspectivas visionárias, imaginativas e criativas. Métodos como *brainstorming* e discussões focadas são comuns nos painéis, mas, para painéis temáticos (exemplo: nanotecnologia, biotecnologia), podem ser utilizados os seguintes métodos: pesquisa de opinião, *Delphi*, análise estrutural, dentre outros. Em adição a isso, o relatório UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005) ressalta que, em geral, são processos centrais nos exercícios de *foresight*, podem ter várias formas e tamanhos, envolvendo atividade participativa e, podendo, em muitos casos, ter seus resultados publicados em relatórios.

5. Tecnologias críticas

O relatório UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005) mostra que a metodologia de tecnologias críticas é uma abordagem útil para avaliar várias tecnologias (ou direções de pesquisas) quando a seleção de prioridades é a tarefa principal de um exercício de *foresight*. Algumas questões importantes são: quais são as áreas críticas de P&D, quais são as tecnologias críticas que devem ser preferencialmente suportadas por recursos, que critérios devem ser aplicados para escolher tecnologias críticas; quais são as medidas mais importantes que devem ser discutidas no nível político para permitir a implementação de resultados. Os critérios para uma tecnologia ser considerada crítica são: indicar intervenções políticas relevantes, haver clara distinção entre tecnologias críticas e não-críticas, o método deve ser transparente, robusto e acessível publicamente e ser reproduzível mesmo por aqueles que não participaram diretamente do exercício.

Georghiou (2008) afirma que este é um método que envolve a elaboração de uma lista de tecnologias chave para uma indústria específica, país ou região. Uma tecnologia é considerada chave se ela contribui para a criação, se ajuda a aumentar a qualidade de vida dos cidadãos, se é importante para a competitividade corporativa, ou se é uma tecnologia de base, que influencia muitas outras tecnologias. Quando o método é implementado (através de painéis de especialistas ou pesquisas, por exemplo), é necessário algum processo de priorização (exemplo: votação, análise multicritério ou análise de impacto cruzado). O exercício geralmente é orientado a tecnologias emergentes. Envolve especialistas em vários campos, mas pode também envolver outros *stakeholders*.

6. Modelagem e simulação

Porter *et al* (1991) indiquem a metodologia de modelagem e simulação é uma representação simplificada da estrutura e dinâmica de uma parte do mundo real. Pode ser utilizada para prever o comportamento de um sistema.

O relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) afirma que modelagens computacionais são utilizadas para simular sistemas que tenham propriedades facilmente quatificáveis. Tais modelos são baseados em análises extensivas de dados estatísticos e as relações entre as variáveis. Em complemento, o relatório UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005) comenta que pode ser utilizada para projetar como o sistema operará ao longo do tempo ou como um resultado de intervenções específicas.

Georghiou (2008) indica que este é um método que se refere ao uso de modelos baseados em computação que relacionam os valores alcançados por variáveis particulares. Modelos simples podem ser usados em relações estatísticas entre duas ou três variáveis apenas. Modelos mais complexos podem usar centenas, milhares ou até mais variáveis (por exemplo: modelos econométricos usados na tomada de decisão em economia). Os modelos são geralmente utilizados em atividades de planejamento. Muitos estudos de futuro empregam modelos que envolvem relações que são variáveis e não-lineares, cuja calibração é altamente difícil. Neste mesmo sentido, Ashton e Hohhof (2009) utilizam o termo análise de simulação, considerando que este emprega uma ampla variedade de técnicas baseadas em computação para a simulação de situações futuras e relacionamentos. Estas técnicas ajudam a prever o resultado de vários cursos de ação tomados em resposta a situações futuras apresentadas na simulação.

7. Análise bibliométrica/ cientometria

O relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) afirma que a análise bibliométrica possibilita examinar o número de artigos de periódicos sobre determinado tema. Coates *et al* (2001) complementam que essa análise é relativa à contagem de publicações e citações, podendo ser utilizada no estudo de tecnologias emergentes. Georghiou (2008) afirmam que este é um método baseado em análise estatística e quantitativa de publicações. Esse método pode envolver o mapeamento do número de publicações emergentes em uma área, talvez focando nos resultados de diferentes países em diferentes campos e como eles se desenvolvem ao longo do tempo. Envolve ferramentas de índice de citações de acesso ou *textmining*.

Ashton e Hohhof (2009) comentam que esta metodologia incorpora análises múltiplas de artigos publicados para identificar o perfil de esforços em uma determinada tecnologia emergente, com o objetivo de identificar tendências em publicações, patentes, citações ou padrões de atividades de projetos. Pode descobrir tendências ainda não vistas pelos concorrentes, permitindo que a empresa adote estratégias para obter vantagens competitivas de oportunidades identificadas. Estes autores também falam sobre o termo cientometria, que aplica técnicas bibliométricas para o estudo da estrutura e evolução da ciência através da mensuração de publicações científicas e permite que o analista identifique cientistas e desenvolvimentos cientificos. O analista pode identificar o potencial de introdução de

produtos, bem como verificar onde o P&D está concentrado e as colaborações entre cientistas que podem indicar um provável investimento futuro em um campo em desenvolvimento.

Por fim, Coates *et al* (2001) também comentam sobre a cientometria como sendo o estudo da estrutura e evolução da ciência e poderia ser uma fonte relacionada a novos modelos e técnicas.

8. Análise de patentes/Mapeamento de patentes

Para Porter *et al* (1991) a análise de patentes provê informações sobre mudanças tecnológicas e requer pesquisa em base de dados. Ashton e Klavans (1997) afirmam que a busca de patentes pode ser produtiva, ajudando a identificar informações sobre tecnologias, competidores, pessoal ligado à área científica, dentre outras. Coburn (1999) comenta que as patentes são uma excelente fonte de coleta primária, podendo ser feito um perfil de uma tecnologia ou um perfil dos competidores, por exemplo. Segundo Miller (2002), é possível identificar as patentes, os inventores, as empresas detentoras, os tipos de tecnologias e as referências a patentes anteriores.

Georghiou (2008) comenta que a análise de patentes é similar à análise bibliométrica, porém usa patentes no lugar de publicações, provê inteligência estratégica em tecnologias e pode ser utilizada para indicar vantagem competitiva revelada, baseada na liderança no desenvolvimento tecnológico. Ajuda a entender quem são os líderes provedores de tecnologias e pode ser usada para comparar empresas e países, ou diferentes áreas tecnológicas. Análises quantitativas usam métodos estatísticos para observar o número de registros de patentes, enquanto que análises qualitativas podem focar mais no conteúdo das patentes.

Ashton e Hohhof (2009) complementam que esta metodologia inclui análises de estatísticas, conteúdo, citação e família de patentes. A informação de patentes compreende informação técnica, gerencial e legal de grande importância para a avaliação de tendências tecnológicas, estratégias e P&D de competidores, ou relatórios de empresas, indústrias ou países. A análise estatística e a visualização torna a informação digerível e ajuda a tomada de decisão. Essa análise permite que a empresa avalie sua competitividade atual em ciência e tecnologia e tendências nesta área.

O relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) indica que a metodologia pode ser usada para analisar o desenvolvimento tecnológico em áreas de

interesse, possibilitando a identificação de sinais de atividades que proporcionam desafios tecnológicos para os modos de operação estabelecidos de uma indústria.

Outro método relacionado à análise de patentes é o mapeamento de patentes que, segundo Ashton e Hohhof (2009), é uma forma de visualizar a análise de patentes. Ajuda os analistas a avaliarem tendências em desenvolvimento tecnológico e o posicionamento competitivo pelas empresas, de aplicações ou produtos dentro de áreas tecnológicas. Desenvolvimentos recentes incluem uma melhoria em técnicas usadas para avaliar a base competitiva tecnológica da empresa, uma mudança de ênfase em atividades de negócios ao longo do tempo, e a identificação de tecnologias essenciais nas quais o portfólio de uma organização é baseado.

9. Revisão bibliográfica

Ashton e Klavans (1997) colocam a revisão de literatura como parte da atividade de *technology scouting* realizada no âmbito da inteligência competitiva tecnológica. Georghiou (2008) relacionam como parte das metodologias de *foresight* a revisão bibliográfica, usada atualmente para diferentes tipos de pesquisa. Segundo os autores, este método faz parte dos processos de mapeamento ambiental. As revisões geralmente usam um estilo de escrita discursivo e são estruturadas em torno de temas e teorias relacionadas. Ocasionalmente, a revisão pode procurar explicar as opiniões e visões de futuro de diferentes autores e envolve a análise de livros, relatórios, jornais, websites, dentre outros. Frequentemente, requerem um especialista no tópico em estudo que utilize seu conhecimento para identificar contribuições cruciais e sintetizar suas implicações.

10. *Environmental scanning*/Varredura do ambiente externo/Análise macroambiental (STEEPV)

O relatório UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005) apresenta o termo *environmental scanning*, utilizado para analisar o ambiente des organizações, várias técnicas podem ser utilizadas, como *surveys*, *genius forecasting* e análises de fontes de documentos. Existem algumas formas de *environmental scanning*: passivo (leitura de jornais, revistas e periódicos relevantes, televisão, sem realmente pensar sobre isso, mantendo-se atualizado); ativo (acompanhamento de fontes particulares, talvez fazendo um esforço para ampliar o escopo além da área coberta por um processo mais formal); e dirigido (organizado dentro de

um time, implicando em uma organização muito mais organizada e seletiva para um propósito específico).

Georghiou (2008) apresenta a técnica denominada de varredura do ambiente externo, um método que envolve observação, análise, monitoração e descrição sistemática dos contextos ético, político, ambiental, econômico, tecnológico e social de um país, uma indústria, uma organização, dentre outros. As técnicas de mapeamento podem ser mais ou menos formalizadas, podem ser sistemáticas e conter formas compreensivas de busca, via pesquisa de literatura, SWOT, pesquisa na internet, análise de patentes e bibliométrica, etc. É uma atividade delegada a consultores ou acadêmicos, especializados em monitorar tendências reportadas em mídia de massa ou científica.

Também relacionada a esse tipo de metodologia, existe a análise macroambiental (STEEPV), apresentada no relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) como sendo a análise de aspectos sociais, tecnológicos, econômicos, ambientais, políticos e de valores é um sistema para classificação de tendências relevantes e desenvolvimentos potenciais. O uso da análise STEEPV requer conhecimento no grupo de trabalho, bem como informações, incluindo dados numéricos, em cada um dos três temas. Segundo Ashton e Hohhof (2009), esta técnica promove um melhor entendimento dos fatores que afetam a competição no nível da indústria. Os fatores STEEP são frequentemente a fonte de disrupção, eventos, questões ou tendências que podem impactar a competição.

11. *Backcasting*

Georghiou (2008) comenta que a metodologia de *backcasting* envolve trabalhar com um futuro imaginado para estabelecer o caminho que deveríamos tomar a partir do presente. Envolve a criação de um futuro desejado e a identificação (geralmente, através de brainstorming) de todos os eventos, ações e marcos necessários para que o futuro desejado seja alcançado. Ashton e Hohhof (2009) complementam que esta técnica requer que o analista considere mudanças no presente que seriam requeridas para se chegar a alternativas de futuro definidas. O analista identifica e define os passos necessários para alcançar as condições de futuro vislumbradas. Esta ferramenta ajuda a empresa a se afastar do pensamento extrapolativo, em que as estratégias são meramente projetadas para o futuro.

12. Análise multicritério

Marcial e Grumbach (2006) afirmam que a análise multicritério é um conjunto de técnicas que serve para facilitar a tomada de decisão sobre um problema, quando se precisa levar múltiplos pontos de vista, possibilitando priorizar ou reduzir os fatores que devem ser considerados. Georghiou (2008) complementa que este é um método usado como técnica de priorização e suporte à decisão, especialmente em situações complexas e problemas, onde há critérios múltiplos em que se pesa o efeito de uma intervenção particular. Neste método, os participantes definindo a importância de vários critérios de avaliação e o impacto de uma série de opções, políticas ou estratégias em cada critério. Os escores finais são calculados com base em conjuntos de julgamentos e análises de sensibilidade podem ser conduzidas (por exemplo, através da atribuição de pesos).

Dentre as técnicas da análise multicritério, Porter *et al* (1991) comenta sobre o Método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) que é um tipo de análise multicritério, composto por um processo hierárquico, com quatro estágios básicos: sistematização de julgamentos em direção a uma hierarquia ou árvore; comparações em pares; síntese dos julgamentos em pares para se chegar aos julgamentos gerais; teste dos julgamentos para verificar se a combinação deles tem consistência. O relatório UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005) complementa que a técnica pode ser utilizada para descrever cenários em termos de indicadores. Embora criada fundamentalmente para suporte à tomada de decisão, esta ferramenta também pode ser aplicada a visões de futuro. Dá uma perspectiva causal dos processos de criação de cenários futuros. Uma rede hierárquica para construir o modelo de probabilidade de cada cenário possível.

Por fim, Marcial e Grumbach (2006) afirmam que o método foi Desenvolvido por Thomas L. Saaty na década de 90. É um método multicritério em que o problema é decomposto em níveis hierárquicos para facilitar sua estruturação e avaliação. Os elementos são comparados par a par.

13. Análise de impactos cruzados

Porter *et al* (1991) comentam que a análise de impactos cruzados é focada nos efeitos que as interações entre eventos têm em suas probabilidades de ocorrência e lida com eventos discretos e incorpora dimensão não dinâmica (tempo). Segundo o relatório UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005), este é um método baseado em especialistas,

produzindo resultados quantitativos, embora haja um processamento mais complicado dos dados estatísticos. O método dá atenção à relação de causalidade. Já Marcial e Grumbach (2006) afirmam que a partir da atribuição de probabilidades às hipóteses, é possível obter uma hierarquia das imagens finais, classificadas por probabilidades decrescentes.

O relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) comenta que a técnica em questão envolve direcionadores e suas interdependências, de forma a identificar a influência direta e a dependência direta. Os mapas de dependência/influência direta e indireta permitem que os pesquisadores e tomadores de decisão tenham uma visão da estrutura de um sistema.

Por fim, Georghiou (2008) comenta que este é um método que trabalha sistematicamente através de relações entre um conjunto de variáveis, examinando cada uma como se fossem independentes umas das outras. Usualmente, o julgamento de especialistas é usado para examinar a influência de cada variável em cada uma das outras – dessa forma, uma matriz é produzida e suas células representam o efeito de cada variável nas outras. O método tem sido adaptado para explorar o que os grupos de especialistas acreditam a respeito da interação entre tendências, *stakeholders* e objetivos dentro de um sistema. Uma limitação do método é que ele não lida bem com formas de causalidade que envolvem a interação de diversas variáveis, ou onde relações não-lineares podem existir. A análise estrutural foca na identificação e interpretação de correlações entre variáveis para identificar os *drivers* chave em termos de sua influência e dependência em outros elementos de um sistema particular.

14. Análise das partes interessadas

Georghiou (2008) afirma que esta é uma técnica tradicional de planejamento estratégico que leva em conta os interesses e as forças de diferentes *stakeholders*, a fim de identificar objetivos-chave em um sistema e reconhecer potenciais alianças, conflitos e estratégias. Esse método é mais comumente usado em negócios e assuntos políticos. Em trabalhos futuros, são técnicas tais como MACTOR que considera sistematicamente se os *stakeholders* estão a favor ou contra objetivos particulares e representando a situação na forma de matrizes que podem ser analisadas formalmente. Tal informação é usada para construir cenários, ações de plano estratégico e estratégias de *stakeholders*. O método requer informação confiável de interesse dos *stakeholders* e a força de suas atitudes. Pode haver

dificuldades em levar em conta mudanças, novos pontos de vista, compromissos e novas estratégias associadas com alianças, a emergência de novos *stakeholders* e outras questões.

Ashton e Hohhof (2009) complementam que a técnica envolve a identificação e avaliação sistemática de grupos e indivíduos que afetam ou podem ser significativamente afetados pelo alcance dos objetivos da empresa. Ajuda os gestores a determinarem que *stakeholders* são importantes para as atividades da companhia, quais são seus interesses, quando e como iniciar ações junto a eles e como alocar recursos organizacionais entre *stakeholders* críticos a fim de maximizar a probabilidade de sucesso competitivo.

15. *Brainstorming*

Porter *et al* (1991) afirmam que os participantes são convidados a discutir sobre um tema, ênfase na geração de ideias, sem críticas. Segundo o relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002), é uma técnica de trabalho em grupo na qual a intenção é produzir o máximo de soluções possíveis para um determinado problema e serve para estimular a imaginação e incentivar a geração de ideias.

Ashton e Klavans (1997) citam o *brainstorming* como um processo em grupo que possibilita a geração e caracterização rápida de um conjunto de ideias. Os autores comentam inclusive sobre o *brainstorming* eletrônico, que utilizam meios eletrônicos para a realização da atividade.

Já o relatório UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005) comenta que o *brainstorming* é uma técnica de geração de novas soluções para problemas e que pode ser utilizada em estudos de futuro, porque reduz inibições e estimula a criatividade e novos pontos de vista. Primeiro há um momento de livre pensamento para articular e capturar ideias, sem comentários críticos. Depois há um momento de discussão das ideias, que envolve agrupar e priorizar temas. Geralmente, é um ponto de partida para o uso de outras técnicas como painéis de especialistas.

Por fim, Georghiou (2008) ressalta que este é um método de criatividade e interatividade usado em sessões de trabalho em grupo on-line ou presenciais para gerar novas ideias a respeito de uma área específica de interesse. Busca quebrar as inibições. Não são permitidas críticas às ideias dadas pelos participantes.

16. Análise SWOT

Miller (2002) afirma que a metodologia corresponde às forças e fraquezas (internas) e oportunidades e ameaças (externas). O relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) complementa que geralmente, a técnica é preparada por um grupo de especialistas, com base em uma variedade de dados e um programa de entrevistas.

Já o relatório UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005) comenta que o método envolve a coleta e análise de informações sobre fatores internos e externos que tenham impacto na evolução da organização. A análise de forças e fraquezas é baseada em recursos e capacidades e a análise de oportunidades e ameaças é feita a partir da análise do ambiente.

Georghiou (2008) indica que este é um método que identifica fatores internos na organização ou unidade geopolítica em questão e classifica-os em forças e fraquezas. E faz o mesmo com os fatores externos (por exemplo: mudanças ambientais e socioeconômicas, o comportamento de concorrentes, regiões vizinhas, etc.), classificando-os em oportunidades e ameaças. Esse método é utilizado para explorar estratégias, aproveitando as forças e superando as fraquezas, provendo *insights* como recursos e capacidades requeridas para lidar com mudanças em ambientes e é amplamente utilizado para a formulação de estratégias e tomada de decisão.

Para Ashton e Hohhof (2009), essa é uma abordagem sistemática utilizada para avaliar o alinhamento entre a estratégia organizacional e suas capacidades internas (forças e fraquezas) e externas (oportunidades e ameaças). Pode ser usada em situações específicas para analisar ameaças e oportunidades provenientes de tecnologias e do ambiente tecnológico. Ajuda a determinar se as estratégias selecionadas efetivamente estão alinhadas aos fatores externos e internos.

17. Painéis sociais

Georghiou (2008) apresenta como técnica de *foresight* os painéis sociais, considerados um método que traz um grupo de cidadãos (membros de um departamento de estado e/ou residentes de uma área geográfica) dedicado a prover visões sobre questões relevantes, frequentemente, para um governo nacional ou regional. O painel é mais do que uma pesquisa de opinião convencional, já que seus membros são incentivados a aprofundar seu entendimento sobre as questões em discussão. As atividades realizadas envolvem:

preenchimento de questionários, discussão específica de assuntos que afetam a comunidade, contribuição para o planejamento comunitário.

18. *Role play/Acting* (Atuação)

Georghiou (2008) comenta que este é um método que requer reflexão, interação imaginária e criatividade. Tenta responder a questões como: "Se eu fosse a pessoa X, como eu lidaria com o problema Y?", "Se nós fôssemos o país X, qual seria a nossa posição com relação à questão Y?". É um método interessante e atrativo, embora limitado pela capacidade de suprimir as tendências pessoais. No trabalho de *foresight*, pode ser realizado um jogo em que vários participantes interpretam papéis de indivíduos ou grupos em determinadas situações. Os participantes recebem detalhes dos *stakeholders* envolvidos na interpretação, que podem ser obtidos, por exemplo, a partir de revisões de literatura e entrevistas.

19. Jogos/*War Gaming*

Segundo o relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) os jogos são uma atividade de *role-playing* que permitem que os participantes tenham *insights* sobre motivos e opções de pessoas ou organizações e explorar que estratégias e respostas deveriam ser definidas. Requer uma preparação cuidadosa.

Georghiou (2008) complementa indicando que uma das técnicas de planejamento e *forecasting* mais antigas, na qual os jogos de guerra têm sido usados por estrategistas militares. É uma forma de desempenhar um papel em que um script abrangente delineia o contexto da ação e os atores envolvidos. Também podem ser realizados através de modelagem computacional, onde o software assume o papel de alguns atores. Esse método pode ser utilizado para entender e explorar possibilidades, seu principal objetivo é propor planos de ação, instrumentos de cooperação e prover material para o desenvolvimento de *roadmaps*.

Gilad (2004) apresenta o conceito de *war gaming*, indicando que esta metodologia permite a empresa distinguir entre futuros prováveis e improváveis e enter desenvolvimentos mais ou menos arriscados. É um método em que os envolvidos desempenham papéis da empresa e concorrentes e refletem sobre determinado horizonte de tempo.

Schwarz (2009) aborda o conceito de *wargaming* e sua aplicação ao *foresight* e apresenta como características do *wargaming*:

- Orientado para o futuro.

- É dinâmico e envolve antecipação ativa.
- Foca no mercado, nos competidores e suas dinâmicas, bem como na própria empresa.
- Ensina os participantes a identificarem sinais fracos.
- Possibilita o teste de estratégias antes de implementá-las.
- Permite o teste e o desenvolvimento de habilidades de improviso organizacional.

Uma forma de integração entre *wargaming* e *foresight* seria o uso do *wargame* para a identificação de sinais fracos como ponto de partida para o processo de *foresight*. O trabalho prévio ao *wargaming* precisa de tempo, já que os perfis de todos os *stakeholders* e da indústria precisam ser pesquisados cuidadosamente. O *wargame* é útil quando as perspectivas dos *stakeholders* precisam ser envolvidas no processo de *foresight*.

20. Cenários

Segundo o relatório UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005) a metodologia de cenários consiste de visões de futuro, organizadas de forma sistemática, como textos, quadros, etc. Envolvem os conceitos de forças motrizes, incertezas e tendências. De acordo com Porter *et al* (1991), os cenários são um conjunto de histórias plausíveis de futuro. São utilizados para estimular a imaginação de possibilidades de futuro. Incorporam incerteza. Podem ser descritivos ou normativos.

Em consistência com os demais autores, Schoemaker (1995) comenta que os cenários são especialmente úteis para as organizações quando há alta incerteza. Geus (1997) e Heijden (1996) afirmam que os estudos prospectivos e de cenários ajudam as empresas no processo de aprendizado organizacional, facilitando o diálogo sobre temas estratégicos e propiciando mudanças nos modelos mentais das pessoas.

Leitão (1996) também comenta que os cenários são conjuntos de hipóteses, devem ser histórias coerentes e plausíveis de futuro, lidam com a incerteza. Ashton e Klavans (1997) afirmam que a análise de cenários é uma tentativa de desenhar o futuro pelo desenvolvimento de uma descrição estruturada de características hipotéticas ou eventos.

O relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) comenta que os cenários são um dos principais exercícios de futuro utilizados em estudos futuros, produzidos em *workshops* como um produto de interações dos participantes. Coates *et al* (2001) indicam que a construção dos cenários começa com uma avaliação do campo de decisão (*market*

share, distribuição, lucros, funcionalidade, serviço). São analisados de 60 a 150 fatores de influência, englobando competidores, clientes, fornecedores e o ambiente global. Os desenvolvimentos possíveis são projetados em relação ao futuro e agrupados.

Segundo Buarque (2003), os cenários podem ser indutivos (a partir da combinação de hipóteses) ou dedutivos (a partir de dados baseados nos eventos). Gilad (2004) comenta que os cenários são, por definição, hipóteses sobre como será o futuro, devendo ser construídos por times multidisciplinares. Não são limitados às trajetórias da história. São uma boa ferramenta para lidar com incertezas.

Para Marcial e Grumbach (2006), os cenários representam uma descrição de situações futuras. Há algumas metodologias como: GBN, Godet e Grumbach. Os estudos prospectivos de cenários, além de ajudar na definição de estratégias e no aprendizado organizacional, permitem a unificação da linguagem da organização e auxiliam no desenvolvimento da criatividade, na criação de redes de informação e no entendimento do ambiente entorno da organização. O método Grumbach é baseado nas seguintes etapas: o conhecimento do problema; a construção e a identificação das várias alternativas; e a avaliação e a interpretação das várias alternativas existentes para a tomada de decisão.

Segundo Georghiou (2008), esse é um método que envolve a construção e o uso de visões de futuros plausíveis consistentes e sistemáticas. Refere-se a uma ampla gama de abordagens que envolvem a construção e o uso de cenários, mais ou menos sistemáticos e contendo visões internamente consistentes de estados plausíveis de futuro. Geralmente, os cenários envolvem várias características do objeto de estudo, não apenas um ou dois parâmetros. Os *workshops* de cenários normalmente envolvem grupos de trabalho dedicados à preparação de alternativas de futuro. Esses grupos geralmente focam em um assunto particular onde os cenários resultantes indicam as visões dos especialistas em um campo particular ou as visões de um grupo de pessoas cuidadosamente selecionadas para representar uma organização, comunidade ou região.

Ashton e Hohhof (2009) afirmam que, nesta metodologia, criam-se cenários, histórias internamente consistentes de futuro baseados em um conjunto de premissas sobre a evolução da economia, indústria ou tecnologia. Pode usar diferentes abordagens que definem e projetam vários futuros alternativos. Facilita processos de tomada de decisão estratégica e aprendizado, sendo útil em contextos incertos ou ambíguos.

Schwartz (2006) mostra que os cenários são uma ferramenta que pode ajudar a desenvolver uma visão de longo prazo em um mundo de incertezas, compostos por forças motrizes, elementos predeterminados e incertezas críticas. O autor criou a metodologia *Global Business Network* (GBN), composta pelas seguintes etapas: identificação da questão principal; identificação dos fatores-chave (microambiente); identificação das forças motrizes (macroambiente); *ranking* das incertezas críticas; definição das lógicas dos cenários; descrição dos cenários; seleção de indicadores e sinalizadores principais; análise das implicações e opções.

Já Porter (1992) ressalta que as empresas começaram a desenvolver cenários para lidar melhor com as implicações estratégicas das incertezas. Os possíveis comportamentos de uma empresa podem ocorrer em função do comportamento do macroambiente interagindo como o ramo industrial da empresa. A metodologia é composta pelas etapas da figura abaixo.

Por fim, Godet (2000) diz que os cenários prospectivos não devem ser confundidos com a escolha das opções estratégicas. O método de Godet é composto de: delimitação do sistema e do ambiente; análise estrutural do sistema e do ambiente e análise retrospectiva e da situação atual; seleção dos condicionantes do futuro; geração de cenários alternativos; testes de consistência, ajuste e disseminação; e opções estratégicas e planos/monitoração estratégica.

21. Análise morfológica

Porter *et al* (1991) comentam que esta metodologia combina características de fracionamento e *checklists* e expande para uma nova direção. Na análise morfológica, o fracionamento é aplicado para escolher parâmetros de importância para um conceito, são definidas alternativas possíveis e é criado um *checklist* para criar uma lista exaustiva de todas as combinações possíveis. Segundo o relatório UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005), análise morfológica foi inicialmente desenvolvida para explorar novas formas que um sistema poderia adotar, do ponto de vista tecnológico. A técnica é baseada em abordagem de sistemas e requer a identificação de parâmetros dos sistemas em estudo.

Marcial e Grumbach (2006) mostram que a análise morfológica é a decomposição de cada variável explicativa em seus possíveis comportamentos futuros. E, conforme o relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002), envolve o mapeamento de todas as soluções possíveis de um problema, a fim de determinar diferentes possibilidades de futuro. Tem sido utilizada para o desenvolvimento de novos produtos e construção de cenários.

Georghiou (2008) afirma que este é um método usado para mapear soluções promissoras para um determinado problema e para determinar futuros possíveis. Esse método é geralmente utilizado para sugerir novos produtos e desenvolvimentos e para construir cenários multidimensionais. As aplicações clássicas têm envolvido trabalhar sistematicamente através de uma gama inteira de soluções técnicas concebíveis para uma meta particular. Os participantes consideram possíveis eventos e hipóteses associados com cada dimensão.

22. *Essays/Scenario Writing*

Georghiou (2008) indica que este método que envolve a produção de eventos futuros plausíveis baseados na combinação criativa de dados, fatos e hipóteses. Essa atividade requer *insights* e pensamento intuitivo sobre futuros possíveis, normalmente baseados na análise sistemática do presente. Pode focar em um pequeno conjunto de imagens do futuro, com uma descrição detalhada de algumas das principais tendências que estimulam a evolução de um cenário particular, e/ou de papéis de *stakeholders* que ajudam a produzi-las. Geralmente, esse método pode ser alimentado pelo resultado de sessões de *brainstorming*, análise SWOT, *Delphi*, painéis de especialistas. Pode ser preparado em *workshops* ou imediatamente após. Tem como objetivos descrever situações futuras resultantes da implementação de decisões, estratégias ou políticas e para fazer recomendações sobre esses futuros.

23. Cenários quantitativos

Georghiou (2008) apresenta o termo "cenários quantitativos", indicando que este pode ter várias versões. Uma delas envolve a quantificação de contingências que envolvem o cenário. Algumas vezes, uma análise probabilística é estabelecida via opinião de especialistas a fim de construir um sistema que avalia a probabilidade de ocorrência de certos eventos. Tais sistemas podem ser mais ou menos simples ou complexos. Diferentes tipos de cenários quantitativos podem ser deduzidos da análise de pesquisas. É possível identificar pontos de vista alternativos entre uma população que teve que completar um questionário com desenvolvimentos futuros.

24. Conferências/*Workshops*

Porter *et al* (1991) afirmam que esse tipo de metodologia requer que os especialistas estejam no mesmo lugar ao mesmo tempo. A formalidade aumenta conforme as

oportunidades de interação diminuem. Comitês são focados em uma atividade específica, enquanto conferências e seminários servem para troca de informações. Para Ashton e Klavans (1997), as conferências possibilitam a busca de informações úteis sobre produtos e tecnologias. Segundo Coburn (1999), esse tipo de método tem valor principalmente devido aos contatos que são feitos. São oportunidades para encontrar membros chave da comunidade tecnológica.

De acordo com Georghiou (2008), são eventos ou reuniões em que são realizadas apresentações, discussões ou debates sobre assuntos específicos. Os eventos podem ser mais ou menos estruturados. As conferências são favoráveis para o *networking* e para a troca de conhecimentos. Os *Workshops* de Futuro também são realizados dessa forma.

25. *Forecasting/Genius Forecasting*

Ashton e Klavans (1997) comentam que o *technology forecasting* pode ajudar a predizer características futuras de novas tecnologias, havendo a possibilidade de aplicação junto a outras metodologias como julgamento de especialistas, cenários, *workshops*, *delphi*, dentre outros.

Os relatórios UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005) e *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) afirmam que este método descreve a geração de uma visão (ou várias) do futuro através de *insights* de indivíduos respeitados. Em complemento, Georghiou (2008) comentam que este método envolve uma atividade realizada por indivíduos respeitados que requerem expertise e criatividade em proporções relativamente similares. Envolve a preparação de previsões baseadas em insights de um especialista brilhante, cientista ou autoridade de uma área específica. Há um perigo inevitável de se ter a visão de um único lado ou a defesa de um interesse especial. Entretanto, alguns indivíduos têm *insights* particulares e formas provocativas de abordar tópicos, estimulando pensamentos e assegurando que perspectivas importantes sejam levadas em consideração.

Ashton e Hohhof (2009) citam a metodologia *forecasting*, que é um termo que abrange uma grande família de técnicas qualitativas e quantitativas que utilizam dados e fatos disponíveis para estimar prováveis condições de futuro, eventos ou resultados. É utilizado frequentemente por analistas em conjunto com o *backcasting*, permite que uma empresa aumente a confiança em seu entendimento sobre o futuro da indústria, dos mercados e da

competição e possibilita que os decisores e gestores desenvolvam estratégias no presente para se manterem à frente da competição.

26. Entrevistas

São metodologias utilizadas em diversas ocasiões, inclusive na aplicação do *foresight* e da inteligência competitiva tecnológica. Ashton e Klavans (1997) apresentam as entrevistas como uma das técnicas a serem utilizadas na inteligência competitiva tecnológica. Para Georghiou (2008), as entrevistas são descritas frequentemente como conversas estruturadas e são uma ferramenta fundamental para a pesquisa social. No *foresight*, elas são utilizadas, geralmente, como instrumentos de consulta formal com o propósito de reunir o conhecimento obtido a partir dos entrevistados. As entrevistas podem servir para ajudar a obter um senso experiências locais e entendimento de como os estudos são desenhados e conduzidos.

27.Árvore de relevância

Segundo o relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002), a árvore de relevância permite subdividir um tópico amplo em subtópicos, sendo representada na forma de um diagrama em formato de árvore. O resultado é um mapeamento dos vários aspectos críticos de um sistema ou problema, ou um conjunto de soluções possíveis para um problema.

Georghiou (2008) afirma que é um método no qual o tópico de pesquisa é abordado de uma forma hierárquica. Normalmente, começa com uma descrição geral do assunto e continua com uma exploração desagregada de seus diferentes componentes e elementos, examinando particularmente as interdependências entre eles. É definida uma meta no nível principal, que é conectada às metas de segundo nível e a possíveis meios de alcançá-la. Então, são associadas às metas de terceiro nível. O resultado é um diagrama detalhado que parece com a raiz de uma planta ou uma árvore invertida. A árvore de relevância pode ser construída para indicar um conjunto de passos e estágios requeridos para trazer um resultado final desejado.

28. Ficção científica

The Handbook of Knowledge Society Foresight (2002) comenta que os trabalhos de ficção científica proveem imagens desafiadoras de futuros possíveis. Segundo Georghiou (2008), é uma atividade que lida com histórias que assumem que possíveis eventos ainda não

materializados já aconteceram, geralmente, em um momento do futuro, e elabora as consequências para isso. Como envolve uma narrativa de ficção, o método não é muito utilizado em meios organizacionais e governamentais. Entretanto, é comum que os cenários sejam ilustrados em relatórios por breves vinhetas que usam técnicas de ficção científica para ilustrar um ou outro ponto de um mundo futuro imaginado. A principal limitação é encontrar pessoas com *mindsets* inventivos e abstratos.

29. Questionários/pesquisas

Porter *et al* (1991) consideram que este é o método mais comum para obter opinião de especialistas quando não é possível fazer reuniões presenciais. De acordo com o relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002), envolve uma pesquisa de opinião de especialistas, sendo, a pesquisa, enviada para os mesmos respondentes pelo menos duas vezes. Junto com as mesmas questões, os respondentes recebem *feedback* com a estrutura das respostas das rodadas anteriores, com o objetivo de oferecer aos respondentes a chance de modificar seus julgamentos, promovendo a troca de visões e informações. É uma pesquisa anônima.

Para Georghiou (2008) esta é uma ferramenta fundamental para a pesquisa social, é um método comumente utilizado no *foresight*. Um questionário é distribuído ou disponibilizado *on-line*. Para obter altas taxas de participação, é necessário ter um desenho claro e atrativo do instrumento de pesquisa. A maioria das pesquisas, como a *Delphi*, por exemplo, tem um formato de respostas fechadas. Entretanto, as pesquisas também podem requerer respostas qualitativas, por exemplo, pedindo para os entrevistados sugerirem *breakthroughs* tecnológicos chave.

30. *Weak Signal/Wild Cards* (Sinais Fracos)

De acordo com Georghiou (2008) este é um tipo de análise geralmente realizada em grupos pequenos com pessoas altamente capacitadas, capazes de combinar expertise, exame de dados e pensamento criativo. A pesquisa por sinais fracos pode ser conduzida como parte de um processo de mapeamento do ambiente. Envolve a identificação de aspectos não necessariamente importantes que não parecem ter um impacto forte no presente, mas que poderiam provocar os principais eventos no futuro. Encontrar sinais fracos é um dos desafios em pesquisas de futuro e sua análise frequentemente leva à identificação de *wild cards*, que

são eventos surpresas e inesperados, com baixa probabilidade de ocorrência, mas com alto impacto. Eles são geralmente identificados por meio de *brainstorming*, ficção científica ou *genius forecasting*. Os métodos *gaming* e *role play* podem ser utilizados para encorajar os participantes a pensarem a partir de novos padrões de comportamentos e respostas.

Ashton e Hohhof (2009) comentam que esta técnica aplica processos para descobrir sinais que indicam oportunidades potenciais, riscos e ameaças que podem impactar o espaço competitivo de uma empresa. As empresas que conseguem identificar sinais fracos antes de seus concorrentes conseguem ter mais tempo para planejar e executar suas respostas.

31. *Benchmarking*

Miller (2002) afirma que o *benchmarking* permite analisar as diferenças entre a empresa e seus concorrentes. Conforme Georghiou (2008), este é um método comumente usado por marketing e planejamento estratégico. A questão principal aqui é o que os outros estão fazendo em comparação ao que você faz. Envolve a comparação de unidades similares de análise em termos de indicadores comuns (exemplo: capacidade de pesquisa de setores chave, capacidade de recursos humanos, desenvolvimento e exploração de tecnologias, tamanho do mercado das indústrias). Geralmente, esses estudos são contratados junto a empresas de consultoria com acesso a dados relevantes e atualizados sobre países, regiões, indústrias ou empresas.

Ashton e Hohhof (2009) comentam que esta metodologia inclui uma variedade de abordagens sistemáticas ou baseadas em projetos, através das quais, uma delas é mensurada e comparada com itens similares de desempenho mais alto e programas *world-class*. Seu o objetivo é gerar conhecimento e ações a respeito de papéis, processos, práticas, produtos, serviços, questões estratégicas ou tecnologias que levarão a melhorias de desempenho. Por fim, segundo o relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) é um exercício útil que permite o aprendizado pela comparação. Pode ajudar a identificar oportunidades e ameaças, desafios competitivos e formulação de metas.

32. Pesquisa/votação

Georghiou (2008) afirmam que este método se refere ao uso de votação ou métodos de pesquisa para obter a avaliação da força de visões sobre um tópico particular entre um

conjunto de participantes, que podem ser, por exemplo, membros de um *workshop*. Pode ser usado como um meio de aferir prioridades para análises futuras em um *workshop*.

33. Análise de recursos e capacidades

Ashton e Hohhof (2009) comentam que neste método, visualiza-se a firma como um conjunto de recursos constituídos de ativos tangíveis e intangíveis e competências essenciais. Inclui um exame cuidadoso baseado nas competências da empresa e uma análise competitiva externa para determinar se esses ativos são recursos valiosos capazes de gerar vantagem competitiva para a empresa. Ajuda a determinar quais competências e recursos organizacionais devem ser alavancados para se obter vantagem competitiva.

34. Análise de competidores

Segundo Miller (2002) o perfil dos concorrentes pode ajudar na tomada de decisão, ajudando na comparação do desempenho da empresa com o de seus concorrentes, por exemplo. Ashton e Hohhof (2009) complementam que esta técnica mostra forças e fraquezas de concorrentes atuais e potenciais, bem como a avaliação da importância competitiva de cada tecnologia e sua relevância para sustentar os fatores competitivos de mercado. Ajuda o analista a discernir como tecnologias relevantes podem melhorar a competitividade da empresa e facilitar uma estimativa de quão crítica uma competência de C&T será para uma competição futura.

35. Fatores críticos de sucesso

Miller (2002) comenta esta metodologia constitui um ranking de dois tipos de atributos: a atração do setor e a força do produto ou serviço. Os fatores são mapeados, têm pesos e recebem notas de 1 a 5. E, Ashton e Hohhof (2009) complementam que envolve a identificação e análise de um número limitado de atividades, capacidades, processos, recursos e habilidade que uma empresa deve desempenhar bem para assegurar o sucesso competitivo e trazer alto desempenho no mercado. Compara a empresa com a competição da indústria através de poucas dimensões críticas que determinam o sucesso da indústria.

36. Análise de valor do cliente

Ashton e Hohhof (2009) afirma que esta técnica compreende ferramentas e técnicas para melhor entender os clientes, concorrentes e o mercado. Como um critério central para a seleção de mercados lucrativos, a análise de valor do cliente funciona como um componente integral de segmentação de mercado. Além disso, é utilizada em uma base contínua de pós-segmentação para monitorar as vantagens competitivas e pode ser utilizada no desenvolvimento de cenários direcionados pelos clientes.

37. Análise de tecnologias disruptivas

Ashton e Hohhof (2009) indicam que esta é uma abordagem para detectar e identificar indicadores de mudanças tecnológicas emergentes e tendências que têm o potencial de romper dinâmicas de mercado estabelecidas. Empresas que identificam possíveis disrupções mais cedo podem adaptar suas estratégias e ações para minimizar perdas de *market share.*

38. Análise de forças motrizes

Marcial e Grumbach (2006) comentam que a análise das forças que podem influenciar a evolução da questão principal a ser estudada. Já Ashton e Hohhof (2009) mostram que a análise de forças motrizes envolve técnicas que ajudam a identificar condições no nível da indústria que têm a melhor influência e são as principais causas de mudanças na estrutura da indústria e no ambiente competitivo. As companhias que alinham suas estratégias na direção das forças motrizes devem experimentar sucesso conforme sua indústria se desenvolve em direção ao futuro.

39. Análise da curva de experiência

De acordo com Ashton e Hohhof (2009), esta é uma técnica conceitual que provê uma gama de conselhos estratégicos baseados no fato de que, em muitas indústrias, o valor adicionado geralmente declina por um fator constante como o volume de produção cumulativo ou experiência aumentam. Ajuda a determinar onde a organização está em relação à competição em termos de ser capaz de competir na base de custos. Aqueles com mais experiência terão vantagens sobre seus concorrentes.

40. Estudos de futuro

Ashton e Hohhof (2009) apresentam o termo estudos de futuro, um assunto bastante abrangente, que pode utilizar diversas metodologias, tais como *brainstorming*, Delphi, pesquisa com especialistas, extrapolação, em um estudo interdisciplinar de médio e longo prazo para extrapolar tendências tecnológicas atuais, econômicas ou sociais ou tentar estimar e predizer tendências futuras. Olhando uma ampla variedade de possibilidades de médio e longo prazo, o analista ou os executivos podem tentar modelar o futuro de suas indústrias ou companhias em vez de simplesmente tentar prevê-lo.

41. Análise da indústria

Leitão (1996) e Ashton e Hohhof (2009) comentam que esta análise está relacionada às cinco forças de Porter (competidores, fornecedores, compradores, substitutos e entrantes). Miller (2002) ressalta que este é um instrumento importante para a análise setorial, relacionada ao tema da competitividade, envolvendo a avaliação de cinco forças.

42. Análise de mapeamento e *cluster* de conhecimento

Ashton e Hohhof (2009) comentam que esta análise aplica um método estatístico de análise de cluster a corpos de conhecimento pelo mapeamento de relações espaciais e relacionais entre assuntos de ciência e tecnologia. Identifica alianças potenciais que podem permitir uma presença competitiva mais efetiva ou eficiente na indústria.

43. Análise de oportunidades de mercado

Ashton e Hohhof (2009) afirmam que esta técnica identifica fatores de mercado na economia e na indústria que afetarão a demanda e o marketing de um produto ou serviço. A análise do ambiente tecnológico revela a prontidão de determinadas tecnologias, bem como quaisquer tecnologias alternativas em que o gestor antecipa o desenvolvimento na empresa ou por ofertas de concorrentes.

44. Análise meta-game

Ashton e Hohhof (2009) mostram que a análise meta-game é uma aplicação não quantitativa de teoria de jogos em que os analistas empregam descritores para uma gama de interações multi-parte predizíveis em casos específicos. Pode prover *insights* sobre o

comportamento provável sob diferentes circunstâncias. As análises revelam que cenários provavelmente existiriam e quais players podem influenciar eventos.

45. Análise de redes sociais

Ashton e Hohhof (2009) comentam que a análise de redes sociais é o estudo de relações estruturais de nós que ligam organizações ou indivíduos. Podem revelar tendências e relacionamentos entre inventores, invenções e instituições que podem levar a parcerias que agreguem valor.

46. Análise do ciclo de vida de produtos/ Método da Arthur D. little (do Ciclo de Vida da Indústria)/ Análise do ciclo de vida de tecnologia e curva-S

De acordo com Ashton e Hohhof (2009) esta técnica usa analogia biológica para descrever a evolução de vendas como uma função do tempo. Considera que os produtos passam por estágios previsíveis durante sua vida: introdução, crescimento, maturidade e declínio. É uma estrutura conceitual descritiva que ajuda a entender as dinâmicas de mercado. Estes autores também apresentam o termo Análise do ciclo de vida de tecnologia e curva-S, que integra mudança tecnológica a processos de desenvolvimentos estratégicos, permitindo que os analistas comparem os limites de tecnologias atuais no mercado às tecnologias em desenvolvimento e inovações. Operacionalmente, pode ser usado para entender a natureza e o tamanho de grupos de clientes prováveis a adotar uma tecnologia ou sua função ao longo do tempo. São incluídas na análise curvas de substituição, antecedentes de substituição, maturidade, além de mostrar quais tecnologias servem de base para a estratégia futura da empresa e quando uma nova tecnologia ou inovação seriam mais bem empregadas.

Leitão (1996) aborda o Método da Arthur D. Little (do Ciclo de Vida da Indústria), considerando que este usa avaliação de ciclo de vida para a análise do ambiente externo, considerando quatro estágios (embrionário, crescimento, maturidade e envelhecimento), com base nos seguintes fatores: taxa de crescimento, potencial de crescimento no mercado, amplitude da linha de produtos, número de competidores, estabilidade da divisão do mercado entre competidores, lealdade dos clientes, barreiras para entrada na área industrial, tecnologia. Com relação ao meio ambiente, são consideradas as categorias: dominante, forte, favorável, regular, fraco e inviável.

47. Análise do mercado do produto

Ashton e Hohhof (2009) dizem que esta análise é o conjunto de técnicas de análise para mostrar os segmentos de mercado ligados a produtos eferecidos por empresas alternativas em um espaço de mercado designado. A matriz de Ansoff mostra novos e existentes mercados e produtos em eixos que resultam em quatro estratégias diferentes de crescimento. A análise ajuda os gestores a considerarem várias receitas para o crescimento de seus negócios via produtos novos ou existentes em mercados novos ou existentes, usando quatro combinações possíveis.

48. Perfil de C&T

Ashton e Hohhof (2009) comentam que esta técnica integra várias abordagens que revisam a estratégia da empresa, testam sua vulnerabilidade a tendências tecnológicas e identificam áreas de estratégia que precisam ser revistas.

49. Análise de SPIRE *(Spatial Paradigm for Information Retrieval and Exploration)*

Ashton e Hohhof (2009) apresentam a metodologia denominada de Análise de SPIRE (*Spatial Paradigm for Information Retrieval and Exploration*), que é uma técnica de análise de texto visual que utiliza ferramentas visuais e interativas. Permite que o analista visualize padrões que podem estar escondidos no texto. Estes padrões podem revelar fatores competitivos sobre parcerias, alianças ou colaborações.

50. Análise de relacionamento estratégico

Ashton e Hohhof (2009) comentam sobre a metodologia de Análise de relacionamento estratégico, na qual são utizadas técnicas para o entendimento da natureza, forma, grau e efetividade (desempenho) de acordos colaborativos formais e relações legais ou contratuais entre organizações, de forma a permitir revelar tendências e relacionamentos entre inventores, invenções e instituições que podem levar a adição de valor e competitividade.

51. *Technology scouting*

Segundo Ashton e Hohhof (2009) esta é uma prática de busca através de uma ampla gama de indústrias utilizando várias fontes de informação (primárias e secundárias) para

responder a questões de inteligência específicas sobre tecnologias ou especialistas em tecnologia. Esta técnica permite procurar novas tecnologias que proporcionem novas abordagens para os problemas enfrentados pelas empresas e identificar as áreas nas quais seus concorrentes podem estar investindo para futuras introduções no mercado.

52. Análise da cadeia de valor

Miller (2002) considera que cada atividade do negócio agrega um determinado valor e, que as atividades que mais agregam valor são as que o setor econômico precisa controlar e proteger, podendo ser interessante na comparação de dois concorrentes.

Ashton e Hohhof (2009) afirmam que este é um processo em que fontes de vantagens econômicas são identificadas em relação a custos, características de operação e inter-relacionamento de atividades primárias (logística, operações, marketing, vendas e serviços) e de suporte (infraestrutura, recursos humanos, compras e relações públicas/políticas) de negócios. A análise da cadeia de valor identifica as partes da cadeia em que a empresa demonstra vantagens competitivas sobre os concorrentes, onde os concorrentes têm vulnerabilidades que podem ser exploradas ou onde a companhia pode gerar maiores margens através de reduções de gastos ou melhorias de eficiência.

53. Monitoração

Porter *et al* (1991) comentam que a monitoração é um processo de mapeamento do ambiente, um método de coleta e organização da informação, podendo envolver o acompanhamento de incertezas científicas, tecnológicas, econômicas e sociais. Para Leitão (1996), a monitoração do ambiente externo deve ser contínua, a partir da realização de um acompanhamento dos cenários para identificar necessidades de alterações diante dos movimentos observados. É importante monitorar dois níveis: o ambiente mais remoto (para identificação de sinais e tendências que afetem a empresa de forma direta ou indireta); e o ambiente mais ligado aos negócios da empresa (analisar a área de atuação, contemplando concorrentes, clientes, fornecedores, regulamentações).

Segundo Gilad (2004), esta técnica está relacionada ao acompanhamento de sinais, podendo derivar de indicadores de cenários ou direcionadores de mudança claramente identificados. Marcial e Grumbach (2006) complementam indicando que a metodologia

envolve a obtenção de informações em fontes formais e informais no ambiente externo. O resultado dos cenários indica atores e variáveis que devem ser monitorados.

54. Método da GE

Segundo Leitão (1996), essa metodologia aperfeiçoa o método da BGC e considera uma série de fatores para análise da atratividade da indústria, como: tamanho e taxa de crescimento, estrutura competitiva, barreiras para entrear no mercado, lucratividade da indústria, inflação e regulamentações governamentais, disponibilidade de mão-de-obra, questões sociais, políticas e legais. E os fatores para análise da força do negócio são: participação no mercado, força de vendas e marketing, prestação de serviços ao cliente, pesquisa e desenvolvimento, fabricação e distribuição, recursos financeiros, imagem, qualidade, confiabilidade e competência gerencial.

55. Opinião de especialistas

Porter *et al* (1991) afirmam que este método é utilizado quando existem especialistas na área em estudo e quando faltam dados e a modelagem é difícil ou impossível. Pode envolver algumas outras técnicas como: comitês, *brainstorming, Nominal Group Process, surveys, Delphi*, dentre outras.

56. Julgamento suspenso

De acordo com Porter *et al* (1991), se o julgamento pode ser suspenso quando a pesquisa é conduzida, a chance de soluções criativas aumenta. As ideias serão aceitas por seus valores conforme o estímulo; as ideias que são ruins na estrutura de referência atual sobreviverão tempo suuficiente para serem avaliadas em novas estruturas que emergem.

57. Fracionamento

Porter *et al* (1991) afirmam que o fracionamento permite olhar um problema de forma menos complexa. Pode ser baseado em atividades ou atributos de um objeto, ideia ou tecnologia.

58. Reversão

Porter *et al* (1991) mostra que na metodologia de reversão, o problema é analisado de todas as direções, a fim de se encontrar novos padrões que emergem.

59. Metáforas e analogias/Sinéctica

Segundo Porter *et al* (1991) as Metáforas são palavras ou frases aplicadas a conceitos ou objetos que não denotam literalmente e as analogias expressam o reconhecimento de similaridades. Ambas permitem comparações que rejeitam padrões estabelecidos e forçam-nos a adotar perspectivas diferentes que podem produzir novas soluções para problemas antigos.

O relatório *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) apresenta o termo Sinéctica, que é um processo de trabalho em grupo para a geração de ideias criativas sobre um problema que utiliza analogias.

60. *Checklists*

Porter *et al* (1991) indicam a importância de *checklists* que permitem pensar em possibilidades e prover uma estrutura que sugere completeza e consistência e ressalta omissões.

61. Palavras aleatórias

Segundo Porter *et al* (1991) a técnica de palavras aleatórias traz uma associação de ideias e desencadeiam novos conceitos ou perspectivas.

62. *Crawford Slip Writing*

Porter *et al* (1991) comenta que o método *Crawford Slip Writing* pode ser usado para gerar dezenas de ideias em questão de minutos. Cada participante recebe cartões ou folhas para escrever as respostas para os problemas apresentados, cada ideia é escrita em uma folha separada e as ideias são organizadas em categorias, podem ser agrupadas. Preserva-se o anonimato.

63. *Nominal Group Process*

Porter *et al* (1991) indica que esta técnica pode ser usada para definir dimensões de uma decisão e identificar opções e questões para pesquisas convencionais ou *Delphi*. Utilizada para superar aspectos não produtivos de reuniões não estruturadas, face-a-face e estimular o pensamento criativo de um grupo de especialistas. É baseado na ideia de que pequenos grupos que não interagem são mais criativos na geração de ideias, enquanto grupos que interagem realizam melhor avaliação. Diferente do *brainstorming*, incorpora uma avaliação à geração de ideias. Ao final, gera-se não só uma lista, mas também uma ordem do que o grupo considera mais importante.

Ashton e Klavans (1997) comentam que esta metodologia possibilita a geração e a priorização de ideias relacionadas a um problema estabelecido para um grupo de indivíduos.

64. Análise de risco e custo-benefício

Porter *et al* (1991) mostram que esta técnica envolve o investimento feito para o desenvolvimento de uma nova tecnologia e o retorno. O risco está relacionado ao fato de que uma ação pode gerar mais de um resultado, dependendo de condições externas, com probabilidade de ocorrência conhecida. Segundo Roussel *et al* (1992), o risco é função da probabilidade de alcance do resultado desejado e da exposição financeira. Pode ser feita uma análise entre o risco e a recompensa potencial.

65. Impactos

Porter *et al* (1991) apresenta o conceito de impactos, que podem ser considerados em uma análise de foresight e inteligência competitiva tecnológica, e inclui impactos na tecnologia (mudanças tecnológicas e mudanças de contexto), organizacionais (internas e externas), socioeconômicos, culturais e comportamentais, políticos e legais, internacionais, ambientais e de saúde. De acordo com Coburn (1999), a matriz de risco e impacto pode ser utilizada para classificar tecnologias conforme o impacto nos negócios e o grau de risco comercial e tecnológico.

66. Impacto competitivo

Roussel *et al* (1992) comentam que a análise do impacto competitivo permite entender a natureza de P&D que deve ou não ser empreendida. O impacto competitivo é dependente da

indústria que o aplica. Para a análise do impacto competitivo, as tecnologias podem ser divididas em três tipos: tecnologias que avançam compassadamente (tem potencial de mudar radicalmente a concorrência, mas ainda não foram incorporadas, desenvolvem-se em tecnologias-chave); tecnologias-chave (são críticas para o sucesso competitivo por oferecerem oportunidade para diferenciação do produto, fornecem vantagem competitiva); e tecnologias básicas (embora sejam necessárias, oferecem pouco potencial para vantagem competitiva, são difundidas e compartilhadas).

67. Análise de maturidade tecnológica

Roussel *et al* (1992) comentam que a análise de maturidade tecnológica ajuda no entendimento das possibilidades de avanços da tecnologia. As fases da maturidade tecnológica são: embrionária, crescimento, madura e envelhecimento (pós-madura). A maturidade auxilia na definição de: incerteza/risco, recompensa, atividade competitiva, probabilidade de sucesso, expectativas gerenciais, controle, estratégias de P&D apropriadas, estratégias de investimento e marketing.

Segundo Coburn (1999), a maturidade tecnológica pode ser plotada contra a posição competitiva, proporcionando uma representação gráfica de oportunidades e ameaças potenciais.

Ainda dentro do conceito de análise de maturidade, Ashton e Hohhof (2009) mostram a metodologia *Technology Readiness Levels*, *um* tipo de análise de maturidade da NASA. Varia dos níveis 1 a 9 (TRL1 a TRL9):

- TRL1 - Princípios básicos observados e reportados.
- TRL2 - Aplicação e/ou conceito de tecnologias.
- TRL3 - Função crítica analítica e experimental e/ou prova de conceito.
- TRL4 - Validação de componente em ambiente laboratorial.
- TRL5 - Validação de componente em ambiente relevante.
- TRL6 - Demonstração de protótipo ou modelo do sistema/subsistema em ambiente relevante.
- TRL7 - Demonstração de protótipo de sistema em ambiente espacial.
- TRL8 - Sistema real completo e "*flight qualifield*" através de demonstração e teste.

- TRL9 - Sistema real e "*flight proven*" através de operação de missões bem sucedidas.

68. Matriz de crescimento

Miller (2002) comenta sobre a matriz de crescimento, que considera que uma companhia diversificada deve possuir produtos ou serviços variados em termos de rentabilidade e maturidade.

Leitão (1996) complementa mostrando que o método da Boston Consulting Group (BCG) é uma técnica de análise de carteira de negócios com base no crescimento de mercado e na participação relativa do negócio no mercado. As estrelas têm alta participação e alto crescimento, a vaca leiteira tem baixo crescimento e alta participação, o abacaxi tem baixo crescimento e baixa participação e a interrogação tem alto crescimento, porém baixa participação. Com essa análise, verifica-se que uma empresa pode transferir recursos de um produto de alta lucratividade para outro que tenha potencial para crescer a lucratividade e a participação no mercado.

69. Competência x posição competitiva

Segundo Coburn (1999), o nível de competência de cada tecnologia selecionada deve ser analisado, bem como o nível desejado para o futuro. A competência não é a mesma coisa que a posição competitiva, uma empresa pode ter baixo nível de competência em uma tecnologia, mas ter uma posição competitiva líder. Esse paradoxo pode ocorrer, principalmente, com tecnologias emergentes. Roussel *et al* (1992) comenta que este tipo de análise ajuda a avaliar as competências tecnológicas de uma empresa em relação aos seus concorrentes. As escalas utilizadas na análise são: predominante, forte, favorável, sustentável e fraca. Possibilita que a empresa decida se deve se esforçar para alcançar seus concorrentes, ou se deve partir para outra ação, como abandonar, comprar, dentre outras.

70. *Issue surveys*

Segundo Porter *et al* (1991), o survey é um dos métodos mais comuns para obter informações junto a especialistas externos quando não é possível fazer reuniões presenciais.

Os relatórios UNIDO *Technology Foresight* Manual (2005) e *The Handbook of Knowledge Society Foresight* (2002) comentam que esta técnica é utilizada para consultar

uma mais ampla gama de especialistas do que poderia ser acomodado em reuniões presenciais para encontrar desenvolvimentos importantes em suas áreas. Podem ser utilizadas para estudos *Delphi* ou *workshops* de cenários. Podem ser via e-mail, correio ou telefone.

71. *Mindmapping*

The Handbook of Knowledge Society Foresight (2002) comenta sobre o uso do método *mindmapping*, como sendo um método de representação e organização visual de ideias e suas interrelações. Pode ser utilizado para facilitar deliberações de grupos nos trabalhos de *foresight*.

72. TRIZ

Coates *et al* (2001) afirmam que esta metodologia permite a identificação proativa de um objetivo estratégico e o desenvolvimento de planos táticos para alcançá-lo. Pode indicar padrões de evolução tecnológica e tem aspectos da abordagem morfológica.

73. Perspectivas múltiplas

Coates *et al* (2001) comentam que esta técnica envolve a percepção de limitações na análise de sistemas, abrangendo assuntos técnicos, organizacionais e pessoais. Cada uma dessas três perspectivas tem paradigmas diferentes e provê *insights* diferentes, não necessariamente atrelados às outras. Também expõem possíveis vieses das previsões.

ANEXO 2

Observatórios de tendências – com base no relatório do CGEE e complementada por novas pesquisas na Web

1. Observatorio Colombiano de Ciencia Y Tecnología (OCYT) - Colômbia

http://www.ocyt.org.co/

2. Observatório da Ciência e do Ensino Superior (OCES) - Portugal

http://www.oces.mctes.pt/

3. L'observatoire des Sciences et des Technologies (OST) - França

http://www.obs-ost.fr/

4. Netherlands Observatory of Science and Technology (NOWT) - Holanda

http://www.nowt.nl/

5. Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI) - Espanha

http://www.opti.org/

6. European Science and Technology Observatory (ESTO) - Europa

http://esto.jrc.es/

7. European Information Technology Observatory (EITO) - Europa

http://www.eito.com

8. Fundacion para la Inovacion Tecnologica. - Espanha

http://www.cotec.es/

9. Malaysian Science and Technology Information Centre (MASTIC) - Malásia

http://www.mosti.gov.my/index.php?option=com_content&view=article&id=1550&lang=en

10. National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) - Japão

http://www.nistep.go.jp/

11. Observatoire Science, Politique Et Société (OSPS) - França

http://www.unil.ch/osps/page18690.html

12. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana (RICYT)

http://www.ricyt.org/

13. Strategis – Canada

http://strategis.ic.gc.ca/engdoc/main.html

14. Observatorio de Prospectiva Científica Y Tecnológica (OPCYT) - Argentina

http://www.opcyt.setcip.gov.ar/

15. Observatorio Chileno de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONACYT) - Chile

http://www.conicyt.cl/

16. IALE - Espanha

http://www.iale.es/

17. Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning (KISTEP) - Coreia

http://www.kistep.re.kr/index.jsp

18. Observatory for Micro and Nano Technologies (OMNT) - França

http://www.omnt.fr/index.php/en/

19. The National Policy and Advisory Board for Enterprise, Trade, Science, Technology And Innovation (FORFÁS) - Irlanda

http://www.forfas.ie

20. Observatório Nacional (ON) - Brasil

http://www.on.br

21. Observatório Digital - Brasil

http://www.softex.br/observatorio/_observatorio/apresentacao.asp

22. UNESCO Observatory on the Information Society

http://portal.unesco.org/ci/en/ev.php-URL_ID=7277&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

23. Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – Venezuela

http://www.oncti.gob.ve/

24. Observatorio Chileno de Ciencia, Tecnología e Innovación - Chile

http://observatorio.conicyt.cl/observatorio/7.htm

25. Observatory Science, Politics, Society (OSPS) - Suíça

http://www.unil.ch/osps

26. Observatoire des Sciences et des Technologies - Canada

http://www.ost.uqam.ca/

27. Observatório da Inovação e Competitividade - Brasil

www.observatoriousp.pro.br/

28. Observatório de Informação Tecnológica (CERTI) – Brasil

http://www.observatorio.certi.org.br/

29. Observatório da Gestão da Informação (OGI) – Brasil

http://obgi.org/

30. Observatórios SESI/SENAI/IEL – Brasil

http://www.fiepr.org.br/observatorios/FreeComponent19295content157576.shtml

ANEXO 3

Roteiro de entrevista para as empresas

Instituição:

Departamento:

Nome:

Função:

Telefone:

E-mail:

1. Como é estruturado o processo de gestão tecnológica? Existe um modelo de inovação aberta?
2. Como é feito o alinhamento entre o plano estratégico corporativo e as estratégias tecnológicas e de inovação da empresa?
3. Qual é a relação entre o *foresight* (estudos prospectivos – exemplo: cenários, *roadmaps*, *Delphi*), prospecção tecnológica e inteligência competitiva tecnológica na instituição?
4. Qual é a importância dessas atividades para os processos de planejamento estratégico, gestão tecnológica e da inovação (e inovação aberta)? Considerar as opções a seguir como exemplos:
    a. Analisar o ambiente tecnológico externo para conhecer o contexto de atuação da instituição.
    b. Identificar novas tendências tecnológicas que possam ser desenvolvidas.
    c. Identificar potenciais parceiros para a prática da inovação aberta.
    d. Outros - especificar
5. A instituição elabora e acompanha cenários prospectivos? De que forma? Existe algum tipo de observatório de tendências?
6. De que forma a instituição utiliza metodologias de *foresight* e inteligência competitiva tecnológica para a análise do ambiente externo, identificação de tendências, acompanhamento de movimentos de atores e monitoração de cenários tecnológicos? Incluir:
    a. Quais metodologias e como são aplicadas (isoladamente ou em conjunto)?
    b. Que critérios são utilizados para a escolha dessas metodologias?

c. Qual é a finalidade do uso de cada metodologia ou *mix* de metodologias e quais resultados são obtidos?

d. Qual é o horizonte de tempo dos estudos?

e. Qual é a duração dos estudos?

f. Qual é o número de participantes envolvidos?

g. Existe algum tipo de avaliação das metodologias utilizadas? Qual?

h. Quais tipos de variáveis e atores que são acompanhados?

i. Como são identificados os atores? É usado algum tipo de mapeamento de pesquisadores e especialistas para identificação de atores?

j. Quais são as principais formas de discussão e apresentação dos resultados dessa monitoração (exemplo: fórum, relatório, apresentação gerencial, etc.)?

k. Que tipos de inovações são analisadas? São consideradas tanto inovações que estejam dentro do negócio principal da empresa, quanto inovações em outros negócios, mas que podem afetar os negócios da empresa? Como são consideradas tecnologias mais emergentes?

7. Você tem alguma sugestão de bibliografia relevante sobre o tema ou alguma pessoa de contato que também possa vir a ser entrevistada?

ANEXO 4

Roteiro de entrevista para a especialista em *foresight,* inteligência competitiva e inovação

Instituição:

Departamento:

Nome:

Função:

Telefone:

E-mail:

1. Qual é a visão do seu grupo sobre a sinergia entre os conceitos de *foresight*, inteligência competitiva tecnológica e inovação?
2. Como devem ocorrer as atividades de *foresight*, inteligência competitiva tecnológica e análise do ambiente externo?
3. Qual é a importância dessas atividades para os processos de planejamento estratégico, gestão tecnológica e da inovação (e inovação aberta)? Considerar as opções a seguir como exemplos:
    a. Analisar o ambiente tecnológico externo para conhecer o contexto de atuação da instituição.
    b. Identificar novas tendências tecnológicas que possam ser desenvolvidas.
    c. Identificar potenciais parceiros para a prática da inovação aberta.
    d. Outros - especificar
4. Como podem ser elaborados e acompanhados cenários prospectivos em um centro de P&D?
5. Quais metodologias de *foresight* e inteligência competitiva tecnológica para a análise do ambiente externo, identificação de tendências, acompanhamento de movimentos de atores e monitoração de cenários tecnológicos são mais utilizadas pelas instituições em geral? Incluir:
    a. Quais metodologias e como são aplicadas (isoladamente ou em conjunto)?
    b. Que critérios são utilizados para a escolha dessas metodologias?
    c. Qual é a finalidade do uso de cada metodologia ou *mix* de metodologias e quais resultados são obtidos?
    d. Qual é o horizonte de tempo dos estudos?

e. Qual é a duração dos estudos?

f. Qual é o número de participantes envolvidos?

g. Existe algum tipo de avaliação das metodologias utilizadas? Qual?

h. Quais tipos de variáveis e atores que são acompanhados?

i. Como são identificados os atores? É usado algum tipo de mapeamento de pesquisadores e especialistas para identificação de atores?

j. Quais são as principais formas de discussão e apresentação dos resultados dessa monitoração (exemplo: fórum, relatório, apresentação gerencial, etc.)?

k. Que tipos de inovações são analisadas? São consideradas tanto inovações que estejam dentro do negócio principal da empresa, quanto inovações em outros negócios, mas que podem afetar os negócios da empresa? Como são consideradas tecnologias mais emergentes?

6. Que metodologias você indicaria como mais apropriadas para um centro de pesquisas como o CENPES para que se estruture um observatório de tendências, em especial, para tecnologias de áreas mais emergentes e não tradicionais à indústria de petróleo e energia, como a nanotecnologia? E como este observatório pode vir a subsidiar a monitoração de cenários tecnológicos?

7. Você tem alguma sugestão de bibliografia relevante sobre o tema ou alguma pessoa de contato que também possa vir a ser entrevistada?

ANEXO 5

Principais especialistas em nanotecnologia com base no Portal de Inovação (do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação)

Palavras-chave: (fulereno* or fullerene*) and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Gilberto Fillmann - FURG, SETAC, SBQ, AOCEANO, SETAC-BRASIL, UFMA, FAPEMA, CNPq, FAPESP, FAPEAM, ANPCYT	Doutorado em Ciências do Mar	contaminação água
Palavras-chave: (fulereno* or fullerene*) and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refine or refining or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Gilberto Fillmann - FURG, SETAC, SBQ, AOCEANO, SETAC-BRASIL, UFMA, FAPEMA, CNPq, FAPESP, FAPEAM, ANPCYT	Doutorado em Ciências do Mar	contaminação água
Maria Regina Wolf Maciel - UNICAMP	Doutorado em Engenharia Química	destilação distillation simulação
Boniek Gontijo Vaz - UFG, UFES, CENPES	Doutorado em Ciências	petróleo petroleômica
Palavras-chave: (fulereno* or fullerene*) and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribution or distribuição)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Gilberto Fillmann - FURG, SETAC, SBQ, AOCEANO, SETAC-BRASIL, UFMA, FAPEMA, CNPq, FAPESP, FAPEAM, ANPCYT	Doutorado em Ciências do Mar	contaminação água
Márcia Messias da Silva - UFRGS	Doutorado	espectrometria de absorção atómica solid sampling graphite furnace
Palavras-chave: (nanobelt* or "nano belt*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Antonio Jose Ramirez Londono - CNPEM, UNICAMP, IIW	Doutorado	welding soldagem electron microscopy
Neftalí Lenin Villarreal Carreño - UFPEL, CAPES	Doutorado	nanopartícles materiais nanoparticulas
Irene Teresinha Santos Garcia - UFRGS	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	filmes finos química irradiation
Palavras-chave: (nanobelt* or "nano belt*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refine or refining or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Luiz Fernando Dias Probst - UFSC	Doutorado em Doutorado Em Química Aplicada Catálise Heterogênea	catalisadores alumina hidrogenação
Palavras-chave: (nanobelt* or "nano belt*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribution or distribuição)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**

Antonio Jose Ramirez Londono - CNPEM, UNICAMP, IIW	Doutorado	welding soldagem electron microscopy
Palavras-chave: (nanobiotechnolog* or "nano biotechnolog*" or bionanotechnolog* or "bio nanotechnolog*" or nanobiotecnologia or "nano biotecnologia" or bionanotecnologia or "bio nanotecnologia") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Galba Maria de Campos-Takaki - UNICAP, UFPE, UFRPE, CNPq, CAPES	Doutorado	produção candida cunninghamella
Palavras-chave: (nanocatálise* or nanocatalys* or "nano catalys*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refine or refining or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Joao Guilherme Rocha Poco - IPT	Doutorado em Engenharia Química	catalisador zeólitas catalisadores
Maria do Carmo Rangel Santos Varela - UFBA, UNEB, IQ-UFBA, EP-UFBA	Doutorado	ferro reforma catalysts
Giovanna Machado - UFPE, INT-CETENE, CETENE	Doutorado	nanoparticles microscopia nanopartículas
Fabio Bellot Noronha - INT, SBCAT, IME, CNPq, FAPERJ, FAPEMIG	Doutorado	nb2o5 oxidação parcial do metano pd-mo
Iuri Muniz Pepe - UFBA, CBPF	Doutorado	auger pierre pierre auger
Mariana de Mattos Vieira Mello Souza - UFRJ	Doutorado em Engenharia Química	catalisadores reforma reforming
Joao Guilherme Rocha Poco - IPT	Doutorado em Engenharia Química	catalisador zeólitas catalisadores
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	combustão reação de combustao combustion reaction
Marco André Fraga - INT, SBCAT, FACEPE, FAPERJ, CNPq, FAPITEC/SE, FINEP	Doutorado em Engenharia Química	catalisadores biomassa glicerina
Palavras-chave: (nanocompósito* or nanocomposit* or "nano composit*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Edcleide Maria Araújo - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	nanocompósitos nanocomposites membranas
Elizabete Fernandes Lucas - UFRJ, FAPERJ, FAADCT/PR	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo polímeros caracterizacao
Claudia Regina Elias Mansur - UFRJ, ABPOL - REGIONAL	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo nanoemulsões tensoativos
Rubens Maciel Filho - UNICAMP	Doutorado em Engenharia Química	control modelagem optimization
Palavras-chave: (nanocompósito* or nanocomposit* or "nano composit*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refine or refining or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Laura Hecker de Carvalho - UFCG, UFPI, UFPE	Doutorado	compósitos propriedades propriedades mecânicas
Rubens Maciel Filho - UNICAMP	Doutorado em Engenharia Química	control modelagem optimization

Luciana Spinelli Ferreira - UFRJ	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo caracterização nanoemulsões
Francisco Rolando Valenzuela Diaz - USP	Doutorado em Engenharia Química	argilas argilas organofilicas argilas esmectíticas
Geiza Esperandio de Oliveira - UFES	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	software livre petróleo
Maria Regina Wolf Maciel - UNICAMP	Doutorado em Engenharia Química	destilação distillation simulação
Montserrat Fortuny Heredia - UNIT, ITP	Doutorado	emulsões microondas polimerização
Paulo Anselmo Ziani Suarez - UNB, FAP/DF, CAPES, UFAL	Doutorado	biodiesel óleos diesel
Neftalí Lenin Villarreal Carreño - UFPEL, CAPES	Doutorado	nanopartícles materiais nanoparticulas
Ruth Herta Goldschmidt Aliaga Kiminami - UFSCAR, CNPq, CAPES, FAPESP, FINEP, FAPEMA	Doutorado	combustion sintese synthesis
Maria José de Oliveira Cavalcanti Guimaraes - UFRJ	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	propriedades poliolefinas síntese
Guillermo Ruperto Martín Cortés - USP, CNPq, UNIRADIAL, FMU	Doutorado	corte water jet abrasive
José Carlos Costa da Silva Pinto - UFRJ, IME, CNPq, FAPERJ, FAPESP	Doutorado	polimerização modelagem reator
Palavras-chave: (nanocompósito* or nanocomposit* or "nano composit*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribution or distribuição)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Elizabete Fernandes Lucas - UFRJ, FAPERJ, FAADCT/PR	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo polímeros caracterizacao
Edcleide Maria Araújo - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	nanocompósitos nanocomposites membranas
Palavras-chave: (nanocorn* or nano corn*) and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Bernhard Welz - UFSC	Doutorado em Anorganische Chemie	atomic absorption spectrometry aas graphite furnace atomic absorption spectrometry
Gilberto Fillmann - FURG, SETAC, SBQ, AOCEANO, SETAC-BRASIL, UFMA, FAPEMA, CNPq, FAPESP, FAPEAM, ANPCYT	Doutorado em Ciências do Mar	contaminação água
Galba Maria de Campos-Takaki - UNICAP, UFPE, UFRPE, CNPq, CAPES	Doutorado	produção candida cunninghamella
Leonie Asfora Sarubbo - UFPE, UNICAP, CNPq, FACEPE, FUNCAP, RENORBIO, CGTI	Doutorado	biossurfactante candida bioemulsificante
Elba Gomes dos Santos - UNIFACS, IFBA, INEP/MEC, IBTR	Doutorado	adsorção petroleo leito fixo
Judith Liliana Solórzano Lemos - UEZO	Doutorado em Engenharia Química	petróleo aspergillus fungos
Eduardo Di Mauro - UEL, CITS, FAADCT/PR	Doutorado em Física	petróleo

Oldrich Joel Romero - UFES	Doutorado	conservativo vazamento regime transiente
Lucia Maria Cunha Rebouças - UFAL	Doutorado	petróleo bacia sergipe-alagoas castnia licus
Adriano Mendonça Souza - UFSM	Doutorado	previsão qualidade estatística
Ana Lucia Figueiredo Porto - UFRPE, UFPE, USP, UFAM, UNICAMP	Doutorado	produçao aqueous two-phase protease
Cheila Gonçalves Mothé - UFRJ, CENPES, CNPq	Doutorado	térmica caracterização análise térmica
Lucia Maria Cunha Rebouças - UFAL	Doutorado	petróleo bacia sergipe-alagoas
Palavras-chave: (nanocorn* or nano corn*) and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refine or refining or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Carmen Luísa Barbosa Guedes - UEL	Doutorado em Química	petróleo fotodegradação biodiesel
Gilberto Fillmann - FURG, SETAC, SBQ, AOCEANO, SETAC-BRASIL, UFMA, FAPEMA, CNPq, FAPESP, FAPEAM, ANPCYT	Doutorado em Ciências do Mar	contaminação água
Eduardo Di Mauro - UEL, CITS, FAADCT/PR	Doutorado em Física	petróleo
Paulo Anselmo Ziani Suarez - UNB, FAP/DF, CAPES, UFAL	Doutorado	biodiesel óleos diesel
Marco Flôres Ferrão - UFRGS	Doutorado	infravermelho biodiesel espectroscopia
Oldrich Joel Romero - UFES	Doutorado	conservativo vazamento regime transiente
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	combustão reação de combustao combustion reaction
Palavras-chave: (nanocorn* or nano corn*) and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribution or distribuição)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Gilberto Fillmann - FURG, SETAC, SBQ, AOCEANO, SETAC-BRASIL, UFMA, FAPEMA, CNPq, FAPESP, FAPEAM, ANPCYT	Doutorado em Ciências do Mar	contaminação água
Bernhard Welz - UFSC	Doutorado em Anorganische Chemie	atomic absorption spectrometry aas graphite furnace atomic absorption spectrometry
Palavras-chave: (nanocrystal* or nano crystal*) and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Humberto Gracher Riella - UFSC, IPEN, UNESC, CPGENQ, LABMAC, INCT, ENGMAT, EQA	Doutorado em Maschinenbauingenier	carvão mineral cerâmica caracterização
Jair Carlos Checon de Freitas - UFES	Doutorado	ressonância magnética materiais carbonosos plasma
Antonio Eduardo Martinelli - UFRN	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	portland cimento materiais
Dulce Maria de Araújo Melo - UFRN, CNPq	Doutorado em Química Inorgânica	caracterização síntese materiais
Giovanna Machado - UFPE, INT-CETENE, CETENE	Doutorado	nanoparticles microscopia nanopartículas

Nelson Eduardo Duran Caballero - UNICAMP, UFABC	Doutorado	nanoparticles nanobiotecnologia
Neide Aparecida Mariano - UNIFAL/MG, UNIFEI, CNPq, FAPESP, PPG-CEM	Doutorado	corrosão aço inoxidável corrosion
Carlos Pérez Bergmann - UFRGS, FEENG, USP, FAPEAM, FAPESC, CAPES, FAPESP, FAPEMIG, FAPERJ, FAPESPA, BM, SV	Doutorado em Engenharia	cerámicos materiais revestimentos
Uilame Umbelino Gomes - UFRN, CNPq	Doutorado	sinterização carbeto cerâmica
Palavras-chave: (nanocrystal* or "nano crystal*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refine or refining or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Dulce Maria de Araújo Melo - UFRN, CNPq	Doutorado em Química Inorgânica	caracterização síntese materiais
Maria Isabel Pais da Silva - PUC-Rio	Doutorado	catalisadores petroleo zeolitas
Antonio Eduardo Martinelli - UFRN	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	cimento materiais
Maria do Carmo Rangel Santos Varela - UFBA, UNEB, IQ-UFBA, EP-UFBA	Doutorado	ferro reforma catalysts
Marcelo Gonçalves Rosmaninho - UFMG	Doutorado	óxidos de ferro etanol produção de hidrogênio
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	combustão reação de combustao combustion reaction
Palavras-chave: (nanocrystal* or "nano crystal*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Jair Carlos Checon de Freitas - UFES	Doutorado	ressonância magnética materiais carbonosos plasma
Humberto Gracher Riella - UFSC, IPEN, UNESC, CPGENQ, LABMAC, INCT, ENGMAT, EQA	Doutorado em Maschinenbauingenier	carvão mineral cerâmica caracterização
Neide Aparecida Mariano - UNIFAL/MG, UNIFEI, CNPq, FAPESP, PPG-CEM	Doutorado	corrosão aço inoxidável corrosion
Antonio Eduardo Martinelli - UFRN	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	cimento materiais
Pedro Henrique Hermes de Araujo - UFSC, CNPq, FONCYT, CAPES	Doutorado	polimerização emulsão polimerização em emulsão
Dulce Maria de Araújo Melo - UFRN, CNPq	Doutorado em Química Inorgânica	caracterização síntese materiais
Palavras-chave: (nanoelectr* or "nano electr*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Marco Aurelio Cavalcanti Pacheco - PUC-Rio, ICAENERGY, ICA@BUSINESS, UERJ	Doutorado em Computer Science	fuzzy algoritmos geneticos algorithms
Palavras-chave: (nanoelectr* or "nano electr*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**

Marco Aurelio Cavalcanti Pacheco - PUC-Rio, ICAENERGY, ICA@BUSINESS, UERJ	Doutorado em Computer Science	fuzzy algoritmos geneticos algorithms
Palavras-chave: (nanoelectr* or "nano electr*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Marco Aurelio Cavalcanti Pacheco - PUC-Rio, ICAENERGY, ICA@BUSINESS, UERJ	Doutorado em Computer Science	fuzzy algoritmos geneticos algorithms
Palavras-chave: (NEMS - Sistemas nano-eletromecânicos or nanoengineer* or "nano engineer*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Flávio Rech Wagner - UFRGS, MCT, FAPERGS	Doutorado	simulação sistemas eletrônicos embarcados sistemas embarcados
Marcelo Soares Lubaszewski - UFRGS, SBC, SBMICRO, IEEE, HINDAWI, CEITEC S.A.	Doutorado	teste circuitos analógicos autoteste integrado
Eduardo Fontana - UFPE, CAESER, CAPES	Doutorado em Engenharia Elétrica	eletromagnetismo óptica
Eduardo Fontana - UFPE, CAESER, CAPES	Doutorado em Engenharia Elétrica	eletromagnetismo óptica
Fábio Roberto Chavarette - FEIS/UNESP	Doutorado	control controle dinâmica
Flávio Rech Wagner - UFRGS, MCT, FAPERGS	Doutorado	simulação sistemas eletrônicos embarcados sistemas embarcados
Palavras-chave: (nanoemulsion* or "nano emulsion*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Elizabete Fernandes Lucas - UFRJ, FAPERJ, FAADCT/PR	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo polímeros caracterizacao
Claudia Regina Elias Mansur - UFRJ, ABPOL - REGIONAL	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo nanoemulsões tensoativos
Luciana Spinelli Ferreira - UFRJ	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo caracterização nanoemulsões
Palavras-chave: (nanoemulsion* or "nano emulsion*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Luciana Spinelli Ferreira - UFRJ	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo caracterização nanoemulsões
Palavras-chave: (nanoemulsion* or "nano emulsion*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Elizabete Fernandes Lucas - UFRJ, FAPERJ, FAADCT/PR	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo polímeros caracterizacao

Luciana Spinelli Ferreira - UFRJ	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo caracterização nanoemulsões
Palavras-chave: (nanofabricat* or "nano fabricat*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Emanuel Carrilho - USP	Doutorado	electrophoresis
Cyro Ketzer Saul - UFPR	Doutorado	sensores electrospray electrospinning
Palavras-chave: (nanofiber* or "nano fiber*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Geiza Esperandio de Oliveira - UFES	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	software livre petróleo
Elton Franceschi - UNIT, ITP	Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos	carbon dioxide co2 biodiesel
Jorge Alberto Vieira Costa - FURG	Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos	spirulina spirulina platensis microalga
Luismar Marques Porto - UFSC, FAPESC, CNPq, CAPES, FACEPE, FUNPESQUISA	Doutorado	genômica chromobacterium violaceum celulose bacteriana
Koiti Araki - USP, CNPq, FAPESP, CAPES	Doutorado	porfirinas porphyrin eletroquimica
Palavras-chave: (nanofiber* or "nano fiber*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Geiza Esperandio de Oliveira - UFES	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	software livre petróleo
Henrique Eisi Toma - USP	Doutorado	nanotecnologia rutenio complexos
Palavras-chave: (nanofiber* or "nano fiber*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Elton Franceschi - UNIT, ITP	Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos	carbon dioxide co2 biodiesel
Carlos Pérez Bergmann - UFRGS, FEENG, USP, FAPEAM, FAPESC, CAPES, FAPESP, FAPEMIG, FAPERJ, FAPESPA, BM, SV	Doutorado em Engenharia	cerámicos materiais revestimentos
Palavras-chave: (nanofibre* or "nano fibre*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Alcides Lopes Leao - UNESP, SEBRAE, FCA, QUATTOR, TECH EASY, FEPAF	Doutorado	resíduos composites compositos
Janice Izabel Druzian - UFBA	Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos	goma xantana caracterizacao composição
Palavras-chave: (nanofibre* or "nano fibre*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**

Luiz Pereira Ramos - UFPR, FAP-PR, CNPq, CAPES, FAPEMIG, FAPESP, FAPESC, FAPEMAT, FINEP, FUNTAC, FAPES, FAPESB	Doutorado	biodiesel transesterificação produção
Fernando Cosme Rizzo Assuncao - PUC-Rio, CGEE, NANOGAVEA, CNPq, FINEP, CAPES, FAPERJ	Doutorado	oxidação oxidation
Palavras-chave: (nanofibre* or "nano fibre*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Fernando Cosme Rizzo Assuncao - PUC-Rio, CGEE, NANOGAVEA, CNPq, FINEP, CAPES, FAPERJ	Doutorado	oxidação oxidation
Palavras-chave: (nanohybrid* or "nano hybrid*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Paulo Cesar de Morais - UNB	Doutorado	magnetic fluid magnetic fluids nanoparticles
Fernando Wypych - UFPR, CNPq, CAPES, LAC-COPEL	Doutorado	layered catalisadores biodiesel
Herman Sander Mansur - UFMG, LNLS, CNPq, CAPES, FACEPE, FAPEMIG, FAPESP, FINEP, CZECH SCIENCE, NSF, ANPCYT, FUMEC, U.PORTO	Doutorado em Química - Físico-Química	caracterização biomaterial nanotecnologia
Palavras-chave: (nanohybrid* or "nano hybrid*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Herman Sander Mansur - UFMG, LNLS, CNPq, CAPES, FACEPE, FAPEMIG, FAPESP, FINEP, CZECH SCIENCE, NSF, ANPCYT, FUMEC, U.PORTO	Doutorado em Química - Físico-Química	caracterização biomaterial nanotecnologia
Palavras-chave: (nanolithograph* or "nano lithograph*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Cyro Ketzer Saul - UFPR	Doutorado	sensores electrospray electrospinning
Palavras-chave: (nanomaterial* or "nano material*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Gilberto Fillmann - FURG, SETAC, SBQ, AOCEANO, SETAC-BRASIL, UFMA, FAPEMA, CNPq, FAPESP, FAPEAM, ANPCYT	Doutorado em Ciências do Mar	contaminação água
Luiz Depine de Castro - CTEX, ABCARB	Doutorado em Materials Science	carbono piche petróleo
Palavras-chave: (nanomaterial* or "nano material*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Gilberto Fillmann - FURG, SETAC, SBQ, AOCEANO, SETAC-BRASIL, UFMA, FAPEMA, CNPq, FAPESP, FAPEAM, ANPCYT	Doutorado em Ciências do Mar	contaminação água
Palavras-chave: (nanomaterial* or "nano material*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**

Gilberto Fillmann - FURG, SETAC, SBQ, AOCEANO, SETAC-BRASIL, UFMA, FAPEMA, CNPq, FAPESP, FAPEAM, ANPCYT	Doutorado em Ciências do Mar	contaminação água
Palavras-chave: (nanometrolog or "nano metrolog*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Marcos Augusto de Lima Nobre - UNESP, FAPESP, IBILCE, SBPMAT, CNPq	Doutorado	cerâmica espectroscopia de impedância
Ynara Marina Idemori - UFMG	Doutorado em Química	porfirinas porfirina catalise
Dayse Carvalho da Silva Martins - UFMG, UFPB	Doutorado em Química	porfirinas oxidação metaloporfirinas
Felipe Silva Bellucci - MCTI	Doutorado em Ciência e Tecnologia de Materiais (CAPES 5)	argila espectroscopia de impedância propriedades físicas
Jordan Del Nero - UFPA	Doutorado	estrutura eletrônica monte carlo espectroscopia
Júlio Santos Rebouças - UFPB	Doutorado	porfirinas catálise estresse oxidativo
Palavras-chave: (nanometrolog* or "nano metrolog*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Marcos Augusto de Lima Nobre - UNESP, FAPESP, IBILCE, SBPMAT, CNPq	Doutorado	cerâmica espectroscopia de impedância
Palavras-chave: (nanometrolog* or "nano metrolog*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Marcos Augusto de Lima Nobre - UNESP, FAPESP, IBILCE, SBPMAT, CNPq	Doutorado	cerâmica espectroscopia de impedância
Palavras-chave: (nanopartic* or "nano partic*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Gilberto Fillmann - FURG, SETAC, SBQ, AOCEANO, SETAC-BRASIL, UFMA, FAPEMA, CNPq, FAPESP, FAPEAM, ANPCYT	Doutorado em Ciências do Mar	contaminação água
Claudia Regina Elias Mansur - UFRJ, ABPOL - REGIONAL	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo nanoemulsões tensoativos
Rubens Maciel Filho - UNICAMP	Doutorado em Engenharia Química	control modelagem optimization
Galba Maria de Campos-Takaki - UNICAP, UFPE, UFRPE, CNPq, CAPES	Doutorado	produção candida cunninghamella
Luciana Spinelli Ferreira - UFRJ	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo caracterização nanoemulsões
Leonie Asfora Sarubbo - UFPE, UNICAP, CNPq, FACEPE, FUNCAP, RENORBIO, CGTI	Doutorado	biossurfactante candida bioemulsificante
Geiza Esperandio de Oliveira - UFES	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	software livre petróleo
Paulo Cesar de Morais - UNB	Doutorado	magnetic fluid magnetic fluids nanoparticles

Montserrat Fortuny Heredia - UNIT, ITP	Doutorado	emulsões microondas polimerização
Giovanna Machado - UFPE, INT-CETENE, CETENE	Doutorado	nanoparticles microscopia nanopartículas
Holmer Savastano Junior - USP, UNICAMP, FAPESP, CNPq, FAPEAM, CAPES	Doutorado	composites cimento compositos
Fernando Luiz Pellegrini Pessoa - UFRJ	Doutorado	processos extraçao co2
João Graciano Mendonça Filho - UFRJ, UC, FACEPE	Doutorado em Geociências	geoquímica petróleo matéria orgânica
Nelson Eduardo Duran Caballero - UNICAMP, UFABC	Doutorado	nanoparticles nanobiotecnologia
Cheila Gonçalves Mothé - UFRJ, CENPES, CNPq	Doutorado	térmica caracterização análise térmica
Humberto Gracher Riella - UFSC, IPEN, UNESC, CPGENQ, LABMAC, INCT, ENGMAT, EQA	Doutorado em Maschinenbauingenier	carvão mineral cerâmica caracterização
Antonio Augusto Ulson de Souza - UFSC, ANP, BNDES, CNPq, CAPES, FINEP, FUNCAP, FACEPE, FAPESC, IBP	Doutorado	engenharia quimica textil meio ambiente
Wilson da Mata - UFRN	Doutorado em Eletronique	petróleo recuperação avançada aquecimento eletromagnético
Palavras-chave: (nanopartic* or "nano partic*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Henrique Eisi Toma - USP	Doutorado	nanotecnologia rutenio complexos
Gilberto Fillmann - FURG, SETAC, SBQ, AOCEANO, SETAC-BRASIL, UFMA, FAPEMA, CNPq, FAPESP, FAPEAM, ANPCYT	Doutorado em Ciências do Mar	contaminação água
Geiza Esperandio de Oliveira - UFES	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	software livre petróleo
Luciana Spinelli Ferreira - UFRJ	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo caracterização nanoemulsões
Rubens Maciel Filho - UNICAMP	Doutorado em Engenharia Química	control modelagem optimization
Maria Regina Wolf Maciel - UNICAMP	Doutorado em Engenharia Química	destilação distillation simulação
Montserrat Fortuny Heredia - UNIT, ITP	Doutorado	emulsões microondas polimerização
Paulo Anselmo Ziani Suarez - UNB, FAP/DF, CAPES, UFAL	Doutorado	biodiesel óleos diesel
José Carlos Costa da Silva Pinto - UFRJ, IME, CNPq, FAPERJ, FAPESP	Doutorado	polimerização modelagem reator
Fernando Luiz Pellegrini Pessoa - UFRJ	Doutorado	processos extraçao co2
Selene Maria de Arruda Guelli Ulson de Souza - UFSC, CAPES, CNPq, FINEP, FAPESP, FAPESC, BNDES, ANP, FUNCAP, FACEPE, IBP	Doutorado	engenharia química transferencia de massa adsorcao
Cesar Vitorio Franco - UFSC	Doutorado em Química	corrosion corrosao
Maria Regina Wolf Maciel - UNICAMP	Doutorado em Engenharia Química	destilação distillation simulação

Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	combustão reação de combustao combustion reaction
Selene Maria de Arruda Guelli Ulson de Souza - UFSC, CAPES, CNPq, FINEP, FAPESP, FAPESC, BNDES, ANP, FUNCAP, FACEPE, IBP	Doutorado	engenharia química transferencia de massa adsorcao
Edcleide Maria Araújo - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	nanocompósitos nanocomposites membranas
Roberta Lourenço Ziolli - UNIRIO, UENF, UFPA, FAPERJ, FAPESP	Doutorado	petróleo fotocatálise heterogênea
José Carlos Costa da Silva Pinto - UFRJ, IME, CNPq, FAPERJ, FAPESP	Doutorado	polimerização modelagem reator
Érico Marlon de Moraes Flores - UFSM, ANVISA, SBQ	Doutorado em Engenharia de Minas Metalúrgica e dos Materiais	preparo de amostras espectrometria absorção atômica
José Carlos Costa da Silva Pinto - UFRJ, IME, CNPq, FAPERJ, FAPESP	Doutorado	polimerização modelagem reator
Érico Marlon de Moraes Flores - UFSM, ANVISA, SBQ	Doutorado em Engenharia de Minas Metalúrgica e dos Materiais	preparo de amostras espectrometria absorção atômica
Palavras-chave: (nanopartic* or "nano partic*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Gilberto Fillmann - FURG, SETAC, SBQ, AOCEANO, SETAC-BRASIL, UFMA, FAPEMA, CNPq, FAPESP, FAPEAM, ANPCYT	Doutorado em Ciências do Mar	contaminação água
Luciana Spinelli Ferreira - UFRJ	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	petróleo caracterização nanoemulsões
Rubens Maciel Filho - UNICAMP	Doutorado em Engenharia Química	control modelagem optimization
Montserrat Fortuny Heredia - UNIT, ITP	Doutorado	emulsões microondas polimerização
Paulo Cesar de Morais - UNB	Doutorado	magnetic fluid magnetic fluids nanoparticles
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	combustão reação de combustao combustion reaction
André Lourenço Nogueira - UFSC, TNS	Doutorado em Engenharia Química	polymerization polimerização água
Palavras-chave: (nanophotonic* or "nano photonic*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Eronides Felisberto da Silva Junior - CNPq, CAPES, FACEPE, FINEP	Doutorado	silicon sio2
Anderson Stevens Leonidas Gomes - UFPE, SECTMA, CAPES, FACEPE	Doutorado	laser nonlinear optics optical coherence tomography

Italo Odone Mazali - UNICAMP, CNPq, FAPESP, FACEPE, SAE/UNICAMP, FUNDECT/MS, PED-UNICAMP, ANPCYT	Doutorado	nanopartículas vidros sistema químico integrado
Palavras-chave: (nanophotonic* or "nano photonic*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Helio Magalhaes de Oliveira - UFPE, FINEP	Doutorado em Electronique et Télécommunications	corpos finitos fast algorithms
Christiano José Santiago de Matos - MACKENZIE	Doutorado	fibras ópticas fibras micro-estruturadas óptica não-linear
Eronides Felisberto da Silva Junior - CNPq, CAPES, FACEPE, FINEP	Doutorado	silicon sio2
Anderson Stevens Leonidas Gomes - UFPE, SECTMA, CAPES, FACEPE	Doutorado	laser nonlinear optics optical coherence tomography
Palavras-chave: (nanopowder* or "nano powder*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Guerold Sergueevitch Bobrovnitchii - UENF	Doutorado	alta pressão prensa diamante
Ana Lúcia Diegues Skury - UENF, CNPq	Doutorado em Engenharia e Ciências dos Materiais	diamond diamantes high pressure
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	combustão reação de combustao combustion reaction
Dulce Maria de Araújo Melo - UFRN, CNPq	Doutorado em Química Inorgânica	caracterização síntese materiais
Helio de Lucena Lira - UFCG	Doutorado em Quimica	membranas alumina ceramica
Gelmires de Araujo Neves - UFCG, CNPq	Doutorado em Engenharia Química	argilas resíduos resíduo
Ruth Herta Goldschmidt Aliaga Kiminami - UFSCAR, CNPq, CAPES, FAPESP, FINEP, FAPEMA	Doutorado	combustion sintese synthesis
Heber Sivini Ferreira - UFPB, FACEPE	Doutorado em Engenharia Química	argilas fluidos argilas organofilicas
Sergio Neves Monteiro - UFRJ, UENF, CNPq, FAPERJ, ABM, IME	Doutorado	cerâmica composites compositos
Camila Maria Lapa - IAE	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	sintering ceria pvc
Palavras-chave: (nanopowder* or "nano powder*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Mario Ernesto Giroldo Valerio - UFS	Doutorado em Física	computer modelling rare earth
Ruth Herta Goldschmidt Aliaga Kiminami - UFSCAR, CNPq, CAPES, FAPESP, FINEP, FAPEMA	Doutorado	combustion sintese synthesis
Leandro Da Conceicao - IPEN - USP, GRENOBLE INP	Doutorado em Engenharia Química	petroleo nitrogenados extração

Dulce Maria de Araújo Melo - UFRN, CNPq	Doutorado em Química Inorgânica	caracterização síntese materiais
Fernando Cosme Rizzo Assuncao - PUC-Rio, CGEE, NANOGAVEA, CNPq, FINEP, CAPES, FAPERJ	Doutorado	oxidação oxidation
Edson Luiz Foletto - UFSM	Doutorado	óleo síntese clarificação
Mariana de Mattos Vieira Mello Souza - UFRJ	Doutorado em Engenharia Química	catalisadores reforma reforming
Palavras-chave: (nanopowder* or "nano powder*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	combustão reação de combustao combustion reaction
Helio de Lucena Lira - UFCG	Doutorado em Quimica	membranas alumina ceramica
Sergio Neves Monteiro - UFRJ, UENF, CNPq, FAPERJ, ABM, IME	Doutorado	cerâmica composites compositos
Ruth Herta Goldschmidt Aliaga Kiminami - UFSCAR, CNPq, CAPES, FAPESP, FINEP, FAPEMA	Doutorado	combustion sintese synthesis
Dulce Maria de Araújo Melo - UFRN, CNPq	Doutorado em Química Inorgânica	caracterização síntese materiais
Palavras-chave: (nanoscal* or "nano scal*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Edcleide Maria Araújo - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	nanocompósitos nanocomposites membranas
Humberto Gracher Riella - UFSC, IPEN, UNESC, CPGENQ, LABMAC, INCT, ENGMAT, EQA	Doutorado em Maschinenbauingenier	carvão mineral cerâmica caracterização
Palavras-chave: (nanoscal* or "nano scal*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Liacir dos Santos Lucena - UFRN	Doutorado em Física	sistemas complexos física polimeros
Edcleide Maria Araújo - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	nanocompósitos nanocomposites membranas
Humberto Gracher Riella - UFSC, IPEN, UNESC, CPGENQ, LABMAC, INCT, ENGMAT, EQA	Doutorado em Maschinenbauingenier	carvão mineral cerâmica caracterização
Palavras-chave: (nanorod* or "nano rod*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Humberto Gracher Riella - UFSC, IPEN, UNESC, CPGENQ, LABMAC, INCT, ENGMAT, EQA	Doutorado em Maschinenbauingenier	carvão mineral cerâmica caracterização
Carlos Pérez Bergmann - UFRGS, FEENG, USP, FAPEAM, FAPESC, CAPES, FAPESP, FAPEMIG, FAPERJ, FAPESPA, BM, SV	Doutorado em Engenharia	cerámicos materiais revestimentos

Nivaldo Cabral Kuhnen - UFSC, CRQXIII, CONSEMA, UNESC	Doutorado	carvao química cinzas
Palavras-chave: (nanorod* or "nano rod*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Humberto Gracher Riella - UFSC, IPEN, UNESC, CPGENQ, LABMAC, INCT, ENGMAT, EQA	Doutorado em Maschinenbauingenier	carvão mineral cerâmica caracterização
Carlos Pérez Bergmann - UFRGS, FEENG, USP, FAPEAM, FAPESC, CAPES, FAPESP, FAPEMIG, FAPERJ, FAPESPA, BM, SV	Doutorado em Engenharia	cerámicos materiais revestimentos
Palavras-chave: (nanorod* or "nano rod*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Humberto Gracher Riella - UFSC, IPEN, UNESC, CPGENQ, LABMAC, INCT, ENGMAT, EQA	Doutorado em Maschinenbauingenier	carvão mineral cerâmica caracterização
Carlos Pérez Bergmann - UFRGS, FEENG, USP, FAPEAM, FAPESC, CAPES, FAPESP, FAPEMIG, FAPERJ, FAPESPA, BM, SV	Doutorado em Engenharia	cerámicos materiais revestimentos
Josué Mendes Filho - UFC	Doutorado em Física	espectroscopia cristais
Palavras-chave: (nanosiz* or "nano siz*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Cheila Gonçalves Mothé - UFRJ, CENPES, CNPq	Doutorado	térmica caracterização análise térmica
Palavras-chave: (nanosiz* or "nano siz*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Paulo Anselmo Ziani Suarez - UNB, FAP/DF, CAPES, UFAL	Doutorado	biodiesel óleos diesel
Palavras-chave: (nanosiz* or "nano siz*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	combustão reação de combustao combustion reaction
Palavras-chave: (nanosphere* or "nano sphere*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Galba Maria de Campos-Takaki - UNICAP, UFPE, UFRPE, CNPq, CAPES	Doutorado	produção candida cunninghamella
Cheila Gonçalves Mothé - UFRJ, CENPES, CNPq	Doutorado	térmica caracterização análise térmica
Luiz Depine de Castro - CTEX, ABCARB	Doutorado em Materials Science	carbono piche petróleo
Palavras-chave: (nanosphere* or "nano sphere*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**

Carlos Pérez Bergmann - UFRGS, FEENG, USP, FAPEAM, FAPESC, CAPES, FAPESP, FAPEMIG, FAPERJ, FAPESPA, BM, SV	Doutorado em Engenharia	cerámicos materiais revestimentos
Nelson Eduardo Duran Caballero - UNICAMP, UFABC	Doutorado	nanoparticles nanobiotecnologia
Palavras-chave: (nanosphere* or "nano sphere*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Galba Maria de Campos-Takaki - UNICAP, UFPE, UFRPE, CNPq, CAPES	Doutorado	produção candida cunninghamella
André Henrique Rosa - UNESP, CNPq, FAPESP, FAPEMIG, FAPEMAT, FUNDECT/MS, FAPESPA, FACEPE, FAPES, FAPITEC/SE	Doutorado	água metais substâncias húmicas
Giovanna Machado - UFPE, INT-CETENE, CETENE	Doutorado	nanoparticles microscopia nanopartículas
Alexandre Taschetto de Castro - CTEX, ABCARB	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	carbono
Carlos Pérez Bergmann - UFRGS, FEENG, USP, FAPEAM, FAPESC, CAPES, FAPESP, FAPEMIG, FAPERJ, FAPESPA, BM, SV	Doutorado em Engenharia	cerámicos materiais revestimentos
Paulo Cesar de Morais - UNB	Doutorado	magnetic fluid magnetic fluids nanoparticles
Palavras-chave: (nanostructure* or "nano structure") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Ederio Dino Bidoia - UNESP, FAPESB, FAPEAM, CNPq, FAPESP, FAPES, FIOCRUZ	Doutorado	biodegradacao efluente tratamento eletrolitico
Humberto Gracher Riella - UFSC, IPEN, UNESC, CPGENQ, LABMAC, INCT, ENGMAT, EQA	Doutorado em Maschinenbauingenier	carvão mineral cerâmica caracterização
Guerold Sergueevitch Bobrovnitchii - UENF	Doutorado	alta pressão prensa diamante
Jair Carlos Checon de Freitas - UFES	Doutorado	ressonância magnética materiais carbonosos plasma
Palavras-chave: (nanostructure* or "nano structure") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refino or refine)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Ederio Dino Bidoia - UNESP, FAPESB, FAPEAM, CNPq, FAPESP, FAPES, FIOCRUZ	Doutorado	biodegradacao efluente tratamento eletrolitico
João Batista Lopes Martins - UNB	Doutorado	adsorção catálise adsorção catálise heterogênea
Edcleide Maria Araújo - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	nanocompósitos nanocomposites membranas
Palavras-chave: (nanostructure* or "nano structure") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Ederio Dino Bidoia - UNESP, FAPESB, FAPEAM, CNPq, FAPESP, FAPES, FIOCRUZ	Doutorado	biodegradacao efluente tratamento eletrolitico

Jair Carlos Checon de Freitas - UFES	Doutorado	ressonância magnética materiais carbonosos plasma
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	combustão reação de combustao combustion reaction
Liacir dos Santos Lucena - UFRN	Doutorado em Física	sistemas complexos física polimeros
Antonio Eduardo Martinelli - UFRN	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	cimento materiais
Sergio Neves Monteiro - UFRJ, UENF, CNPq, FAPERJ, ABM, IME	Doutorado	cerâmica composites compositos
Edcleide Maria Araújo - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	nanocompósitos nanocomposites membranas
Humberto Gracher Riella - UFSC, IPEN, UNESC, CPGENQ, LABMAC, INCT, ENGMAT, EQA	Doutorado em Maschinenbauingenier	carvão mineral cerâmica caracterização
Palavras-chave: (nanotechnolog* or "nano technolog*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Marco Aurelio Cavalcanti Pacheco - PUC-Rio, ICAENERGY, ICA@BUSINESS, UERJ	Doutorado em Computer Science	fuzzy algoritmos geneticos algorithms
Nelson Eduardo Duran Caballero - UNICAMP, UFABC	Doutorado	nanoparticles nanobiotecnologia
Palavras-chave: (nanotechnolog* or "nano technolog*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Henrique Eisi Toma - USP	Doutorado	nanotecnologia rutenio complexos
Marco Aurelio Cavalcanti Pacheco - PUC-Rio, ICAENERGY, ICA@BUSINESS, UERJ	Doutorado em Computer Science	fuzzy algoritmos geneticos algorithms
Cesar Vitorio Franco - UFSC	Doutorado em Química	corrosion corrosao
Regina Sandra Veiga Nascimento - UFRJ	Doutorado	fluidos de perfuração polimeros petróleo
Edcleide Maria Araújo - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	nanocompósitos nanocomposites membranas
André Lourenço Nogueira - UFSC, TNS	Doutorado em Engenharia Química	polymerization polimerização água
Maria do Carmo Rangel Santos Varela - UFBA, UNEB, IQ-UFBA, EP-UFBA	Doutorado	ferro reforma catalysts
Henrique Eisi Toma - USP	Doutorado	nanotecnologia rutenio complexos
Palavras-chave: (nanotechnolog* or "nano technolog*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
André Lourenço Nogueira - UFSC, TNS	Doutorado em Engenharia Química	polymerization polimerização água
Marco Aurelio Cavalcanti Pacheco - PUC-Rio, ICAENERGY, ICA@BUSINESS, UERJ	Doutorado em Computer Science	fuzzy algoritmos geneticos algorithms

Edcleide Maria Araújo - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	nanocompósitos nanocomposites membranas
Palavras-chave: (nanotribolog* or "nano tribolog*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Haroldo de Araújo Ponte - UFPR, NACE, ASME, SLABO	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	corrosão monitoramento de corrosão análise de porosidade
Evaldo Jose Corat - LAS, ITA, CVD	Doutorado em Física	diamante
Vladimir Jesus Trava-Airoldi - INPE, UNIFESP, CVD VALE	Doutorado	diamante
Lúcia Vieira Santos - ITA, UNIVAP	Doutorado	films friction
Humberto Naoyuki Yoshimura - UFABC, USP, ABC, FAPITEC/SE	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	cerâmica propriedades vidro
Vladimir Jesus Trava-Airoldi - INPE, UNIFESP, CVD VALE	Doutorado	diamante
Palavras-chave: (nanotribolog* or "nano tribolog*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Haroldo de Araújo Ponte - UFPR, NACE, ASME, SLABO	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	corrosão monitoramento de corrosão análise de porosidade
Palavras-chave: (nanotribolog* or "nano tribolog*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Haroldo de Araújo Ponte - UFPR, NACE, ASME, SLABO	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	corrosão monitoramento de corrosão análise de porosidade
Amilton Sinatora - USP, FAPESP, CNPq	Doutorado	desgaste wear atrito
Lúcia Vieira Santos - ITA, UNIVAP	Doutorado	films friction
Palavras-chave: (nanotub* or "nano tub*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Bernhard Welz - UFSC	Doutorado em Anorganische Chemie	atomic absorption spectrometry graphite furnace atomic absorption spectrometry
Valderi Luiz Dressler - UFSM	Doutorado	atomic absorption spectrometry
Érico Marlon de Moraes Flores - UFSM, ANVISA, SBQ	Doutorado em Engenharia de Minas Metalúrgica e dos Materiais	preparo de amostras espectrometria absorção atômica
Evaldo Jose Corat - LAS, ITA, CVD	Doutorado em Física	diamante
Antonio Gomes de Souza Filho - UFC, CNPq, FUNCAP, FACEPE, FAPEAM, FAPES, FAPERN, CAPES, FAPEMIG, FAPEMAT, ANPCYT, FAPITEC	Doutorado	carbon nanotubos
Marco Aurelio Cavalcanti Pacheco - PUC-Rio, ICAENERGY, ICA@BUSINESS, UERJ	Doutorado em Computer Science	fuzzy algoritmos geneticos algorithms
Palavras-chave: (nanotub* or "nano tub*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		

Especialista e instituições associadas	Formação	Termos associados
Juliana Severo Fagundes Pereira - UFRGS	Doutorado em Química	microwave combustão
Boniek Gontijo Vaz - UFG, UFES, CENPES	Doutorado em Ciências	petróleo petroleômica
Palavras-chave: (nanotub* or "nano tub*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Bernhard Welz - UFSC	Doutorado em Anorganische Chemie	atomic absorption spectrometry graphite furnace atomic absorption spectrometry
Valderi Luiz Dressler - UFSM	Doutorado	atomic absorption spectrometry
Érico Marlon de Moraes Flores - UFSM, ANVISA, SBQ	Doutorado em Engenharia de Minas Metalúrgica e dos Materiais	preparo de amostras espectrometria absorção atômica
Fabiane Goldschmidt Antes - EMBRAPA RO, FIMCA	Doutorado em Química	especiação petróleo
Palavras-chave: (nanowir* or "nano wir*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Antonio Salvio Mangrich - SBQ, UFS	Doutorado em Química	espectroscopia
Mauro Korn - UNEB, FAPESB, FAPESP, FAADCT/PR, FACEPE, UFBA	Doutorado em Química	química ultra-som sonoquímica
Carlos Pérez Bergmann - UFRGS, FEENG, USP, FAPEAM, FAPESC, CAPES, FAPESP, FAPEMIG, FAPERJ, FAPESPA, BM, SV	Doutorado em Engenharia	cerámicos materiais revestimentos
Nelson Eduardo Duran Caballero - UNICAMP, UFABC	Doutorado	nanoparticles nanobiotecnologia
Elder Alpes de Vasconcelos - UFPE	Doutorado	conducting polymers ionizing radiation
Palavras-chave: (nanowir* or "nano wir*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Carlos Pérez Bergmann - UFRGS, FEENG, USP, FAPEAM, FAPESC, CAPES, FAPESP, FAPEMIG, FAPERJ, FAPESPA, BM, SV	Doutorado em Engenharia	cerámicos materiais revestimentos
Mauro Korn - UNEB, FAPESB, FAPESP, FAADCT/PR, FACEPE, UFBA	Doutorado em Química	química ultra-som sonoquímica
Daniela Zanchet - UNICAMP	Doutorado	nanocrystals
Palavras-chave: (nanowir* or "nano wir*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Antonio Salvio Mangrich - SBQ, UFS	Doutorado em Química	espectroscopia
Antonio Azevedo da Costa - UFPE	Doutorado	ressonancia ferromagnetica multicamadas magnetismo
Carlos Pérez Bergmann - UFRGS, FEENG, USP, FAPEAM, FAPESC, CAPES, FAPESP, FAPEMIG, FAPERJ, FAPESPA, BM, SV	Doutorado em Engenharia	cerámicos materiais revestimentos

Elder Alpes de Vasconcelos - UFPE	Doutorado	conducting polymers ionizing radiation
Daniela Zanchet - UNICAMP	Doutorado	nanocrystals
Palavras-chave: (quasicrystal* or "quasi crystal*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Severino Jackson Guedes de Lima - UFPB	Doutorado	ligas amorfas memória de forma
Conrado Ramos Moreira Afonso - UFSCAR, DEMAEX, UNIFEI	Doutorado	electron microscopy microstructural characterization caracterização microestrutural
Fernando Luis de Araujo Machado - UFPE	Doutorado	propriedades magneticas magnetoimpedância magnetoimpedância gigante
Rodrigo Estevam Coelho - IFBA	Doutorado em Tecnologia Nuclear e Materiais	mechanical alloying mechanical- alloying mechanical-alloying
Palavras-chave: (quasicrystal* or "quasi crystal*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refine or refino)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Rodinei Medeiros Gomes - UFPB	Doutorado	shape memory alloys ligas
Palavras-chave: (quasicrystal* or "quasi crystal*") and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Silvio Romero de Barros - APEB-FR, UFPB, CEFET/RJ, ABAA	Doutorado em Mecanica	adhesive geopolymer interface
Fernando Luis de Araujo Machado - UFPE	Doutorado	propriedades magneticas magnetoimpedância magnetoimpedância gigante
Marcos Antonio Ruggieri Franco - CTA, ITA, IEAv, UNICAMP, MACKENZIE	Doutorado em Engenharia Elétrica	fibra óptica sensor acelerador linear
Palavras-chave: (spintronic*) and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (exploration or production or exploração or produção)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	combustão reação de combustao combustion reaction
Eronides Felisberto da Silva Junior - CNPq, CAPES, FACEPE, FINEP	Doutorado	silicon sio2
Elder Alpes de Vasconcelos - UFPE	Doutorado	conducting polymers ionizing radiation
Cyro Ketzer Saul - UFPR	Doutorado	sensores electrospray electrospinning
Umberto Laino Fulco - UFRN	Doutorado	propriedades críticas transição de fase
Palavras-chave: (spintronic*) and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (refining or refino or refine)		

Especialista e instituições associadas	Formação	Termos associados
Jonder Morais - UFRGS	Doutorado	synchrotron photoemission xps
Palavras-chave: (spintronic*) and (petroleum or "crude oil" or petróleo) and (distribuição or distribution)		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa - UFCG	Doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica	combustão reação de combustao combustion reaction
Antonio Azevedo da Costa - UFPE	Doutorado	ressonancia ferromagnetica multicamadas magnetismo
Competências transversais/complementares		
Especialista e instituições associadas	**Formação**	**Termos associados**
Joaquim José Martins Guilhoto - USP	Doutorado	insumo-produto brasil economia
Edison Barbieri - IP	Doutorado em Oceanografia	aves ilha marinhas
Claudia Canongia - GSI-PR	Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos	prospecção tecnológica inteligencia competitiva inovação e competitividade
Adelaide Maria de Souza Antunes - INPI	Doutorado	química industria inovação
Abraham Sin Oih Yu - IPT, USP	Doutorado em Philosophy e Master Of Science	obsolescência tecnológica tecnologia desenvolvimento
Paulo Antonio Zawislak - UFRGS	Doutorado em Structures Productives et Système Mondial	inovação indústria rio grande do sul

Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa realizada na base do Portal de Inovação

ANEXO 6

Principais especialistas em nanotecnologia com base no Diretório de grupos de pesquisa do CNPq

Área	Grupo	Instituição	Líder	Palavras-chave
Biofísica	Grupo de Nanobiotecnologia	UFS	Frederico Guilherme de Carvalho Cunha	nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo; nanobiotecnologia and petróleo / "nano biotecnologia" and petróleo
Ciência da Computação	Inteligência Computacional Aplicada	PUC-Rio	Marley Maria Bernardes Rebuzzi Vellasco	nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo
Engenharia Civil	Núcleo de Aplicações de Nanotecnologia em Construção Civil - NANOTEC	UFSC	Philippe Jean Paul Gleize	nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo; nanoestrutura and petróleo / "nano estrutura" and petróleo
Engenharia de Materiais e Metalúrgica	Lab. de Processos Eletroquímicos e Corrosão - ELETROCORR	UFRGS	Luís Frederico Pinheiro Dick	nano* and petróleo; "nano material" and petróleo
	Nanotecnologia do Petróleo - NANOPETRO	UFABC	Caetano Rodrigues Miranda	nano* and petróleo; nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo
	Nanociência e Nanotecnologia	ITA	Gilmar Patrocínio Thim	nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo; nanotubo and petróleo
	Grupo de Tecnologia dos Materiais	UFS	Ledjane Silva Barreto	nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo
Engenharia Mecânica	Centro de Metrologia de Fluidos do IPT	IPT	Marcos Tadeu Pereira	nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo
	Grupo de Pesquisa de Energia Renovável (GPER)	UPE	Jornandes Dias da Silva	nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo
Engenharia Nuclear	Modelagem e Simulação em Engenharia Nuclear	UFRJ	Su Jian	nano* and petróleo; nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo
Engenharia Química	Engenharia Ambiental e da Qualidade	UFPE	Valdinete Lins da Silva	nano* and petróleo; nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo
	Modelagem, Simulação, Controle e Otimização de Processos	FURB	Henry França Meier	nano* and petróleo; "nano escala" and petróleo

	Materiais Poliméricos e Caracterização	UFPE	Yeda Medeiros Bastos de Almeida	nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo
Física	Moléculas e Superfícies	CBPF	Carlton Anthony Taft	nano* and petróleo; nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo; nanobiotecnologia and petróleo / "nano biotecnologia" and petróleo; "nano catálise" and petróleo; nanoestrutura and petróleo / "nano estrutura" and petróleo
Matemática	Matemática Aplicada e Computacional do Pólo Universitário do Sul Fluminense	UFF	Gustavo Benitez Alvarez	nano* and petróleo; nanotubo and petróleo
Microbiologia	Biotecnologia Ambiental	UFMG	Vera Lúcia dos Santos	nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo
Química	Fluidos e Materiais Poliméricos Multifásicos - FLUMAT	UFRJ	Regina Sandra Veiga Nascimento	nano* and petróleo; "nano catálise" and petróleo
	Interlab - Laboratório de Investigação de Estrutura Química e Nanotecnologia	UFRJ	Pierre Mothé Esteves	nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo
	Modelagem Molecular	PUC-Rio	Andre Silva Pimente	nanotecnologia and petróleo / "nano tecnologia" and petróleo
	Química Inorgânica e Materiais	UFRN	Dulce Maria de Araújo Melo	nanopartícula and petróleo
	Grupo de Materiais Condutores e Energia	UFRJ	Ana Maria Rocco	nanoestrutura and petróleo / "nano estrutura" and petróleo

Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa realizada na base do CNPq